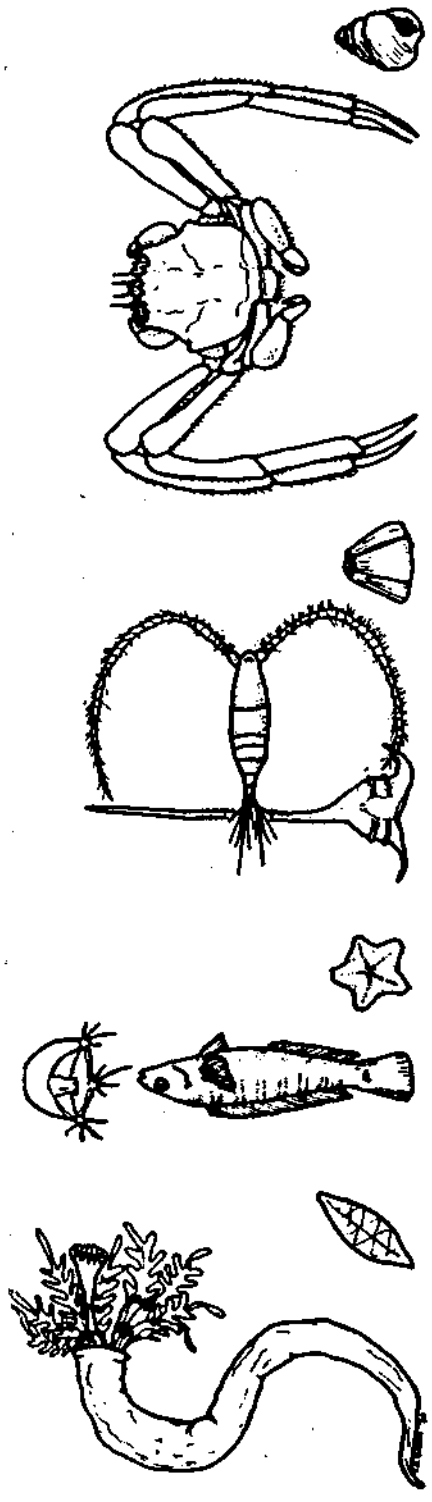
ISSN 1123-4245

Società Italiana di Biologia Marina



BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA

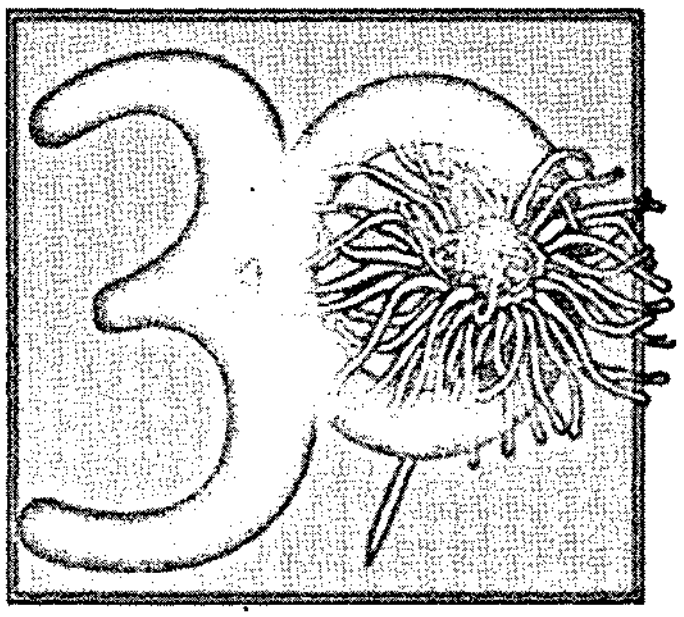


Vol. 7 - fasc. 1 - 2000 (PARTE PRIMA)

ATTI XXX Congresso SIBM

VIBO VALENTIA

7 - 12 Giugno 1999



ATTI

del XXX CONGRESSO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

VIBO VALENTIA
7-12 Giugno 1999

Ente Organizzatore

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
ISTITUTO SPERIMENTALE TALASSOGRAFICO - MESSINA

Comitato Organizzatore

Istituto Sperimentale Talassografico - CNR Messina
Spianata San Raineri, 86 - 98122 Messina
Tel. 090 669003 - Fax 090 669007
E-mail: istituto@talas.ist.me.cnr.it

Silvestro Greco (Presidente)
Ermanno Crisafi (Vice Presidente)
Gabriella Caruso
Lucrezia Genovese
Antonio Manganaro
Antonio Mazzola
Paola Rinelli

Comitato Scientifico

Antonio Cavaliere
Giovanni Bombace
Francesco Faranda
Letterio Guglielmo
Giuseppe Notarbartolo di Sciara

Segreteria Organizzativa

Titan Congressi
Via degli Arconti, 24
89127 Reggio Calabria
Tel. 0965 331999 - 332899 - Fax 0965 898979

Con il contributo di:

AREA RICERCA CNR - Catania
AICG/AICP - Roma
COOP. NAUTILUS - Vibo Valentia
COOP. PROMETEO - Catania
COOP. GAIA - Messina
COOP. HIPPOCAMPUS - Villafranca Tirrena
COMPUTER HOUSE - Vibo Valentia
Ditta G. BAUDUCCIO Rappresentanze - Catania
FELIAN S.P.A. - Roma
IDROMAR - Genova
ICRAM - Roma
LEGA PESCA - Roma
MED FISH - Gaeta
MEDITERRANEAN SEA PARK - Salerno
ODOARDI VINI
PHILIPS ELECTRON OPTICS
SYSTEA - Roma
TECHNO SEA - Roma
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA (DBAE)

Con il patrocinio di:

MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE
MINISTERO DELL'AMBIENTE
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
ICRAM
LEGA PESCA
REGIONE CALABRIA
PROVINCIA DI VIBO VALENTIA
COMUNE DI VIBO VALENTIA

Redazione Atti

Prof. Giulio Relini
Dott.ssa Elisabetta Massaro
Sig.ra Fiorella Moggia

La Direzione Generale Pesca ed Acquacoltura del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali ha contribuito finanziariamente alla stampa del presente volume.
Tutti i lavori pubblicati sono stati sottoposti al giudizio di due referee *per tramite dei Coordinatori.*

Le opinioni espresse negli articoli non necessariamente rappresentano quelle ufficiali della S.I.B.M.

ELENCO DEI PARTECIPANTI *

Ardizzone Giandomenico, Roma
Acunto Stefano, Pisa
Alabisio Giorgio, Taranto
Albertelli Giancarlo, Genova
Amato Ezio, Roma
Amedeo Salvatore, Barcellona
Andaloro Franco, Palermo
Artegiani Antonio, Ancona
Azzaro Filippo, Messina
Azzurro Ernesto
Barbato Fabio, Roma
Baroli Maura, Oristano
Bava Simone, Imperia
Bellan Gerard, Marsiglia
Bellan Denise, Marsiglia
Belluscio Andrea, Roma
Belmonte Genuario, Lecce
Benetti Gianni, Modena
Bergamasco Andrea, Venezia
Bernardini Marzia, Trieste
Bertolino Francesco, Trapani
Bombace Giovanni, Ancona
Bonanno Maurizio, Vibo Valentia
Borgatti Anna Rosa, Bologna
Bottari Teresa, Messina
Bova Giuseppe
Bressan Guido, Trieste
Bruni Vivia, Messina
Cabrini Marina, Trieste
Cagnetta Prospero, Bari
Calò Ester, Lecce
Caltavuturo Giovanni, Catania
Cancemi Gianluigi, Oristano
Canese Stefano, Roma
Cannavò Giuseppa, Messina
Cannizzaro Leonardo, Mazara del Vallo
Carlucci Roberto, Bari
Carretti Francesco, Livorno
Caruso Gabriella, Messina
Casellato Sandra, Padova
Castaldelli Giuseppe, Ferrara
Castellano Laura, Genova
Castelli Alberto, Sassari
Cattani Otello, Bologna
Cavallaro Mauro, Messina
Cavallo Rosa Anna, Roma
Cefali Antonio, Messina
Cellini Emilio, Crotone
Chessa Lorenzo, Sassari
Chiantore M. Chiara, Genova
Chiofalo Giuseppina, Loughborough (UK)
Ciattaglia Alessandro, Roma
Cormaci Mario, Catania
Corriero Giuseppe, Bari
Cosimi Giulio, Ancona
Cossu Andrea, Sassari
Costantini Marco, Trieste
Cotroneo Paola Serafina, Catania
Crema Roberto, Modena
Crisafi Ermanno, Messina
Cutitta Angela, Mazara del Vallo
D'Addabbo Angelo, Bari
D'anna Giovanni, Mazara del Vallo
Dalla Venezia Luisa, Venezia
De Angelis Giulia, Genova
De Domenico Emilio, Messina
De Rossi Patrizia, Roma
Desantis Salvatore, Bari
De Vittor Cinzia, Trieste
Decembrini Franco, Messina
Del Negro Paola, Trieste
Dell'Acqua Andrea, Genova
Demetrio Gregorio, Bari
Di Martino Vincenzo, Catania
Di Nardo Michele, Napoli
Drogo Alessandra, Messina
Faienza Maria Grazia, Bari
Falautano Manuela, Genova
Falchi Maria Paola, Sassari
Fano Elisa Anna, Ferrara

* Lista aggiornata

Faranda Francesco, Genova
Faraone Paola, Messina
Favaloro Eugenia, Palermo
Felizzola Paola, Roma
Ferrara Gabriele, Genova
Ferrari Carla Rita, Cesenatico
Fiorentino Fabio, Mazara del Vallo
Focardi Silvano, Siena
Fonda Umani Serena, Trieste
Furnari Giovanni, Catania
Gai Federica, Livorno
Gallo Maria, Bari
Galluzzo Giuseppa, Catania
Galluzzo Giacoma, Catania
Gambi Maria Cristina, Ischia
Gandolfi Gilberto, Parma
Garibaldi Fulvio, Genova
Gatto Andrea, Genova
Genovese Lucrezia, Messina
Ghirardelli Elvezio, Trieste
Giaccone Giuseppe, Catania
Giordano Daniela, Messina
Giorgetti Giorgio, Udine
Giovanardi Otello, Chioggia
Giuliani Silvia, Livorno
Gnavi Daniela, Genova
Grasselli Adalgisa, Modena
Greco Silvestro, Messina
Greco Raffaele, Vibo Valentia
Grimaldi Piero, Bari
Grimaldi De Zio Susanna, Bari
Gristina Michele, Mazara del Vallo
Guala Ivan, Oristano
Guandalini Flavia, Ferrara
Guglielmo Letterio, Messina
Innamorati Mario, Firenze
La Rosa Tiziana, Palermo
La Valle Paola, Roma
Labate Mario, Bari
Lanfredi Massimo, Ferrara
Lattanzi Lauretta, Tivoli
Lecca Elisabetta, Cagliari
Lembo Pino, Bari
Lentini Francesca, Messina
Leonardi Marcella, Messina
Levi Lisa, Torino
Loddo Nicola, Messina
Lopiano Luciana, Palermo
Lubrano Lavadera Silvestro, Procida
Magri Michele, Livorno
Maimone Giovanna, Messina
Maiorano Porzia, Bari
Manganaro Antonio, Messina
Manini Elena, Ancona
Mannini Alessandro, Genova
Marano Giovanni, Bari
Marin Maria Gabriella, Padova
Mariniello Loredana, Roma
Marino Gabriele, Catania
Massaro Elisabetta, Genova
Mastrototaro Francesco, Bari
Matarrese Alfonso, Bari
Mazzola Antonio, Messina
Megli Fiammetta, Bari
Melillo Chiara, Firenze
Mercurio Maria, Bari
Merello Stefania, Genova
Micale Valeria, Messina
Milillo Matteo, Taranto
Minniti Francesco, Messina
Mirto Simone, Palermo
Mistri Michele, Ferrara
Mitri Giovanni, Roma
Modena Milena, Genova
Morone De Lucia Maria Rosaria, Bari
Murenu Matteo, Cagliari
Nagni Gigliola, Roma
Nicoletti Luisa, Livorno
Nicotra Maria, Catania
Notarbartolo di Sciara Giuseppe, Roma
Novelli Raffaello, Ferrara
Occhipinti Anna, Pavia
Onorato Luca, Milano
Orecchia Paola, Roma
Ortis Marina, Roma
Paganelli Laura, Genova
Paggi Lia, Roma
Pais Antonio, Sassari

Palandri Giovanni, Genova
Panetta Pietro, Taranto
Pannocchi Andrea, Roma
Pansini Maurizio, Genova
Papparella Pasqua, Bari
Penna Marina, Roma
Penna Antonella, Urbino
Perdicaro Renato, Roma
Perdichizzi Francesco, Messina
Pernice Giuseppe, Mazara del Vallo
Perrucci Gianfilippo, Napoli
Pessani Daniela, Torino
Piccione Maria Elena, Roma
Pipitone Carlo, Mazara del Vallo
Piscitelli Gaetano, Genova
Polimeni Paolo, Villafranca
Potoschi Antonio, Messina
Puddu Alberto, Roma
Quaglia Antonio, Bologna
Quatraro Annunziata, Bari
Quero Maria Elena, Messina
Ragonese Sergio, Mazara del Vallo
Ragusa Simona, Rai
Rambaldi Eraldo, Roma
Ratto Antonio, Napoli
Reale Alessandra, Messina
Relini Marco, Genova
Relini Giulio, Genova
Relini Orsi Lidia, Genova
Rendinelli Samanta, Torino
Repaci Domenico
Rinaldi Attilio, Roma
Rinelli Paola, Messina
Rispoli Sabina, Napoli
Romanelli Giulia, Roma
Romeo Teresa, Messina
Romeo Vincenzo, Vibo Valentia
Rositani Lucio, Bari
Rossi Giorgio, Ferrara
Rossi Remigio, Ferrara
Rossi Marco, Genova
Russo Giovanni, Catania
Ryland J.S., UK
Sabatini Andrea, Cagliari
Saffioti Saverio, Palmi
Salvadori Susanna, Cagliari
Salvati Eva, Roma
Sandulli Roberto, Bari
Santulli Andrea, Erice
Sarà Gianluca, Palermo
Savona Benedetto, Palermo
Sbrenna Giovanni, Ferrara
Scalera Liaci Lidia, Bari
Scardi Michele, Bari
Schiapparelli Stefano, Genova
Serena Fabrizio, Livorno
Serra Alberto, Cagliari
Simonini Roberto, Modena
Silvestri Roberto, Livorno
Sinopoli Mauro, Palermo
Sion Letizia, Taranto
Smedile Franco, Villafranca
Smedile Giuseppe, Villafranca
Spanò Nunzia Carla, Messina
Spedicato M. Teresa, Bari
Spezie Giancarlo, Napoli
Tacchi Bruno, Genova
Tidu Carlo, Cagliari
Torchia Giovanni, Genova
Trabucco Benedetta, Roma
Trovati Gianluca, Genova
Tucci Paola, Livorno
Tunesi Leonardo, Roma
Tursi Angelo, Bari
Ungaro Nicola, Bari
Vacchi Marino, Roma
Valentini Andrea, Modena
Vallisneri Maria, Bologna
Vizzini Salvatrice, Palermo
Vlora Alessandro, Bari
Voliani Alessandro, Livorno
Zaccone Renata, Messina
Zampino Daniela, Messina
Zappalà Giuseppe, Messina
Zoppini Annamaria, Roma

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 1-27

J.S. RYLAND

School of Biological Sciences,
University of Wales Swansea, Swansea SA2 8PP, Wales, UK.

EUROPEAN MARINE BIOLOGY: PAST, PRESENT AND FUTURE

BIOLOGIA MARINA EUROPEA: PASSATO, PRESENTE E FUTURO

Abstract

Recorded marine biological observations by Europeans commenced in the mid 17th century with the compilations of naturalists and observations of mariners, intensifying with navigational developments and the 18th century preoccupation with exploring, collecting and classifying. These continued, with developing technology, through the early 19th century, with navigational emphasis on accurate surveying and hydrography but with voyaging ships carrying qualified naturalists to observe, collect and describe specimens. The intensive study of inshore waters by dredging developed, as the century progressed, into the controversy over the existence of sea-bed life at greater depths. This culminated with the expedition of the Challenger and those that followed. Shore based stations, generally to foster fisheries research or inspired by the evolutionary concepts of Darwin, were established in the latter part of the century and early in the 20th, while oceanic research extended up into the water column and down to great depths. Change is documented by analysis and comparison of a century of publications in the Journal of the Marine Biological Association and the Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli. Consideration is given to future developments, which are likely to be inspired by technological advances, constrained by finance, and directed by the needs of global change and environmental deterioration.

Key-words: *history, voyages, oceanography, marine stations, monitoring, symposia (EMBS).*

Introduction

With the financial and personal pressures surrounding scientific undertakings today, the advent of ever more powerful research tools, the excitement of recent discoveries in biology and in the oceans, and a general concern for the future of the marine environment, there is a danger that we shall lose sight of our roots and traditions. There is little enough time to instruct students of marine biology with the basic essentials of their science and, one suspects, none at all to explore the story of how they were discovered. General books are few (e.g. Kofoid, 1910; Herdman, 1923; Mills, 1989) and most favour either exploration, navigation and geography rather than life science (Dunmore, 1965; 1969; Beaglehole, 1966) or physical rather than biological oceanography (Wüst, 1964; Deacon, 1971). There is little encouragement for young scientists to read the classic accounts of ocean voyages, and shorter articles are difficult to find, most having been written prior to the advent of on-line databases and in journals we rarely consult. But the history of marine biology is our heritage, and is packed with the spirit of adventure and the excitement of discovery: the search for knowledge about a vast, difficult and all too often dangerous environment. One short paper will inevitably be both selective and superficial, biassed toward the more readily accessible literature on the history of events in Britain (e.g. Rice, 1986) and the author's own interests. Perhaps through being condensed, somewhat like an abridged novel, busy people may find time to read it on a train or plane, and use it as a gateway to a fascinating and instructive history.

The huge extent of the oceans, and their importance as a source of food and as a means of transport, ensures that their study must be as old as the civilizations built on their shores. The dolphin frescoes at Knossos imply that the Minoans had a close familiarity with marine animals by c. 1500 BC. Sea routes were explored and developed by seafaring, trading Mediterranean peoples such as the Phoenicians, who are believed to have circumnavigated Africa in c. 600 BC. The Greeks too had their navigators, such as Pytheas, who reached the Shetland Islands, and possibly Norway or Iceland, on his voyage around Britain in c. 325 BC. Greek mathematicians and astronomers discovered how to calculate latitude on the basis of daylength, and their philosophers were interested in the sea for its own sake. Aristotle theorized about the saltiness of the sea and was acquainted with dozens of species of marine animal and their anatomy – though his biological knowledge was recently derided as a "strange and generally speaking rather tiresome farrago of hearsay, imperfect observation, wishful thinking, and credulity" (Medawar & Medawar, 1985). Certainly, much of Aristotle's information was not original but that was far more true of Pliny. The Romans added less to our knowledge of the sea than the Greeks had done and Pliny's *Historia Naturalis* is a little more than a derivative compilation.

Voyages of survey and scientific exploration

Centuries later interest in the oceans was still, Phoenician style, associated with geographical exploration and the development of trading routes. The latter part of the Renaissance was an age of exploration, exemplified by the voyages of Diaz, Columbus, Cabot, da Gama, and Magellan; but the sailors of the fifteenth and sixteenth centuries were concerned for the safety of their ships and with navigational routes in coastal and ocean waters. The Manila galleon was not concerned with science. Colonization and trade by Portugal, Spain, Britain, France and Holland continued to provide the main impetus for geographical exploration and navigational advances, especially in the still little-known Pacific, e.g. the 1642-43 voyage of Abel Tasman (Beaglehole, 1966). William Dampier, best known as a buccaneer, followed Tasman; but the accounts of his voyages (Dampier, 1697 [1998]; 1709 [1981]), though clearly written intermittently, contain numerous biological and other scientific observations, such as those on turtles and manatees (Dampier, 1697 [1998]).

Geographical discoveries contributed to the awakening and flowering of the sciences which took place in Europe during the seventeenth century. In Britain, this period is remembered for the 1662 inauguration of the Royal Society by Charles II. Inquiry into the properties of the oceans was pursued by physical scientists such as Robert Boyle and Robert Hooke, while the Italian Luigi Marsigli (1658-1730) was visiting Constantinople and resolving those principles of fluid dynamics which allowed Black Sea water to flow out of the Bosporus above an undercurrent in the reverse direction (Deacon, 1971). While the fauna and flora of Britain (including fish and marine invertebrates) was being recorded by naturalists such as Francis Willughby (1635-72) and John Ray (1627-1705), it was Marsigli, now moved to France, who first seriously studied marine life. His classic study of the oceanography and marine life of the Golfe de Lion, the *Histoire physique de la mer* (Marsilli, 1725) was the first book devoted exclusively to marine science: bathymetry, physical and chemical properties of

sea water and, especially, the "vegetation of the sea" — algae, *Posidonia*, sponges (e.g. *Tethya*), anthozoans and erect bryozoans such as *Carbasea* (Pérès, 1968). [There was actually an Italian precursor to the biological component of *Histoire physique*, the *Brieve Ristretto*, published in Venice in 1711 (M. Burstyn in Pérès, 1968).]

Marsigli had collected *Corallium rubrum* with a primitive kind of grab but thought that the red coral was a plant and the polyps its flowers. Jean Peysonnel, a Marseilles physician, realized that corals were animals (Baker, 1952), but the animal nature of 'zoophytes' was only convincingly settled by the sophisticated experiments on the freshwater *Hydra* by Abraham Trembley (Baker, 1952) and the publication of John Ellis' *Natural history of the corallines* (Ellis, 1755). This finely illustrated volume described many sessile British species now classified as hydroids and bryozoans. Contemporaneously, in Sweden, Carl von Linné was producing his great classifications of animals and plants, culminating in the all-important 10th edition of *Systema naturae* (Linnaeus, 1758). Throughout Europe, following the Linnean example, the latter part of the 18th century was characterized by a vigorous search for new animals and plants to name, describe, and classify.

European nations such as England and France, repeatedly at war with each other, became increasingly preoccupied by the need to explore and establish strategic outposts in the Pacific region, leading to the voyages of Byron, Wallis, and Bougainville. The use of dead-reckoning and sand-glasses to track time had led to huge errors in the estimation of longitude. Resolution of the 'longitude problem' became a major issue in the eighteenth century, resolved ultimately by the construction of robust precision chronometers by John Harrison in England and Ferdinand Berthoud in Paris. Thus, only from the 1770s were English and French vessels able accurately to fix longitude. (Anglo-French rivalry continued over the choice of the zero meridian and, although Greenwich was internationally agreed by geographers in 1871, French maps used Paris as the zero of longitude until 1911.) Awakening interest in the natural sciences led both to the cataloguing of marine flora and fauna and to the supply of naturalists, *per se* or as ship's surgeons or captain's companions, in late 18th and early 19th century voyages (Tab. 1). Louis de Bougainville (voyage of 1766-69), with the important backing of Comte de Buffon, took P. Commerson as naturalist on his storeship *L'Etoile*, together with a surgeon, an astronomer and C.-N Othon, an adventurous aristocrat (Dunmore, 1965).

Though Britain was, in the late 18th century, a major sea power, hydrographic survey was largely a neglected field. Consequently, when astronomers of the Royal Society decided that the transit of Venus between the earth and the sun, predicted for 3 June 1769, should if possible be observed from the southern Pacific, George III and the Admiralty were readily persuaded to provide a ship. The coasts of Australia and New Zealand could then be charted and search prosecuted for the supposed southern continent *Terra Australis Incognita*; James Cook (1728-79), an expert surveyor, was appointed captain. The voyage was seen also as the means of collecting many exotic animals and plants, and the Royal Society proposed that one of its Fellows, wealthy naturalist Joseph Banks (1743-1820) should accompany Cook. Banks' entourage included artists and servants, together with a professional biologist, Linnaeus' pupil Dr Daniel Solander (1736-1782). Solander had come to Britain in 1760 bearing a letter of introduction

to John Ellis, written for him by Linnaeus, who had described Ellis as "the main support of natural history in England". Ellis later noted, in a letter to Linnaeus, that "No people ever went to sea better fitted out for the purpose of Natural History, ... They have got a fine library ... [and] all kinds of nets, trawls, drags and hooks for coral fishing; they have even a curious contrivance of a telescope, by which, when put into the water, you can see the bottom to a great depth, where it is clear" (Yonge, 1980). Some of the corals brought home were studied by Ellis and/or Solander (Cornelius & Wells, 1988) though both died before the superb *Natural History of Zoophytes* (Ellis & Solander, 1786) was published.

Tab. 1 - Some European voyages of exploration (1642-1850).
Alcuni viaggi di esplorazione europei (1642-1850).

Year(s)	Vessel(s)	Personnel	Location, Purpose, Points of Note
1642-43	*Zeehaen & Heemskerck*	A.J. Tasman	Australia and western Pacific; voyage of discovery (Ch. 7 Beaglehole, 1966)
1679-91, 1699-1701	Various, then *Roebuck*	William Dampier	Circumnavigation and exploration (Dampier, 1697 [1998]; 1709 [1981])
1766-69	*Boudeuse & Etoile*	L.-A. de Bougainville P. Commerson (Naturalist)	Circumnavigation (Ch. 9 Beaglehole, 1966)
1768-71	*Endeavour*	James Cook (Capt.) Joseph Banks & Daniel Solander	Circumnavigation; exploration of the Pacific. There were two further voyages, on the second of which Cook was killed in Hawai'i
1785-88†	*Boussole & Astrolabe*	La Pérouse (Capt.) Lamonon, Dufresne	Both vessels and their crews disappeared after leaving Botany Bay (see text); the journals having been sent to France (Dunmore, 1965)
1791-94	*Recherche & Espérance*	A.-R.-J. d'Entrecasteaux	Exploration of Tasmania and tropical Pacific islands (Dunmore, 1965)
1800-04	*Le Géographe & La Naturaliste*	Nicolas Baudin (Capt.) François Péron, C.A. Lesueur and others	(Dunmore, 1969)
1801-1803	*Investigator*	Matthew Flinders (Capt.) R. Brown, F. Bauer, P. Good	Survey of Australian waters; collections (Flinders, 1814)
1803-1817	*Resolution, Esk*	William Scoresby, Jr	The Arctic and northern whaling (Scoresby, 1820)
1817-1820	*Uranie* (sank in Falkland Is) *Physicienne* from Monte Video	L. de Freycinet J.R. Quoy & J. Gaimard (Surgeons)	(Dunmore, 1969)
1819-1821	*Vostok & Myrny*	Thaddeus Bellingshausen & Mikhail Lazarev (Capts)	Antarctic
1826-1829	*Astrolabe*	J. Dumont d'Urville (Capt.); Quoy & Gaimard	(Dunmore, 1969)
1831-1836	*Beagle*	Robert Fitzroy (Capt.) Charles Darwin	Survey of South American waters; circumnavigation. Darwin made collections and formulated ideas on coral reefs; for references see text.
1839-1843	*Erebus & Terror*	James Clark Ross (Capt.) J.D. Hooker (surgeon/-naturalist)	Antarctic. Magnetic field measurements, survey, oceanography, botany and marine biology (Rice, 1986)
1841-1842	*Beacon & Isabella*	Thomas Graves (Capt.) Edward Forbes	Aegean and Mediterranean. Led to the 'Azoic theory' — a major stimulus for further work
1846-1850	*Rattlesnake* etc.	Owen Stanley (Capt.) T.H. Huxley & J. MacGillivray	Survey of Great Barrier Reef and Papua New Guinea waters; much marine collecting, especially with townets (Huxley, 1936)

During the first voyage (1768-1771), Cook reached Tahiti in time to observe the transit of Venus, charted much of the New Zealand coastline and sailed up

the eastern seaboard of Australia. Here he encountered the Great Barrier Reef in memorable and nearly disastrous fashion. On 11 June 1770, *Endeavour* crashed into a patch reef off the site of present-day Cooktown. Having thus discovered the reef, Cook, with the *Endeavour* repaired, followed it warily northwards to Torres Strait and thence headed for home. Although Cook made two more voyages (1772-75, 1776-80) he never returned to the reef, which was subsequently further delimited and charted by Matthew Flinders (1814), with the patronage of Banks, in the *Investigator* (1801-03). Banks meanwhile in 1778 had become President of the Royal Society – a post he held for a remarkable 43 years; he was a generous patron of natural science. It was he who encouraged the whaling officer William Scoresby Jr. to develop his interest in marine science. Scoresby's voyages to the Arctic were amongst the most important of the early nineteenth century and led to the seminal *Account of the Arctic Regions* (1820).

French 18th century voyages of scientific exploration (Tab. 1) continued (Dunmore, 1965), as with the attempted circumnavigation (1785-1788) by La Pérouse, which ended when his ships were wrecked at Vanikoro in the Santa Cruz islands. Whatever the actual fate of the voyagers, none survived. A.-R.-J. d'Entrecasteaux, with a good complement of able scientists, attempted (1791-94) to find La Pérouse but without success. He actually sighted Vanikoro but was hampered in all his searching by the expedition's heavy, unmanoeuvrable vessels. He himself died at sea, near the Ninigo Is, and the expedition, plagued by disease and confounded by the revolution at home, terminated in Java. His voyage achieved some notable surveying and the collections eventually reached England, being restored to France through the assistance of Banks. La Pérouse's fate was eventually established in 1827 by Peter Dillon, an Irishman trading among the islands (Dunmore, 1965).

French 19th century voyages of science and discovery have been described by Dunmore (1969) in a second volume, and include the expedition of Nicolas Baudin and François Péron (accompanied by C.A. Lesueur and 20 other savants) to Australia and Timor (1800-04), which notably met with Flinders' *Investigator* in Encounter Bay, South Australia, during March 1801. (France and Britain were at war but safe passage had been agreed for the vessels of both explorers.) *Naturaliste* was sent back to France with collections in 1802 and *Géographe* finally returned in 1804, with "more than one hundred thousand specimens of animals large and small", though Baudin had died in the Île de France (Mauritius) on the way. (The unfortunate Flinders, no longer protected by the diplomatic immunity granted to the *Investigator,* arrived in Mauritius after *Géographe* had sailed and was imprisoned there from 1803 until 1810). On their return, Péron and Lesueur wrote major biological reports. Louis de Freycinet, mindful of the trouble and discord the savants had caused Baudin, took none on the *Uranie*, but his two surgeons J.-R. Quoy and J.-P. Gaimard were able naturalists (as their reports show). They were responsible for the observation, later crucial for Darwin, that corals are confined to shallow illuminated waters (Yonge, 1980); they assumed that atolls formed on the summits of barely submerged volcanoes. *Uranie* struck a rock in the Falkland Is on the way home. The mariners were rescued by the trader *Mercury* and taken to Montevideo. Freycinet bought the ship, renamed it *Physicienne* and returned to France. Despite the loss in the Falklands, vast collections from the tropical Pacific were safely brought to France.

Other voyagers included L.-I. Duperry (who had sailed with Freycinet), accompanied by Dumont d'Urville, whose voyage in the *Coquille* (1822-25) was primarily scientific; Honoré de Bougainville in the *Thétis* and *Espérance* (1824-26); and d'Urville. D'Urville (1826-29) also used the *Coquille* but renamed it *Astrolabe*, took the same officers, and employed Quoy and Gaimard as surgeons. Much surveying was accomplished, particularly in New Zealand; Fiji's great Astrolabe reef was discovered, and La Pérouse's fate was confirmed. Again, major collections were returned to France. The last of these great French voyages (taking place after that of the *Beagle*) was d'Urville's second circumnavigation (1837-40), again in the *Astrolabe* but accompanied by the *Zélée*. Attention by then was turning from the Pacific to the Antarctic, following James Weddell's discovery of the sea that bears his name. D'Urville sailed through Melanesia to Australia and New Zealand, finally probing as far south as Adélie Land (which he discovered and named after his wife) in January 1840. Sadly, having survived three great ocean voyages, Dumont d'Urville and his wife were killed near Paris in a train crash in 1842. The relevant expedition reports of all these voyages can be found listed in Dunmore's book (1969).

The purposes of the voyage of the *Beagle* (1831-36) were charting the coast of South America and developing the accurate fixing of longitude during a circumnavigation of the world (Darwin, 1839; and Moorehead, 1969, for a recent popular account). Darwin, selected to accompany Capt. Robert FitzRoy, was inexperienced and newly graduated from Cambridge. His marine work has inevitably been eclipsed by his theory of evolution by natural selection. Parts of the voyage, however, have more direct relevance to the development of marine biology. In the spring of 1836 the *Beagle,* on the leg homeward from Australia, visited Cocos Islands in the Indian Ocean. Darwin had observed atolls from the *Beagle* in the Pacific and had been puzzling over their origin. During the voyage he had been reading Lyell's newly published *Principles of Geology*, expounding the concept of gradual change, and had himself observed marine fossils high above sea level in South America: clearly, he reasoned, the relative levels of sea and land can alter. Darwin deduced that an atoll would be formed if a coral-girt island was sinking slowly and steadily into the sea. At the Cocos Islands, which FitzRoy had been instructed to survey, soundings were made, confirming that the atoll reef plunged steeply into the ocean and that living coral was found only near the surface. On his return Darwin published first his *Journal of Researches* (1839) and then *The Structure and Distribution of Coral Reefs* (1842) in which his hypothesis was elaborated. Though accepted by Dana (1875), it is a theory which was much disputed (especially by John Murray) and finally confirmed only by geological surveys at Eniwetak and Bikini atolls in the central Pacific associated with their use for testing atomic bombs. At Eniwetak deep drilling showed that the atoll consists of a coralligenous limestone cap some 1200 m in thickness resting on the flat basaltic top of a volcano. It seems that the summit of the volcano was above sea level early in the Tertiary period, and was eroded to a level platform by the waves. The explanation of the mechanism of submergence became apparent only after the discovery of sea-bed spreading and elaboration of the concepts of plate tectonics.

John Richardson, a naval surgeon who had twice sailed with Franklin to polar waters, was employed at the British naval hospital and taught young assistant surgeons how to become naturalists prior to being sent on a voyage (Ritchie,

1968). By this route J.D. Hooker was appointed to sail with James Clark Ross to the Antarctic (1839-1843). Ross and Hooker used a dredge down to 400 fathoms (1 fathom = 1.83 m), obtaining much evidence of animal life (though no collections were ever placed in museums, many fish species were described (Deacon, 1968)). This was also the time of the US Exploring Expedition (1838-42) under the command of Capt. Charles Wilkes, with J.D. Dana as naturalist (Schlee, 1973); and of the *Rattlesnake*'s voyage (1846-1850) to Australia with W. Macgillivray as naturalist and T. H. Huxley (another of Richardson pupils) as surgeon (see Huxley, 1936). Charting the area of the Great Barrier Reef, graveyard of many ships, was a priority. Sailing ships could not easily beat westwards round the south of Australia against the prevailing winds ('roaring forties'), but after passage through Torres Strait the trade winds provided favourable passage. Huxley was particularly interested in the pelagic fauna, such as the siphonophores and salps, and it was the papers sent home from this voyage that established his reputation as a comparative morphologist.

Edward Forbes (1815-1854) was born in the Isle of Man, and grew up with a strong interest in natural history. Like Scoresby and Darwin before him, he attended lectures by Robert Jameson at Edinburgh. During the summers, from 1832 onwards, he started dredging the Irish Sea with the naturalists' dredge invented by O. F. Müller in 1799. In 1839 he joined John Goodsir in a dredging expedition to the Shetland Islands, the results from which were reported to the British Association for the Advancement of Science. These were so well received that a Committee "for the investigation of British marine zoology by means of the dredge" was formed to supervise shallow water collecting, which was then conducted enthusiastically (Rice & Wilson, 1980). The first published report of the Dredging Committee (and the only one prepared by Forbes himself) was presented to the British Association in 1850. It was through the dredging activities which Forbes had initiated that a remarkably complete knowledge of the marine fauna surrounding the British Islands was assembled. This was reflected in the production of many magnificent monographs on marine animals, most of which survived as standard works of reference well into the mid-20th century. In 1841 Forbes had been offered the position of naturalist on board the *Beacon* for a voyage to the eastern Mediterranean and the Aegean (Rice, 1986). Dredgings were successfully completed to depths of 230 fathoms. In these Forbes observed an attenuation of both faunal diversity and abundance with increasing depth: this led him, of course being unaware of the peculiar physical conditions in the eastern Mediterranean, to speculate that the seas would be azoic below about 300 fathoms. The efforts to support or negate this theory provided a great stimulus for research by deep dredging in the late nineteenth century. This erroneous concept aside, Forbes made a great contribution to European marine biology. Like Huxley he had struggled with overwork to make a living as a professional academic on a scandalously low salary. He died at the early age of 39, only six months after being appointed to the prestigious Chair of Natural History at Edinburgh, following Jameson's retirement. Several appreciations of Forbes have been written (e.g. by Merriman, 1965).

Voyages of oceanographic research

Charles Wyville Thomson (1830-1882), like Forbes, was sent to Edinburgh to study medicine but found natural science more to his inclinations. After

Edinburgh, he held various posts including the chair of Natural History at Belfast. In this city Thomson became established as both a palaeontologist and a marine biologist of repute. He was particularly interested in the crinoids and was greatly excited by the news that Michael and George Sars had obtained a stalked crinoid, very like the fossil forms with which he was familiar, from 450 fathoms in the Lofoten fjords of western Norway. Animals had also by this time been found adhering to submarine cables raised from well below 300 fathoms. Thus it seemed to him that not only was there life in the deep sea but that such depths might provide a refuge for archaic forms. Thomson, with the aid of his more senior colleague, W. B. Carpenter, persuaded the Royal Society to approach the Admiralty for a vessel with which to undertake deep dredgings to resolve the matter.

As a result of this initiative Thomson, Carpenter and others were provided first with the *Lightning* and then the *Porcupine.* The results shattered two widely-held misconceptions. Dredgings from as deep as 2500 fathoms came up containing animals, whilst the deep-sea thermometers registered temperatures down to 0° C. (Even in 1868 it was still widely held that the coldest water in the deep ocean would be 39-40° F ($\approx$ 4°C), a completely false conclusion from the established fact that *fresh* water reaches its maximum density at that temperature.) Moreover, dredging west of the Shetland Islands, they found one type of bottom fauna in water at 47° F ($\approx$ 8°C) but, not far distant, a different community in water at 32° F (= 0°C). Wyville Thomson hypothesized that a submarine ridge must separate the water masses of Arctic and Atlantic origin. These researches were reported in *The Depths of the Sea* (Thomson, 1873), brought Thomson considerable fame, and led to his appointment to the prestigious Chair of Natural History at Edinburgh.

Carpenter and Thomson, with the support of Capt. G. H. Richards, Hydrographer of the Navy, through the British Association, the Royal Society and the Admiralty, now pressed the government to undertake a major voyage of scientific discovery and circumnavigation. Britain's position in marine science was perceived to be under threat from developments in other countries: Louis and Alexander Agassiz in the United States were making an outstanding contribution to biology and oceanography, with men such as L. F. de Pourtalès and A. E. Verrill exploring the bottom fauna off the eastern seaboard as Forbes, Gwyn Jeffreys and others had done around the British Isles. And the Germans were planning their North Sea expedition (*Pomerania,* 1871-1872). Moreover, a surveying voyage was seen as providing information about the sea bed vital for the laying of submarine telegraphic cables needed to link the countries of the Empire. The idea of a single, high prestige venture appealed to the government of the day, and the great *Challenger* expedition was conceived. Wyville Thomson headed the scientific team of three naturalists (John Murray, H.N. Moseley and R. von Willemoës-Suhm) and a chemist (J.Y. Buchanan).

The objectives of the expedition were unambiguous: to study (1) the physics and chemistry of sea water at all depths, (2) the nature of the bottom deposits, and (3) the distribution of life, especially in the deep ocean. *Challenger* sailed on 21 December 1872, not to return until 24 May 1876. In this time she sailed 68,890 nautical miles and worked 362 stations generally some 200 miles apart. She sounded a maximum of 4,475 fathoms in the Mariana Trench and dredged animals from depths in excess of 3000 fathoms. After the expedition Thomson (1877) completed *The Voyage of the Challenger: the Atlantic*, in which he was

able to present a first evaluation of their achievements. The greatest effort at the sampling stations had been expended on the sea bed. At each one the depth was sounded, samples of sediment and bottom water were recovered, the temperature above the sea bed was recorded, and a faunistic sample was collected by the trawl. The topography of the ocean bed was revealed by the soundings to an extent never before achieved (though the American oceanographer Maury had earlier prepared the first bathymetric map of the North Atlantic). The characterization of the sediments and the mapping of their distributions represent a major and fundamental achievement of the voyage. Zoologically it established not only the existence but the nature of the abyssal fauna, and demonstrated its essential similarity throughout the worlds' oceans. Pelagic life was also collected, and Buchanan contributed a major study on surface salinity. The *Challenger* voyage was "to add the greatest single contribution to scientific knowledge of marine life since Aristotle had begun this over 2000 years previously" (Yonge, 1972). The centenary of the departure was marked by a major conference in Edinburgh (see Yonge, 1972) and numerous other publications (e.g. Linklater, 1972; Mills, 1973). Wyville Thomson had been able to draft only the first volume of the *Challenger* reports, for by then his health was failing. John Murray (1841-1914) succeeded him as Director and editor of the expedition reports. These – fifty huge volumes – steadily appeared in the years up to 1895. The success of the *Challenger* expedition led scientists in many other countries to mount similar voyages of scientific exploration (Tab. 2). In 1880, Capt Tizard and John Murray on the *Knight Errant*, and two years later on the *Triton*, found and surveyed the ridge that Wyville Thomson had hypothesized to exist, and the different benthic faunas on its two sides, naming the ridge after Thomson, who had just died.

A major benefactor and contributor to marine science at this time was Prince Albert of Monaco (1848-1922), descendent of the Genoese Grimaldi family (Herdman, 1923). In increasingly large ocean-going yachts, from the first *Hirondelle* to the second *Princesse Alice*, he explored the Mediterranean and much of the Atlantic from the equator to the Arctic circle. The Prince was an innovator, developing sampling gear, studying sperm whales (and their diet of giant squids), and tracking ocean currents with drift bottles (Schlee, 1973). The magnificently situated Musée Océanographique was opened in 1910, four years after he had founded the oceanographic institute and its associated professorships in Paris.

Important developments in the study of plankton were taking place at Kiel, Germany (Mills, 1989). Here Victor Hensen (1835-1924) was experimenting with vertically hauled nets carefully designed to filter completely a column of water of known cross-sectional area. This enabled the number of organisms in the plankton below a known surface area to be calculated. In turn this facilitated, for example, the assessment of the size of a fish population from the computed number of eggs present above the spawning grounds; but it also started to reveal that plankton was very unevenly distributed, such that a pair of nearby hauls might differ substantially in the composition of the catch (though Herdman was the discoverer of such 'patchiness'). Expeditions such as the *National* (1889) for Germany and, later, the voyages of the *Thor* and *Dana* for Denmark extended the observations from west European waters into the Atlantic and Mediterranean. Today studies on marine life are essentially quantitative, and it was Hensen and the "Kiel School" who pioneered this approach (Currie, 1972),

though not all at the time approved of Hensen's methods or some of his conclusions (Mills, 1989).

Tab. 2 - Some European Oceanographic Cruises 1868-1952. There are also tabulations (and photographs) and cruise tracks of vessels undertaking physical oceanographic research in Wüst (1964).

Alcune Crociere Oceanografiche Europee tra il 1868 e il 1952. In Wüst (1964) vi sono anche elenchi, foto e rotte delle navi impiegate per la ricerca oceanografica fisica.

Year(s)	Vessel(s)	Personnel	Location, Purpose, Points of Note
1868	*Lightning*	W.H. May (Capt.) C. Wyville Thomson & W.B. Carpenter	Deep dredging and hydrography between the Hebrides and Shetland. Dredged to 650 fathoms (1189 m). See Thomson (1873)
1869-1870	*Porcupine*	E.K. Calver (Capt.) J.Gwyn Jeffreys, C. Wyville Thomson, W.B. Carpenter	Off the west of Ireland, dredging (to 2700 m); SW of Ireland, dredging to 4289 m; Faröe–Shetland area; western Mediterranean (Thomson, 1873).
1872-1876	*Challenger*	G.S. Nares (Capt.) Wyville Thomson, John Murray, H.N. Mosely & R. von Willemöes-Suhm	Atlantic, followed by circumnavigation. Apart from the 50 vols of Reports, contemporary accounts by Thomson (1877) & Spry (1889), later books and articles by Deacon (1971), Linklater (1972), Mills (1973), Yonge (1972) etc.
1876-1878	*Vøringen*		Den Norske NordHavs-Expedition
1878-1882	*Alert*	J.L.P. Maclear (Capt.) R.W. Coppinger	S. America, tropical Australia, Indian Ocean (Rice, 1986)
1880s	*Travailleur & Talisman*	A. Milne-Edwards	
1882-1885	*Vettor Pisani*	G. Palumbo (Capt.)	Circumnavigation
1888-1922	*Hirondelle, Princesse Alice*	Prince Albert I of Monaco	North Atlantic
1889	*National*	Victor Hensen	'Plankton Expedition'
1895-1896	*Ingolf*		
1898	*Valdivia*	Carl Chun	German Deep-Sea Expedition (Chun, 1903)
1899-1900	*Siboga*	G.F. Tydeman (Capt.) Max Weber (Leader)	Indonesian Archipelago
1910	*Michael Sars*	John Murray & Johann Hjort	Norwegian Sea, North Atlantic (Murray & Hjort, 1912)
1924-1927	*Discovery & William Scoresby*	J.R. Stenhouse (Capt.) Stanley Kemp, Alister Hardy etc	Antarctic (see Hardy, 1967)
1928-1929	*Dana*	G. Hansen (Capt.) Johannes Schmidt	
1929-1951	*Discovery II*		'*Discovery*' investigations in the Antarctic
1950-1952	*Galathea*		Circumnavigation; abyssal depths (Bruun *et al.*, 1956)

Murray himself remained active as one of the leaders of marine biology and in 1910, at the age of 70, spent four months on the Norwegian vessel *Michael Sars*. From this cruise Murray, Johann Hjort (1869-1948) and others produced another classic, *The Depths of the Ocean* (Murray & Hjort, 1912). The *Challenger* scientists with small pelagic nets had established that animal life was present

in the middle waters of the ocean. Murray and Hjort on the *Michael Sars* studied this fauna thoroughly using vertically hauled closing nets which would sample only between precisely determined depths, and by the simultaneous horizontal towing of several nets set at a series of depths. In these ways reasonably quantitative data were obtained on the depth range and abundance of many pelagic animals. They discovered that in the surface waters (0-150 m) fish and some invertebrates were mainly blue, while fish larval stages and other invertebrates were transparent; a zone of middle waters (roughly 150-500 m, 'mesopelagic') was characterized by small silvery or greyish fishes with large eyes; and below 500 m ('bathypelagic') the fish were black, the crustaceans mainly red (and thus black when illuminated only by blue light), and other invertebrates were violet, dark-brown or black. Thus the life zones of the open ocean were largely discovered and characterized on this North Atlantic voyage.

European marine stations

In mid-19th century Europe (Hedgpeth, 1972) shore animals were being both studied and popularized by books such as, in Britain, *A Naturalist's Rambles on the Devonshire Coast* (1853) and *Tenby: a Seaside Holiday* (1856) by P. H. Gosse (1810-88). Tenby was fashionable with Victorian marine naturalists, including George Busk and T.H. Huxley. This same period saw a major innovation, the marine station. Most people do not live by the sea, and the study of marine life is too vital to be left solely to those fortunate enough to do so. Even the latter require aquarium facilities, microscopes and, nowadays, a wealth of sophisticated apparatus. Above all, as reviewed by Riedl (1980), scientists need access to specimens which, in the main part, live in or below the waters of the sea. To meet this need marine stations had been opened, generally in towns with good harbours, in France, at Concarneau and Arcachon and at Sevastopol in the Crimea (Tab. 3). The Laboratoire de Zoologie Marine et de Physiologie at Concarneau was opened by Professor J.J. Coste in 1859 and became an adjunct facility of the College of France (Kofoid, 1910). The Station Biologique d'Arcachon was founded by the Société Scientifique d'Arcachon (Kofoid, 1910). Other marine stations in France included Roscoff, founded by Henri Lacaze-Duthiers (1821-1901) of the Sorbonne, with government subsidy; and the Russian Zoological Station at Villefranche-sur-Mer, whose convoluted beginnings have been fully recounted by Trégouboff (1983). It was largely the mid-nineteenth century influence and Mediterranean researches of Carl Vogt (1817-95), refugee from Giessen on account of his radical politics, which led to the founding of the marine station; but not until 1882 did J. Barrois, financially supported by the wealthy but controversial Swiss émigré H. Fol (1845-92), a student of Ernst Haeckel, become founding director of a small laboratory. Shortly afterwards, A. Korotneff (1852-1915) secured permission to utilize buildings, which formerly housed a small Russian naval contingent, as a laboratory. The two facilities were logically combined in a Franco–Russian venture in the large 'Maison russe'. However, Korotneff and Fol (who subsequently drowned when his yacht was lost at sea) fell out, which led to the expulsion of Barrois in 1888 and Villefranche became a Russian marine station for the ensuing 23 years (Trégouboff, 1983). The Laboratoire Arago at Banyuls-sur-Mer had meanwhile been founded by

Lacaze-Duthiers; the foundation stone was laid in 1881 and the laboratory opened in 1882 (Kofoid, 1910).

Tab. 3 - Some European marine stations and their year of foundation.
Alcune stazioni marine europee e l'anno della loro fondazione.

Year	Laboratory	Country	Notes
1859	Laboratoire Maritime, Concarneau	France	(Kofoid, 1910)
1863	Institute Universitaire de Biologie Marine de Bordeaux, Arcachon	France	(Kofoid, 1910)
1871	Marine Station at Sevastopol	Russia (now Ukraine)	(Kofoid, 1910)
1872	Station Biologique, Roscoff	France	(Bergerard, 1972)
1872	Stazione Zoologica di Napoli	Italy	Opened 1873 (see text)
1972	Station marine d'Endoume (Université d'Aix-Marseille)	France	(Kofoid, 1910)
1874	Station zoologique de Wimereux	France	(Kofoid, 1910)
1875	Royal Zoological Station in Trieste (Stazione Zoologica di S. Andrea a Trieste)	Austria-Hungary (Italy)	(Kofoid, 1910) Original station closed in 1920
1877	Kristineberg Marine Biological Station, Fiskebäckskil	Sweden	(Kofoid, 1910; Svedmark, 1966)
1879	Station de Biologie marine et lagunaire, Cette (now Sète) (Université de Montpellier)	France	(Kofoid, 1910)
1882	Station Zoologiques, Villefranches-sur-Mer	France	(Trégouboff, 1983)
1882	Bergen Biological Station	Norway	(Brattström, 1967; Brattström & Høisæter, 1992)
1882	Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer	France	(Kofoid, 1910)
1884	Gatty Marine Laboratory (University of St Andrews)	Scotland	Became the Gatty Laboratory in 1892 (M'Intosh, 1896)
1888	Plymouth Marine Laboratory	England	(Southward & Roberts, 1987); a fisheries branch at Lowestoft opened in 1902
1890	Nederlands Instituut vor Onderzoek der Zee, Texel	Netherlands	(Zijlstra, 1973)
1891	Zoologisches Station der Berliner Aquariums (now Center for Marine Research Rovinj)	Austria-Hungary Croatia	(Zavodnik, 1995)
1892	Port Erin Marine Laboratory (University of Liverpool) (Preceded by a station on Puffin Island, 1887).	Isle of Man	(Herdman, 1903; Naylor, 1981)
1892	Biologisches Anstalt Helgoland	Germany	(Kinne, 1967; Werner, 1993; Hagmeier, 1998)
1896	Marine Station, Millport (now University Marine Biological Station, Millport (University of London))	Scotland	Preceded by the *Ark* (at Granton, 1883-85, Millport 1885-1900) (Marshall, 1987)
1897	Dove Marine Laboratory, Cullercoats (University of Newcastle-on-Tyne)	England	(Hudleston *et al.*, 1910)
1899	Musée Océanographique de Monaco	Monaco	Completed 1909 (Kofoid, 1910)

However, the most influential stimulus for the marine station movement in Europe came from the German Zoologist Anton Dohrn (1840-1909). In 1867 Dohrn had visited David Robertson, an amateur naturalist living at Millport, in the west of Scotland, to observe crustaceans. The following year he was in Sicily, where he had earlier studied at Messina, searching for a site to build

a marine station. However, no doubt influenced by Carl Vogt, who had wanted to establish a marine station at Naples, it was Naples that Dohrn chose.

Dohrn obtained grants of money from the German and Italian governments, raised voluntary contributions in England (where – having similar perspectives on Darwinism and animal evolution – he had the support of T.H. Huxley, who was able to obtain generous donations from his friend the industrialist Sir William Armstrong and others (Desmond, 1997)) and elsewhere, and provided the rest himself. The foundations of the Stazione Zoologica di Napoli, situated in a strip of parkland on the sea front, were laid earlier in the very year that *Challenger* sailed on her historic voyage. The formal opening took place in February 1874. Dohrn remained director for over 30 years, adding more buildings, and establishing the Stazione's international character. Expenses were met partly by subsidies from several European governments, partly by receipts from the public aquarium but also from the rental of 'tables' (laboratory space with concomitant facilities) by universities and other research institutions from all over the world. Similar laboratories were opened in Trieste (1875), then in Austria-Hungary; and Kristineberg, Sweden (1877). The original station at Trieste closed in 1920.

In Britain there was increasing awareness of the importance of food fishes and the fisheries dependent upon them. The first UK fisheries organization was the Fishery Board for Scotland, established in 1809, but given a research commitment in 1882. In the latter year also W. C. M'Intosh (1838-1931), a practising physician and Professor of Natural History at St. Andrew's University, started to use the zoological laboratory for marine research, particularly the early development of fishes. In 1884 a grant from the Fishery Board facilitated the equipping of a wooden building near the harbour, and the St. Andrews Marine Laboratory thus became the first in Great Britain. A generous donation from Mr C.H. Gatty in 1892 made possible the construction of a permanent building (M'Intosh, 1896).

Also a reflection of the attention being paid to fisheries at this time were the fisheries exhibitions, although the main incentive for these was commercial, to stimulate trade and provide entertainment. The first had been held at Arcachon, but similar exhibitions were subsequently staged in Britain: in Norwich (1881), Edinburgh (1882) and London (1883). The surplus profits from the 1882 exhibition were made available to the Scottish Meteorological Society to found a marine station. In 1884 John Murray converted a barge into a floating laboratory, calling it the *Ark*, mooring it at Granton, near Edinburgh, in an old quarry open to the Firth of Forth. In the following summer a shore laboratory was opened at Granton and Murray had the *Ark* towed to Millport, on Great Cumbrae island in the Firth of Clyde, where it was beached and subsequently supervised by David Robertson. A permanent station was opened at Millport in 1897 (Marshall, 1987) but the *Ark* was destroyed in a storm three years later. The Scottish Marine Station at Edinburgh never received support from the Fishery Board and duly closed, but the Board established its own laboratory at Aberdeen in 1898. Marine Biology returned to Edinburgh in 1950, when A.C. Hardy's continuous plankton recorder scheme was transferred from Hull to Edinburgh to become the basis for the Oceanographic Laboratory of the SMBA (see below).

The Millport laboratory was managed by the Marine Biological Association of the West of Scotland, which became the Scottish Marine Biological Association in 1914. The SMBA remained at Millport until the late 1960s, but was then

gradually transferred to new laboratories at Dunstaffnage, Oban, the move being completed in 1970. The Millport laboratory has now become the University Marine Biological Station, administered by the University of London.

The fisheries exhibitions led to an appreciation that organized fisheries research in Britain lagged behind that in other European countries. Consequent upon this situation T. H. Huxley, W. B. Carpenter, Ray Lankester, H. N. Moseley and other leading zoologists met at the Royal Society in March 1884 and founded the Marine Biological Association of the United Kingdom (MBA), with Huxley as President. The MBA met later that year, first to discuss sites for a laboratory and, later, to accept the offer of a site on the Hoe from Plymouth Town Council. The MBA journal first appeared in 1887. As at Naples, a journal was seen as a form of currency, being used in exchange for the publications of other institutions with similar or related interests. The laboratory, finely situated on the Citadel above Plymouth Sound, was opened in June 1888. A very full account of the first 100 years of the Laboratory has been given by Southward & Roberts (1987) and will not be repeated. The English fisheries laboratory at Lowestoft commenced work in 1902, as an offshoot from the Plymouth laboratory, though it was closed down between 1910 and 1919. The Plymouth laboratory continued to grow in size and reputation but the largest jump was associated with the formation of the Institute of Marine Environmental Research (IMER) at the western end of the Hoe in 1970. This incorporated the Oceanographic Laboratory, moved down from Edinburgh, and at first functioned as an independent laboratory under the direction of R.S. Glover but was later merged with the Marine Biological Association as the Plymouth Marine Laboratory (PML).

Following the foundation of the laboratory at Plymouth, other European marine stations opened in quick succession (Tab. 3): e.g., Texel, Netherlands (1890); Rovinj, now in Croatia (1891); Bergen (1891); Port Erin, Isle of Man (1892: preceded briefly by a station on Puffin Island, North Wales); Helgoland, Germany (1892); Monaco (1899) and the Dove, near Newcastle, England (1908; preceded by a small building built by the Northumberland Sea Fisheries Committee in 1897). Others came much later, e.g. Menai Bridge, Wales (1949) and Helsingør, Denmark (1957).

A marine institute in a transportable wooden building was founded at Den Helder, on the southern shore of the Marsdiep, the southernmost passage into the Waddenzee, in 1876. This was moved around, for example to one of the Wadden islands, as required but was replaced by a permanent building in 1890, with Dr P.P.C. Hoek as director. In 1928 fisheries and basic research functions were formally separated, resulting in the two institutes which still exist. The Fisheries Institute was moved southwards to IJmuiden whilst the Zoological Station was established across the Marsdiep on the island of Texel in 1969, having outgrown its original home in Den Helder (Zijlstra, 1973). It is now the Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (Netherlands Institute for Sea Research).

Convenience for travel from central Europe and the range of habitats available led to the foundation of the Zoologisches Station der Berliner Aquariums at Rovinj in Istria, then part of Austria-Hungary, in 1891. There were no permanent staff but facilities similar to those at Naples were available for visitors (Zavodnik, 1995). After failure of the Berlin Aquarium, the station was for a time continued privately by its director, Dr O. Hermes, and his heirs, but then sold to and administered

by the Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wisschenschaften (K-W-GFW) until the end of World War I. In 1918, when the Istrian peninsula was annexed by Italy, it became the Stazione Zoologica di Rovigno d'Istria. In 1920, when the station in Trieste closed, personnel, equipment and library were removed to Rovinj and, in 1931, a joint management board was formed between the R. Comitato Talassografico Italiano and the K-W-GFW, which continued until the station was closed during World War II and all removable assets were taken to Italy. The station reopened in 1948, with Rovinj by then a part of Jugoslavia, and, under various controlling organizations, eventually became the 'Center for marine research Rovinj' and part of the 'Ruder Boškovi' Institute in Zagreb (Zavodnik, 1995). The journal *Thalassia jugoslavica* was started in 1956 and the basis of the library was returned from Italy in 1961. With the break-up of Jugoslavia, the station and the 'Ruder Boškovi ' Institute became part of the Republic of Croatia.

The first marine station at Bergen, Norway, was constructed on a small island in Puddefjorden in Bergen in 1891-92, thanks largely to the efforts of Fridtjof Nansen, who had visited Dohrn at Naples, and Jørgen Brunchorst (Brattström, 1967). It was run by the Bergens Museum and dedicated to D.C. Danielssen. A larger station, at Herdla, 27 km NNW of Bergen, was built during 1920-22 to replace the original small station. This facility deteriorated during World War II and was replaced in 1950 by the third station, this time at Espegrend, 20 km SSW of Bergen. This, too, is now closed, and marine science is conducted from within the University of Bergen campus. Brattström (1967) has provided a detailed and well illustrated account of the first 75 years of the Bergen facility.

In 1885, at the time of the removal of the *Ark* to Millport, the Liverpool Marine Biological Committee (LMBC) was formed by the joint action of a group of professionals, led by W.A. Herdman (1858-1924), Professor of Oceanography at the University College of Liverpool, and amateur naturalists. At first the Committee conducted its field work from borrowed vessels, but the fauna near the Mersey was unexciting and the need for a laboratory in North Wales was recognized. This was met by the loan in 1887 of the disused Dock Board Signalling Station situated on the seaward point of Puffin Island (Ynys Seiriol), off the northeast corner of Anglesey. Herdman initiated and edited the *Reports on the Fauna of Liverpool Bay and Neighbouring Seas* that are well-known to all those that have conducted faunistic work in North Wales. In 1892 the activities of the LMBC were transferred to a pair of small stone buildings on the shore of Port Erin Bay in the Isle of Man, and the Puffin Island station was taken over by the University College of North Wales, though it was later closed (and not replaced until 1949). After nine years at Port Erin the buildings became inadequate to accommodate the number of visitors, and a further move was made in 1902 when the original building of the present station complex was opened (Herdman, 1903). Ownership was transferred to the University of Liverpool in 1919. Since then the Port Erin Marine Laboratory (as it now is) has undergone many alterations and additions, and it is surely appropriate that the Isle of Man, birthplace of Edward Forbes and locale of his early dredgings, should now support a flourishing centre of marine research (Norton *et al.*, 1992).

Following establishment of the Marine Station at Naples, the possibilities of a German Marine Station at Kiel, in the Baltic, or in the North Sea were canvassed among leading scientists of the time: Dohrn himself, Ernst Haeckel

(1834-1919), Victor Hensen (1835-1924), Nathanael Pringsheim (1823-94), Emil du Bois-Reymond (1818-96) and others. In 1890 the island of Heligoland (Helgoland) was transferred from English sovereignty to the German (Prussian) Crown and immediately became the focus for the proposed marine station. A commission, led by Friedrich Althoff (1839-1980), then Professor at Strasburg, established the Biologische Anstalt Helgoland (BAH) in 1892, with Friedrich Heincke (1852-1929) as first director. A comprehensive account of the circumstances leading to the establishment of BAH and its early history has been written by Werner (1993). The post World War II years have been described in another paper (Hagmeier, 1998). BAH currently comprises the Marine Station on Helgoland, the Littoral Station in List on the island of Sylt, and the Central Laboratory (Zentrale) in Hamburg. In 1966, then under the directorship of Professor Otto Kinne, it hosted the 1st European Marine Biology Symposium (Kinne, 1967, see below).

The marine laboratory at Cullercoats originated in 1897 as a small lean-to building erected for the Northumberland Sea-Fisheries Committee and Durham College of Science (later Armstrong College) against the saltwater baths on the harbour shore (Anon., 1897). It burnt down in 1904. The present brick building, opened in 1908, was erected for Armstrong College (later the University of Newcastle) on the site of the baths, the land having been donated by W.H. Hudleston. Hudleston was descended through his mother's side from the Dove family, former landowners of what is now Cullercoats. He named the Marine Laboratory after his ancestor Eleanor Dove (c.1716-1746) (Hudleston *et al.*, 1910).

Marine Biology was restored to the University College of North Wales (now University of Wales Bangor) in 1949. After an early misfortune, the death of the first appointee, Dr Fabius Gross, the vacancy was filled by the appointment of Dr D.J. Crisp as director of the Marine Biology Station. A building in Menai Bridge, Anglesey, on a site commanding a good view of the Menai Strait, was purchased in 1953 and added to in 1958. In the four ensuing decades expansion and development have created an impressive building complex and established the Marine Science Laboratories, as they became, as one of the major marine institutions in the United Kingdom.

The Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer (ICES), the co-ordinating body for fisheries research and legislation in Europe, was founded in 1892 (Went, 1972a, b) following a meeting at which Europe's most eminent marine biologists (including Hensen, Heincke, Hjort, Murray, Fridtjof Nansen, and Otto Pettersson) were present (Schlee, 1973).

The inter-war and post-war periods

John Murray's death in 1914 brought an era of British marine biology to its end. With the *Challenger* reports completed, and the main marine stations in operation, the early years of the twentieth century constituted a relatively uneventful period. However, the attention of British marine scientists was being focussed on a new enterprise. The nineteenth century had seen the elimination from the North Atlantic, through rampant overfishing, of first the right whales and then the faster swimming rorquals that successively formed the basis of the European whaling industry. Then, at the turn of the century, its total demise was prevented by the discovery of enormous rorqual stocks in the Antarctic.

At this time, before the days of factory ships, whales were towed by the catchers to shore stations for flensing, and the government levied a tax on the oil extracted. Scientists were aware of the danger to the Antarctic whales: rapacious exploitation on the northern pattern would soon reduce even these great stocks to the level of near extinction (as indeed it did). It was proposed that whale oil revenues should be used to promote and finance a scientific study of whale biology and research into hydrography and plankton of the type which had successfully been developed by the ICES countries in Europe. The *Discovery,* which had been used by Capt. R.F. Scott on his 1901-03 Antarctic expedition, was purchased. The planning committee, thenceforward known as the *Discovery* Committee, recognized the need for a second ship, designed as a whale-catcher and trawler. This was built and appropriately named *William Scoresby.* Dr Stanley Kemp was appointed Director of Research and Leader of the Expedition: his first member of staff was A.C. Hardy (1896-1985). There is neither need nor space to retell the story of the first *Discovery* voyage, or those of the *William Scoresby* and *Discovery II* which followed. While they did not prevent the decimation of the southern whale stocks, they did obtain a vast amount of information about them and their environment which has been presented in the *Discovery* Reports. The interested reader is referred to Sir Alister Hardy's personal account of the first *Discovery* voyage in *Great Waters* (1967).

The pace of technological change has quickened since the 2nd World War, with an almost explosive development of marine biological knowledge. The international flavour of marine science, always apparent, increased; laboratories have expanded, new journals founded, and organizations (and acronyms!) have proliferated. Improved facilities for travel and communication increased the popularity of international conferences, led to the establishment of the European Marine Biology Symposia, and to the plethora of specialist meetings that now cover every aspect of marine biological research. The history of the European Marine Biology Symposia goes back to 1960 when a series of German marine biological symposia was initiated by Otto Kinne, Director of the Biologische Anstalt Helgoland. These symposia attracted marine scientists from outside Germany and it was realized that European participation should be encouraged. In answers to a questionnaire sent out in 1965, 98% were in favour of European Marine Biology Symposia being held at regular intervals; 65% were against affiliation to any existing international bodies. As a result the first European Marine Biology Symposium was held on Helgoland in early autumn 1966 (see Kinne, 1967).

Such was the success of this meeting that Symposia have been held annually since 1966. To date they have been organized in about 20 different European countries, some having been visited more than once, attracting marine scientists not just from Europe but from all over the world. Details concerning topics for discussion at the Symposia and all aspects of organization are left to the inviting institution. One, or sometimes two or three topics, are chosen which normally reflect the interest of the inviting body. This restricts somewhat the number of participants but allows for an efficient exchange of ideas and discussions.

At the first meeting in Helgoland an *ad hoc* Committee was organized consisting of a representative from each European country attending that meeting. Such a Committee is called together by the Secretary during each year's Symposium.

The purpose of the Committee meeting is to ensure the informal nature of these Symposia and their continuity, and also to give advice to inviting institutions when necessary. There is a President, who holds office for 3 years; Dr Harold Barnes, late of the Dunstaffnage Marine Laboratory, Scotland, was elected the first President. In the intervening years presidents have come from France, Germany, Italy, Norway, the Netherlands, Austria and Wales.

To try to review the all the changes that have occurred since the 1920s in a few pages would be an impossible task (but see Mills, 1989). Rather I have attempted to chart a century of changes as reflected in the pages of two long-running marine journals, the *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* (JMBA) and the *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* (PSZN). (The latter, reflecting its German origin, started as the *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel* and finally metamorphosed in 1980 to *Marine Ecology: PSZN*). The selection of categories in advance was subjective and seems, except perhaps for the omission of parasitology, to have been satisfactory (Tab. 4).

The Plymouth laboratory had been founded with a strong remit to study fisheries. This is apparent in the 'first period' (1889-1918) of the JMBA when nearly one-third of papers were devoted to this topic; a second third were taxonomic or faunistic/floristic; and the remaining third covered all the other marine disciplines (Tab. 4). After World War I this changed: the Fisheries Laboratory at Lowestoft was by then well established and the need for reporting local faunistic studies had passed, though papers on fish/fisheries and taxonomy were still numerous. Emerging fields in the 'second period' (1919-49) were reproduction and life histories, plankton, physical/chemical hydrography, and autecology. The 'third period' (1950-69) saw declining interest in fish/fisheries, plankton, reproduction, and hydrography but a large increase in whole organism physiology and biochemistry. The 'fourth period' (1970-85) evidenced a further decline in the importance of taxonomy and a concomitant increase in morphology, especially ultrastructure. The 'fifth period' has been characterized by increased interest in community ecology, curiously absent before, but a continuing dominance of whole organism physiology and autecological studies. Taxonomy remains more popular than might have been expected, given the perceived antipathy to it. Papers on environmental contamination and change have, as might be expected, increased steadily.

The publications from the Stazione Zoologica show very different trends (Tab. 4), reflecting from the start the contrasting priorities of the two laboratories (see also Riedl, 1980). In the *Mittheilungen* period (1878-1921) nearly two-fifths of the papers were morphological, reflecting Anton Dohrn's interest in evolutionary morphology and the relationships of animals. Visitors to the Stazione went there to conduct that kind of research. Taxonomy and reproductive biology were also important (ontogeny being perceived as shedding light on phylogeny), while fisheries research did not figure at all. The second and third periods (1916-1958), the heyday of the PSZN, were rather similar in emphases. Morphology, despite a decline in published papers, remained strong, as did reproductive and taxonomic studies; but whole organism physiology, experimental physiology, and biochemistry had become the dominant cultures of the Stazione, as they did in laboratories and universities throughout the world. During the 'fourth period' (1960-80) the PSZN became dominated by taxonomic papers; morphology/ultrastructure declined

to about the same level as physiology and biochemistry; experimental physiology, formerly such a feature of the journal, largely disappeared. The rejuvenation of the *Pubblicazioni* in the 'fifth period', when they became *Marine Ecology: PSZN*, saw major changes. Studies on benthic communities, production, autecology, and environmental contamination and change increased while taxonomy, morphology/ ultrastructure, and biochemistry declined. The new journal reflects the pre-occupations of contemporary marine ecology (which is equally true of the JMBA), not just the activities of the Stazione Zoologica.

Tab. 4 - Content of papers by categories (as percentages) of the *Journal of the Marine Biological Association* (JMBA) and the *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* (PSZN). *Contenuto dei lavori per categorie (in percentuale) pubblicati su J.M.B.A. e su P.S.Z.N..*

Period (see text)	First		Second		Third		Fourth		Fifth	
Years	1889-1918	1878-1921	1919-1949	1916-1949	1950-1969	1950-1958	1970-1985	1960-1980	1986-1998	1981–1998
Category / Journal	JMBA	PSZN	JMBA	PSZN	JMBA	PSZN	JMBA	PSZN	JMBA	PSZN
Fish and Fisheries	33.8	2.2	11.2	2.1	4.7	1.0	4.9	1.3	7.0	4.6
Taxonomic and Faunistic Studies	26.9	21.5	13.2	15.4	14.5	11.3	9.5	21.1	11.5	2.5
Reproduction and Life Histories	9.8	13.9	13.4	9.2	5.8	6.5	6.1	5.7	7.3	4.3
Whole Organism Physiology	6.2	7.9	7.8	15.0	13.3	14.1	14.3	10.0	12.6	10.3
Plankton and Nekton	5.5	3.5	12.8	1.4	4.9	0.7	5.6	7.7	8.1	6.4
Morphology and Ultrastructure	5.5	39.2	3.2	19.1	6.7	23.0	13.0	10.4	9.5	1.4
Physical and Chemical Oceanography	3.3	0.6	14.1	0.3	8.2	0.3	4.4	1.7	1.6	1.8
Benthic Communities	2.6	0.6	3.3	1.0	4.1	0.7	5.0	10.7	8.8	22.1
Experimental and Tissue Physiology	2.2	0.0	1.2	17.1	4.7	17.2	4.0	4.0	1.6	0.0
Production and Microbial Cycling	1.8	1.9	3.7	1.4	3.6	0.3	4.5	4.0	2.8	10.7
Genetics and Karyology	1.1	0.0	1.6	1.7	0.3	3.4	1.4	0.7	3.1	0.5
Autecology	1.1	1.9	9.2	4.8	14.2	3.4	11.5	5.4	10.5	18.0
Intertidal Ecology	0.4	0.0	2.3	0.7	2.0	0.0	1.6	2.0	2.5	2.3
Biochemistry and Energetics	0.0	1.6	0.9	9.2	9.4	13.1	7.9	12.0	5.0	4.1
Experimental Ecology	0.0	0.0	0.9	0.0	1.7	0.0	1.2	0.3	2.4	2.1
Pollution and Global Change	0.0	0.3	1.3	0.0	2.1	3.8	5.2	0.0	5.9	8.0
Others	0.0	4.8	0.9	1.7	1.0	1.0	1.1	3.0	1.3	1.1
Total (100%)	275	316	695	293	963	291	1091	299	937	439
Years covered in period	30	44	31	34	20	10	15	20	13	18
Papers per year	9.2	7.2	22.4	8.6	48.2	29.1	72.7	15.0	72.1	24.4

It is interesting to compare phases of the Plymouth and Naples journals (Tab. 4), noting that the changes in the name and editorial styles of the latter make it difficult to match dates exactly. There have always been large differences,

mainly reflecting the research then prevalent in the parent institutions. The balance in recent years can be compared with that of the EMBS Proceedings (Tab. 5), where the dominant themes have been benthic and intertidal communities, pollution, whole organism physiology, and production/microbial cycling. The journals carry more autecological studies, the EMBS more pollution related themes. Despite the arbitrary nature of my categories, and the increasingly frequent difficulties in allocating papers which cross boundaries, the three sources do indicate the research areas currently dominating European marine biology. What the data do not reveal are the decade by decade changes of emphasis and methodology within particular categories and the increasing significance of interdisciplinary studies, e.g. land–ocean or atmosphere–ocean interactions, ocean fronts and plankton production, bentho-pelagic coupling, the involvement of genetic and molecular methods in taxonomy, and the increasing dominance of quantitative and experimental methods in ecology. A thorough analysis of post-war trends could not be done in this somewhat simplistic way but would require an elaborate and time-consuming, fine-scale delimitation of topics followed by appropriate statistical procedures and proper compensation for the content differences between general and specialized journals.

Tab. 5 - Topics of papers in the Proceedings of the first 32 European Marine Biology Symposia. Data are percentages for symposia 1-16 and 17-32.

Argomenti trattati nei lavori pubblicati negli Atti dei primi 32 simposi Europei di Biologia Marina (E.M.B.S.). I dati sono in percentuale dei primi 16 e dal 17 al 32.

Topic	1-16	17-32	Topic	1-16	17-32
Hydrographic/Physical	1.23	1.79	Biochemistry & Energetics	5.54	3.87
Pelagic	6.64	9.09	Benthic & Intertidal	18.82	24.14
Microbial & Primary Production	10.33	7.15	Meiofauna & Sediments	4.18	4.17
Fish, Fisheries & Aquaculture	6.27	4.02	Deep Sea	0.25	1.79
Morphology	2.21	1.94	Pollution & Toxicology	10.58	14.01
Autecology	6.40	6.26	Life Cycles & Recruitment	7.01	5.07
Physiology	13.04	8.49	Larvae	2.34	3.13
Total				813	671

An uncertain future

Events in recent decades, many of which were unforeseen, emphasize the difficulties in predicting the future (and some supposed attempts to do so manifestly do not (see review of Mauchline & Nemoto, 1991, by Ryland, 1992). Riedl (1980) demonstrated the manner in which scuba diving has revolutionized ecological studies in shallow water, while Gage & Tyler (1991) showed how the development of submersibles, collecting apparatus, and underwater television cameras have facilitated the study of the deep-sea floor. Similarly the study of midwater life (as evidenced by studies on 'gelatinous zooplankton' (Braconnot & Carre, 1988; Harbison, 1992)) has been revolutionized by the use of submersibles, from Beebe (1935) to the present day. Just as transmission electron microscopy totally changed cytology and opened the huge field of ultrastructure, so the scanning electron microscope revitalized taxonomy in groups such as Bryozoa by revealing all-important details of skeletal morpho-

logy with great fidelity. Marine science is increasingly multi-disciplinary, requiring the participation of physical and chemical oceanographers, engineers, and biologists of various types. Even taxonomy increasingly demands the collaboration of geneticists with taxonomists, while the use of molecular methods ensures that it is no longer cheap!

While the development of technology with which to explore the ocean depths would have been expected, the remarkable biotas associated with hydrothermal vents would not. While progress into new areas will also be technology-led, there are other constraints. One of these is finance: whether it is the exploration of the deep ocean by manned or remotely-controlled submersibles or the surveillance of the surface layers from satellites, the costs are immense. Another notable constraint arises from the damage which a still rapidly expanding human population is inflicting on the marine environment. Our survey of publications has noted the relentless expansion of effort devoted to pollution, whether by oil, heavy metals, industrial contaminants, domestic and agricultural phosphate- and nitrate-rich chemicals, or carbon dioxide. A recent cause for concern, which requires a major research initiative, is the dramatic increase in the incidence of diseases in coral reefs, almost certainly associated with human activities (International Society for Reef Studies, 1999). Research freedom seems likely to be increasingly preempted by the demands of damage limitation, however much some may deplore such directed research (e.g. Crisp, 1991).

World climate is never static and periods of warming and cooling are likely to continue as they did during the Pleistocene, affecting the distributions of habitats and organisms world-wide, irrespective of the degree of human impact on these processes. Thus, the very existence of coral reefs, as we know them today, depends on light-enhanced processes of calcification. These, it is believed, require a high degree of carbonate supersaturation in the shallow tropical ocean. Increasing levels of atmospheric CO_2 interact with ocean water, lowering pH and decreasing carbonate supersaturation. Recent modelling (Kleypas *et al.*, 1999) predicts acceleration of a process, that commenced with the Industrial Revolution, which will have a disastrous effect on the area of ocean in which coral reefs can form and flourish. The research effort cannot ignore indications like this. Neither should it ignore the over exploitation of living resources: ignorance, greed and mismanagement (the unwillingness of governments to take decisions that have awkward short-term consequences) have squandered huge resources of marine fish, shellfish and mammals, and damaged entire ecosystems (Pauly, 1994).

It is important, too, to continue with long-term studies. The continuous plankton recorder (CPR) survey, initiated by Sir Alister Hardy, is a case in point. He used a prototype recorder on the 1925-27 *Discovery* expedition but trials with the recorder being towed by commercial shipping commenced in the North Sea in 1931, when Hardy was at Hull. By the outbreak of war in 1939 some 90,000 recorder miles had been completed. Hardy left Hull in 1942 and became Linacre Professor at Oxford in 1946, though he continued as honorary director of the CPR scheme, which moved to Edinburgh in 1950 to become the basis of the Oceanographic Laboratory of the SMBA. New routes were added, especially out into the North Atlantic (Glover, 1967). By 1973 recorders were being towed 120,000 miles annually and a fine atlas of nearly 300 maps had been published (Oceanographic Laboratory Edinburgh, 1973). The compilation of quantitative data on species' distributions is important as providing the baseline from which to

monitor changes. Some such changes were discussed in the 1974-75 Annual Report (1975) of the Institute of Marine Environmental Research (which had taken over the CPR in 1970). The report noted the high degree of coherence in patterns of variability over the sea area covered, indicating large-scale climatic change affecting much of the northern hemisphere. A long-term decline in zooplankton biomass had been observed (exemplified by the decreasing abundance of the copepod *Pseudocalanus elongatus* in the North Sea), coupled with a progressive delay in the onset of the spring phytoplankton bloom. A related phenomenon was the change in spatial distribution of planktonic species, featuring a southerly shift in the area occupied. An example was provided by the mid-water oceanic fish *Stomias boa,* the larvae of which had by then disappeared from the deep water to the west of Ireland but were plentiful in the Western Approaches to the English Channel. These changes appear to have been correlated with the existence of high atmospheric pressure over Greenland during the nineteen-sixties. With increasing evidence of global climatic change, the scientific community was stunned when, in 1988, the Natural Environment Research Council (funding body for marine biology in the UK) decided to terminate the CPR project. Today it operates under the auspices of the Sir Alister Hardy Foundation, an internationally funded institution established in Plymouth in 1990 to rescue, continue and develop the survey. Some recent accounts of the CPR, its methods and achievements, include Gamble & Hunt (1992), Warner & Hays (1994) and Quartley & Reid (1996).

Marine science has always been international – even on the 19th century voyages the accompanying savants were not necessarily the nationality of the vessel or its sponsors. Foreigners were often involved in the formation of marine stations (Naples, Rovinj, Villefranche) and Europeans (e.g. Louis Agassiz and de Pourtalès in the USA) contributed much to the development of marine studies in younger countries. Today, most European countries have involvement with polar science, coral reefs, the deep ocean well outside their own EEZs, and satellite imagery. Contemporary European marine biology is not merely multidisciplinary and pan-European (encouraged by EU funding!) but as global as the oceans themselves.

Riassunto (a cura della redazione)

Il presente lavoro, presentato al 30° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina dal presidente dell'European Marine Biology Symposia su invito della presidenza della SIBM, ripercorre le tappe attraverso le quali, in Europa, sono state acquisite ed approfondite le conoscenze sul mare, con particolare riguardo agli aspetti biologici.

Le osservazioni, di cui è rimasta traccia, effettuate dagli Europei nel campo della biologia marina, iniziarono nella metà del 17° secolo con le liste preparate dai naturalisti e le osservazioni dei navigatori e si intensificarono con lo sviluppo della navigazione e con la frenesia del 18° secolo per le esplorazioni, le collezioni e la classificazione. Tutto ciò continuò grazie anche allo sviluppo tecnologico nella prima parte del 19° secolo, con particolare enfasi per crociere dedicate ad accurate campagne di rilevamento anche idrografico, ma sempre con la presenza di qualificati naturalisti incaricati di osservare, raccogliere e descrivere gli esemplari incontrati. Si sviluppò un intenso studio delle acque costiere grazie ai progressi dei dragaggi e si passò, con il progredire del secolo, alla controversia sulla esistenza della vita sui fondali più profondi. Questo culminò con la spedizione del Challenger e con quelle che lo seguirono.

Nella ultima parte del secolo e all'inizio del ventesimo, sono state fondate lungo la costa diverse stazioni marine, generalmente con lo scopo di incoraggiare la ricerca sulla pesca o rivolte agli studi suggeriti dai concetti evoluzionistici di Darwin; contemporaneamente la ricerca oceanica si estese

allo studio della colonna d'acqua e verso le grandi profondità. Vengono elencate le prime stazioni di biologia marina europee: Concarneau, Arcachon, Roscoff, Villefranche-sur-Mer ed ovviamente la Stazione Zoologica di Napoli, fondata e diretta da Anton Dohrn ed inaugurata ufficialmente nel 1874. Queste furono seguite da molte altre soprattutto lungo le coste atlantiche; alcune di queste sono diventate fondamentali punti di riferimento, quali il Laboratorio di Plymouth della Marine Biological Association of the United Kingdom, il Biologische Anstalt Helgoland (BAH) e per il Mediterraneo il Museo Oceanografico (Istituto Oceanografico di Parigi) di Monaco.

Il desiderio di una ricerca coordinata sfociò nella costituzione, nel 1892, dell'*International Council for Exploration of the Sea* (ICES) che all'inizio si occupò soprattutto di pesca e normative.

Negli anni sessanta, i progressi nelle comunicazioni e nei trasporti facilitarono gli scambi tra i ricercatori europei ed aumentarono le opportunità di riunioni e congressi internazionali. Sulla scia dei simposi organizzati da Otto Kinne, direttore del Biologische Anstalt Helgoland fin dal 1960 ed al quale partecipavano non solo i biologi marini tedeschi, venne costituito il European Marine Biology Symposia (EMBS), la cui prima riunione si svolse all'inizio dell'autunno 1966 ad Helgoland, su invito di O. Kinne. L'EMBS è stato il risultato delle risposte ad un questionario che era stato fatto circolare in Europa nel 1965. Il 98% degli intervistati era a favore di un simposio di Biologia Marina Europea ad intervalli regolari ed il 65% era contrario ad iscriversi ad organizzazioni, associazioni, società preesistenti. Al primo simposio è stato costituito un comitato formato dai rappresentanti dei paesi che partecipano ai simposi, comitato che coordina l'attività e decide i futuri simposi; il presidente ed il segretario vengono eletti dall'assemblea, su proposta del comitato e durano in carica tre anni.

I cambiamenti avvenuti nelle tematiche di ricerca nel campo marino vengono analizzati attraverso un esame delle pubblicazioni apparse durante un secolo su *Journal of the Marine Biological Association* e su *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli.*

L'Autore sottolinea le difficoltà nel fare previsioni per il futuro sviluppo della biologia marina europea, perché come hanno documentato gli eventi degli ultimi decenni, l'orientamento e lo sviluppo dipenderanno da fatti difficilmente prevedibili quali i miglioramenti tecnologici, le disponibilità finanziarie e le pressanti richieste derivanti dal cambiamento globale, dal deterioramento dell'ambiente e dal sovrasfruttamento delle risorse marine.

Acknowledgments

The invitation to prepare this article came from Giulio Relini and the Società Italiana di Biologia Marina. In addition, I wish to thank Margaret Barnes, Quentin Bone, Peter Dworschak, Stuart Evans, Otto Kinne, Trevor Norton, Tony Rice, Tony Stebbing and the librarians at PML and Swansea, with whose assistance I have been able to find and access at least a proportion of the relevant literature.

References

ANON. (1897) - New Marine Laboratory at Cullercoats. *Newcastle Daily Chronicle*, 22 October 1897.

BAKER J.R. (1952) - *Abraham Trembley of Geneva: scientist and philosopher.* Edward Arnold, London.

BEAGLEHOLE J.C. (1966) - *The exploration of the Pacific.* 3rd ed. A. & C. Black, London.

BEEBE W. (1935) - *Half mile down.* The Bodley Head, London.

BERGERARD J. (1972) - Centenaire de la Station biologique de Roscoff. Allocation de bienvenue de M. le Professeur Joseph Bergerard, Directeur de la Station biologique. *Cah. Biol. Mar.*, **13**: 557-558.

BRACONNOT J.C., CARRE C. (1988) - *Gelatinous zooplankton.* Dynamics of gelatinous marine plankton (1988), National Center of Scientific Research, Nice Acropolis: 3-8.

BRATTSTRÖM H. (1967) - The biological stations of the Bergens Museum and the University of Bergen 1892-1967. *Sarsia* **29**: 7-80.

BRATTSTRÖM H., HØISÆTER T. (1992) - *The biological station, 1892-1992.* University of Bergen, Bergen.

BRUUN A.F., GREVE S., MIELCHE H., SPÄRCK R. (1956) - *The Galathea deep sea expedition.* Allen and Unwin, London.

CAVALIERE A., CRISAFI E., MAGAZZÙ G. (1999) - *L'Istituto Sperimentale Talassografico di Messina.* Consiglio Nazionale delle Richerche, Messina.

CHRISTENSEN A.M. (1973) - The Marine Biological Laboratory at Helsingør. *Ophelia*, **10**: 193-209.

CHUN C. (1903) - *Aus den Tiefen des Weltmeeres. Schilderungen von der Deutschen Tiefsee-Expedition.* 2nd ed. Gustav Fischer, Jena.

CORNELIUS P.F.S., WELLS J.W. (1988) - Ellis & Solander's *'Zoophytes'*, 1786. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Hist. Ser.* **16**: 17-87.

CRISP D.J. (1991) - Marine biology today. *Marine biology: its accomplishment and future prospect*, J. Mauchline & T. Nemoto, eds. Elsevier, Amsterdam: 183-192.

CURRIE R. (1972) - Quantitative investigations in marine biology. *Proc. Roy. Soc. Edinb. (B)*, **73**: 239-245.

DAMPIER W. (1697 [1998]) - *A new voyage round the world.* 1998 edition introduced and edited by M. Beken. Hummingbird Press, London.

DAMPIER W. (1709 [1981]) - *A voyage to New Holland.* 1981 edition introduced and edited by J. Spencer. Alan Sutton, Gloucester.

DANA J.D. (1875) - *Corals and coral islands.* Sampson Low, etc., London.

DARWIN C.R. (1839) - *Journal of researches into the geology and natural history of the various countries visited by H.M.S. 'Beagle'.* Henry Colbourn, London.

DARWIN C.R. (1842) - *The structure and distribution of coral reefs.* Smith, Elder, London.

DEACON G.E.R. (1968) - Early scientific studies in the Antarctic ocean. *Bull. Inst. océanogr. Monaco* **Spécial 2** (1st Congr. int. Hist. Océanogr. 1966. **1**): 269-279.

DEACON M. (1971) - *Scientists and the sea, 1650-1900: a study of marine science.* Academic Press, London & New York.

DESMOND A. (1997) - *Huxley: evolution's high priest.* Michael Joseph, London.

DUNMORE J. (1965) - *French explorers in the Pacific. I. The eighteenth century.* Clarendon Press, Oxford.

DUNMORE J. (1969) - *French explorers in the Pacific. II. The nineteenth century.* Clarendon Press, Oxford.

ELLIS J. (1755) - *An essay towards a natural history of the corallines.* Published by the author, London.

ELLIS J., SOLANDER D. (1786) - *The natural history of many curious and uncommon zoophytes collected from various parts of the globe.* B. White & P. Elmsly, London.

FLINDERS M. (1814) - *A voyage to Terra Australis, 2 vols.* G. & W. Nicol, London.

GAGE J.D., TYLER P.A. (1991) - *Deep-sea biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor.* Cambridge University Press, Cambridge.

GAMBLE J.C., HUNT H.G. (1992) - The continuous plankton recorder survey: a long-term, basin-scale oceanic time series. *Proceedings of the Ocean Climate Data Workshop, Greenbelt MD, February 1992*: 277-294.

GLOVER R.S. (1967) - The continuous plankton recorder survey of the North Atlantic. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, **19**: 189-210.

GOSSE P.H. (1853) - *A naturalist's rambles on the Devonshire coast.* J. van Voorst, London.

GOSSE P.H. (1856) - *Tenby: a sea-side holiday.* J. van Voorst, London.

HAGMEIER E. (1998) - Aus der Geschichte der Biologischen Anstalt Helgoland (BAH) ab 1945. *Helgol. Meeresunters.*, **52** (Suppl.): 1-106.

HARBISON G.R. (1992) - The gelatinous inhabitants of the ocean interior. *Oceanus*, **35** (3): 18-23.

HARDY A. (1967) - *Great Waters.* Collins, London.

HEDGPETH J.W. (1972) - De mirabili maris: thoughts on the flowering of seaside books. *Proc. Roy. Soc. Edinb. (B)*, **72**: 107-114.

HERDMAN W.A. (1903) - The new Biological Station at Port Erin. *Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc.*, **16**: 15-80.

HERDMAN W.A. (1923) - *Founders of oceanography and their work.* E. Arnold & Co, London.

HUDLESTON W.H., LISH J.J., MEEK A. (1910) - *The Dove Marine Laboratory, Cullercoats, Northumberland.* Publisher not stated, Newcastle-upon-Tyne.

HUXLEY J. ed. (1936) - *T.H. Huxley's diary of the voyage of H.M.S. Rattlesnake.* Doubleday, Doran & Co, New York.

INSTITUTE OF MARINE ENVIRONMENTAL RESEARCH (1975) - Annual Report, 1974-75. Plymouth.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR REEF STUDIES (1999) - ISRS statement on diseases in coral reefs. *Reef Encounter*, **25** (July 1999): 24-26.

KINNE O. (1967) - First European symposium on marine biology (Helgoland, 1966): opening address. *Helgol. wiss. Meeresunters.*, **15**: 1-5.

KLEYPAS J.A., BUDDEIMEIER R.W., ARCHER D., GATTUSO J.P., LANGDON C., OPDYKE B.N. (1999) - Geochemical consequences of increased atmospheric carbon dioxide on coral reefs. *Science*, **284**: 118-120.

KOFOID C.A. (1910) - The biological stations of Europe. *Bull. US Bureau Education, No. 440* (4): 1-360.

LINKLATER E. (1972) - *The voyage of the Challenger.* John Murray, London.

LINNAEUS C. (1758) - *Systema naturae Ed. 10.* Laurentii Salvii, Holmiae.

MARSHALL S.M. (1987) - *An account of the Marine Station at Millport.* University Marine Biological Station, Millport, Isle of Cumbrae.

MARSILLI L.F. (1725) - *Histoire physique de la mer.* Amsterdam.

MAUCHLINE J., NEMOTO T. eds (1991) - *Marine biology: its accomplishments and future propects*. Elsevier, Amsterdam.

MEDAWAR P., MEDAWAR J. (1985) - *Aristotle to zoos: a philosophical dictionary of biology.* Oxford University Press, Oxford.

MERRIMAN D. (1965) - Edward Forbes – Manxman. *Prog. Oceanogr.*, **3**: 191-206.

MILLS E.L. (1973) - The *Challenger* Expedition: how it started and what it did. *One hundred years of oceanography. Essays commemorating the visit of H.M.S. Challenger to Halifax, May 9–19, 1873*, E. L. Mills, ed. Dalhousie University and the Nova Scotia Museum, Halifax, N.S.: 1-23.

MILLS E.L. (1989) - *Biological oceanography: an early history, 1870-1960.* Cornell University Press, Ithaca & London.

M'INTOSH W.C. (1896) - *The Gatty Marine Laboratory, and the steps which led to its foundation in the University of St. Andrews.* John Lang & Co., Dundee.

MOOREHEAD A. (1969) - *Darwin and the Beagle.* Hamish Hamilton, London. [Reprinted by Penguin Books, 1971.]

MURRAY J., HJORT J. (1912) - *The depths of the ocean.* Macmillan, London.

NAYLOR E. (1981) - The Marine Biological Station, Port Erin, Isle of Man. *University of Liverpool Recorder* **1980/81**: 93-98.

NORTON T.A., BRAND A.R., HAWKINS S.J. (1992) - A brief history of the Port Erin Marine Laboratory. *Dredging up the past*, A.R. Brand & S. J. Hawkins, eds. Port Erin Marine Laboratory, Port Erin: 4-16.

OCEANOGRAPHIC LABORATORY EDINBURGH (1973) - Continuous plankton records: a plankton atlas of the North Atlantic and the North Sea. *Bull. Mar. Ecol.*, 7: 1-174.

PAULY D. (1994) - Theory and practice of overfishing. Essay 11 in *On the sex of fish and the gender of scientists*. Chapman & Hall, London: 89-103.

PÉRÈS J.M. (1968) - Un précurseur de l'étude du benthos de la Méditerranée: Louis-Ferdinand, comte de Marsilli. *Bull. Inst. océanogr. Monaco* **Spécial 2** (1st Congr. int. Hist. Océanogr. 1966, **1**): 369-376.

QUARTLEY C.P., REID P.C. (1996) - Long-term oceanographic datasets. *Sea Technol.*, **37** (3): 68-70.

RICE A.L. (1986) - *British oceanographic vessels 1800-1950.* The Ray Society, London.

RICE A.L., WILSON J.B. (1980) - The British Association dredging committee: a brief history. *Oceanography: the past*, M. Sears & D. Merriman, eds. Springer-Verlag, New York: 373-385.

RIEDL R. (1980) - Marine Ecology — A century of changes. *Mar. Ecol.-PSZN*, **1**: 3-46.

RITCHIE G.S. (1968) - The Royal Navy's contribution to oceanography in the XIXth century. *Bull. Inst. océanogr. Monaco* **Spécial 2** (1st Congr. int. Hist. Océanogr. 1966, **1**): 121-131.

RYLAND J.S. (1992) - Review of J. Mauchline & T. Nemoto (eds) "Marine biology: its accomplishments and future prospect". *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **158**: 143-145.

SCHLEE S. (1973) - *The edge of an unfamiliar world: a history of oceanography.* Dutton, New York.

SCORESBY W. (1820) - *An account of the Arctic regions, with a history and description of the northern whale-fishery. I, The Arctic; II, Northern whale-fisheries.* Constable, Edinburgh.

SOUTHWARD A.J., ROBERTS E.K. (1987) - One hundred years of marine research at Plymouth. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **67**: 465-506.

SPRY W.J.J. (1889) - *The cruise of Her Majesty's Ship "Challenger".* Sampson Low, &c., London.

SVEDMARK B. (1966) - La Station zoologique de Kristineberg, Fiskebäckskil (Suède). *Cah. Biol. Mar.*, 7: 101-106.

THOMSON C.W. (1873) - *The depths of the sea.* Macmillan & Co, London.

THOMSON C.W. (1877) - *The voyage of the 'Challenger'. The Atlantic.* Macmillan, London.

TRÉGOUBOFF G. (1983) - Histoire de la Station zoologique de Villefranche-sur-Mer. *Bulletin de la Section des Sciences, Paris* **4**: 1-133.

WARNER A.J., HAYS G.C. (1994) - Sampling by the Continuous Plankton Recorder survey. *Prog. Oceanogr.*, **34**: 237-256.

WENT A.E.J. (1972a) - The history of the International Council for the Exploration of the Sea. *Proc. Roy. Soc. Edinb. (B)*, **73**: 351-360.

WENT A.E.J. (1972b) - Seventy years agrowing. *Rapp. P-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, **165**: 1-252.

WERNER P. (1993) - Die Gründung der Königlichen Biologischen Anstalt auf Helgoland und ihre Geschichte bis 1945. *Helgol. Meeresunters.*, **47** (Suppl.): 1-182.

WÜST G. (1964) - The major deep-sea expeditions and research vessels 1873-1960 – a contribution to the history of oceanography. *Prog. Oceanogr.*, **2**: 3-35.

YONGE C.M. (1972) - The inception and significance of the *Challenger* Expedition. *Proc. Roy. Soc. Edinb. (B)*, **72**: 1-13.

YONGE C.M. (1980) - The Royal Society and the study of coral reefs. *Oceanography: the past*, M. Sears & D. Merriman, eds. Springer-Verlag, New York: 438-447.

ZAVODNIK D. (1995) - A North Adriatic centenarian: the marine research station at Rovinj. *Helgol. Meeresunters.*, **49**: 441-453.

ZIJLSTRA J.J. (1973) - 7th European symposium on marine biology, Texel, 11-16 September 1972: opening address. *Neth. J. Sea Res.*, **7**: 2-6.

Note added in proof

Reference should have been made in the foregoing account to the instructive scholarly analyses of the political and scientific conditions that led to the great English (Baugh, 1900) and French (Chapin, 1990) exploring voyages of the late 18th century. Also, in fortuitous timing, the Natural History Museum in London has issued a finely illustrated volume containing artwork (much of it previously unpublished) of natural history, including marine biology, from the voyages Cook, Flinders, Darwin, the *Challenger*, and others (Rice, 2000).

References

BAUGH D.A. (1990) - Seapower and science: the motives for Pacific exploration. *Background to discovery: Pacific exploration from Dampier to Cook*, D. Howse, ed. University of California Press, Berkeley, etc.: 1-55.

CHAPIN S. (1990) - The men from across La Manche: French voyages, 1660-1790. *Background to discovery: Pacific exploration from Dampier to Cook*, D. Howse, ed. University of California Press, Berkeley, etc.: 81-127.

RICE A.L. (2000) - *Voyages of discovery. Three centuries of natural history exploration.* The Natural History Museum, London.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 28-77

G. RELINI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, DIP.TE.RIS., Università di Genova, Via Balbi, 5 – 16126 Genova, Italia.

LA BIOLOGIA MARINA IN ITALIA

MARINE BIOLOGY IN ITALY

Abstract

The paper is a short history of the development of Marine Biology in Italy, presented during the Vibo Congress, celebrating the 30th anniversary of foundation of Italian Society for Marine Biology. Different definitions of Marine Biology are recorded and main scientists, institutions, marine laboratories publications in Italy are described. The list of SIBM congresses, subject discussed, proceedings are also reported. The list of teachers of Marine Biology in Italian Universities is recorded. Some present problems and difficulties for the development of Marine Biology in Italy are outlined.

Key-words: *Marine Biology, history, main works, institutions, Italy.*

Introduzione

Con il 30° Congresso si celebrano i trent'anni di vita della nostra Società (SIBM), fondata il 4 giugno 1969 durante il primo congresso organizzato da Guido Bacci a Livorno, presso il cui Acquario è stata fissata la sede legale. Mi è parso utile, in questa occasione del trentennale, ripercorrere a grandi linee le tappe degli studi e delle iniziative che hanno determinato lo sviluppo della Biologia Marina Italiana, nonché evidenziare alcune problematiche di attualità.

Definizione

La Biologia Marina è lo studio della vita in mare nei suoi molteplici aspetti sistematici, strutturali, organizzativi, ecologici, funzionali, comportamentali ed applicativi. Sono aumentate nel tempo le problematiche ed anche gli approfondimenti e sono così nate specializzazioni quali l'Oceanografia Biologica, la Biologia della Pesca, la Planctologia, l'Algologia, la Maricoltura, ecc.

Il D'Ancona (1949) è tra i primi in Italia a definire le diverse materie articolate nella Biologia Marina. Secondo questo Autore, la Biologia marina, scienza più generica e di più antica origine, si occupa di tutte le ricerche che possono essere compiute su organismi marini. L'Oceanografia biologica studia l'oceano quale ambiente biologico, la distribuzione e le migrazioni degli organismi in rapporto alle condizioni ambientali e gli effetti di queste sugli organismi stessi. La Biologia applicata alla pesca, oltre alle indagini sulla vita dei Pesci, dei Molluschi, dei Crostacei oggetto di pesca, mira soprattutto a definire le leggi biologiche che governano la produttività e i limiti del suo sfruttamento.

Queste definizioni vengono sostanzialmente riprese da Ghirardelli (1989) nella sua storia della ricerca applicata alla pesca in Italia.

Scrive Fantini (1989), nella relazione introduttiva al 19° Congresso SIBM (Napoli 1987): «Per il modo stesso in cui si è costituita e la individuazione del proprio oggetto di studio, la biologia marina non è un'impresa interdisciplinare, ma una *disciplina integrativa*, che studia un oggetto speciale, il mare come sistema integrato, costituito da molteplici livelli di organizzazione ed utilizzando di conseguenza l'apporto di altre discipline e competenze. Una disciplina si forma

con un processo storico basato sull'esistenza di problemi interessanti, sulla disponibilità di mezzi teorici e sperimentali per affrontarli e adeguate strutture istituzionali, sulla costituzione di una tradizione di ricerca consolidata. Ma la scienza è innanzitutto un'impresa umana e tutto questo è stato e continua ad essere cementato da una spinta alla conoscenza e dalla volontà di uscire dal sicuro porto della certezza per avventurarsi nel mare aperto dei dubbi, delle questioni, delle critiche, e mai come in questo caso la metafora è stata più appropriata. Come scriveva nel 1845 Alexander von Humboldt, allora ottuagenario: *chi ama creare in se stesso un mondo a parte dove poter liberamente esercitare l'attività spontanea della sua anima, si sentirà pieno dell'idea sublime dell'infinito, come il mare alto libero da ogni riva*».

Per Castro e Huber (1992): «*Marine Biology is not really a separate science, but rather the more general science of biology applied to the sea. Nearly all the disciplines of biology in general are represented in marine biology*».

Per Jeffrey S. Levinton (1995) «*Marine Biology is a diverse subject, but its main elements are functional biology and ecology*».

Nel recente testo di Biologia Marina, Cognetti, Sarà e Magazzù (1999) danno le seguenti definizioni: «*L'Oceanografia o Oceanologia ha un carattere enciclopedico e viene suddivisa in tre rami principali: oceanografia fisica, oceanografia chimica e oceanografia biologica. Questa ultima disciplina è da considerarsi un settore della biologia marina e più precisamente quello che si riferisce allo studio dei rapporti fra gli organismi e le condizioni fisiche degli oceani, per la caratterizzazione in senso biologico di determinati fenomeni come, ad esempio, l'individuazione dei movimenti delle masse d'acqua o la loro temperatura, o l'importanza degli organismi nei cicli biologici degli oceani. La biologia marina occupa dunque un campo assai più vasto di quello dell'oceanografia biologica perché pone al centro dell'attenzione l'aspetto biologico dei problemi: essa studia infatti gli organismi del mare e le loro relazioni, con particolare riguardo alla morfologia, alla fisiologia, all'evoluzione, alla distribuzione in rapporto all'ambiente fisico e chimico. Analogamente all'oceanografia, non si può considerare una scienza autonoma perché deriva dal concorso di una vasta serie di discipline appartenenti alla biologia e all'oceanografia chimica e fisica e rappresenta l'integrazione di tali discipline nel vasto contesto che si riferisce all'ecosistema marino. Pertanto attraverso la coordinazione dei vari rami della biologia e dell'oceanografia, la biologia marina si occupa delle tematiche che si riferiscono alla vita del mare nei suoi vari aspetti, avvalendosi di tecnologie che forniscono mezzi sempre più efficienti sia per la ricerca in laboratorio, sia per quella svolta direttamente in mare*».

Breve storia

Anche se la Biologia Marina, come del resto l'Ecologia, ha raggiunto una sua ben precisa identità solo a cavallo tra l'800 e il '900, è opportuno ricordare una serie di illustri scienziati e di molteplici iniziative che hanno creato le basi affinché la Biologia Marina raggiungesse una sua autonomia culturale. Del mare e delle sue creature l'uomo si è interessato non fosse altro che per fini utilitaristici, fin dalla preistoria. Nelle antiche civiltà egizie, fenicie, greche, vichinghe, si ritrovano ampie testimonianze anche artistiche dell'interesse nei riguardi degli organismi marini, in particolare dei pesci e della pesca, (Donati

e Pasini, 1997). Nonostante molti considerino che Aristotele fosse anche biologo marino, la Biologia Marina nacque nel 1700, prevalentemente per opera di scienziati italiani, come sostiene e documenta Giuseppe Montalenti (1969) nel discorso inaugurale del congresso di fondazione della SIBM, di cui divenne il primo presidente.

Fondatore dell'oceanografia fisica e della biologia marina viene considerato Luigi Ferdinando Marsili (1658-1730) (Fig. 1A), di Bologna, seguito dal grande Lazzaro Spallanzani (1729-1799) (Fig. 1B), al quale è stato dedicato il più bello e grande dei Policheti sabellidi mediterranei.

Il Conte Marsili, eclettica figura di naturalista, oceanografo, geografo, diplomatico, uomo d'armi, membro delle Accademie delle Scienze di Parigi, Londra e Montpellier, compie numerosi viaggi e scrive varie opere tra cui *Osservazioni intorno al Bosforo Tracio, ovvero Canale di Costantinopoli* (Roma, 1681). La sua *Histoire phisique de la mer,* apparsa nel 1725 ad Amsterdam ed in parte pubblicata in italiano a Venezia nel 1711 (*Brieve ristretto*), viene considerata la prima opera di oceanografia fisica, chimica e biologica. Pérès (1968), uno dei padri della bionomia bentonica mediterranea, indica il Marsili quale precursore dello studio del benthos in Mediterraneo, in base a quanto riportato nella quarta parte dell'opera che è dedicata agli aspetti biologici sotto il titolo *Végetation de la Mer.* In realtà, oltre alle alghe, vengono considerati la Posidonia e numerosi invertebrati sessili marini, suddivisi in "*plantes molles*", come il briozoo *Carbasea carbasea* (attualmente *Chartella papyrea*), la spugna *Tethya aurantium*, il celenterato *Alcyonium palmatum* e "plantes pierreuses", come il corallo rosso, le gorgonie e le madrepore. Di alcuni di questi organismi vengono descritti anche dettagli microscopici, in quanto Marsili è stato tra i primi ad utilizzare il microscopio. Il grande merito di Marsili, tanto più in un'epoca in cui la ricerca si svolgeva prevalentemente in Laboratorio *(Cabinet)*, è la meticolosa osservazione in natura, anche se egli incorse in varie confusioni tra alghe, piante superiori ed animali, come era tipico di quell'epoca. Pérès (1968) scrive a proposito di Marsili: "Une attention particulière est donnée aux observations biologiques, par exemple à celles relatives aux conditions écologiques (notamment l'éclairement trés diminué) qui permettent l'installation de *Corallium rubrum*, conditions qui ont été méconnues, plus de deux siècles et demi plus tard, par Marion lorsqu'il a décrit les fonds «coralligènes». De même, quoiqu'il désigne *Posidonia oceanica* sous le nom d'«Algue», Marsili a parfaitment reconnu qu'il s'agit d'un végétal exigeant un véritable sol, comme les plantes terrestres, alors que les algues proprement dites ne demandent au substrat qu'un point de fixation .... Bien d'autres observations originales peuvent être portées au crédit de Marsili dans le domaine de la biologie marine des êtres benthiques. Le premier il a observé la nature des sédiments et la possibilité qu'ont divers êtres vivents d'agglomérer les éléments d'un fond meuble pour transformer celui-ci en un fond «vif». Ce phénomène de concrétionnement, très caractéristique en Méditerranée de la biocœnose coralligène, est désigné sous le nom de «conglutination» par Marsili qui écrit: «*Les Mariniers trouvent fort rarement un fonds de Roche, & presque toûjours un de fange, de sable, d'herbe pourrie, de Tarte, de conglutinations sablonneuses de Terre, de Coquillages, & de tant d'autres Corps unis; lesquels probablemet couvrent le veritable fonds*».

La stampa nel 1750 del "saggio" *Della storia naturale marina dell'Adriatico* di Vitaliano Donati (1717-1762) rappresenta una importante tappa negli studi dell'Adriatico (Fig. 2, A, B, C, D). Prima di tale data, infatti, solo una ventina



A



B



C



D

Fig. 1 - Alcuni precursori della biologia marina italiana: A) il Conte Marsili; B) il celebre naturalista Lazzaro Spallanzani; C) l'abate naturalista Giuseppe Olivi; D) G. Saverio Poli.

Some forerunners of Italian marine biology: A) count Luigi Ferdinando Marsili; B) the celebrated naturalist Lazzaro Spallanzani; C) the abbot-naturalist Giuseppe Olivi; D) G. Saverio Poli.

di lavori erano stati pubblicati, mentre poco dopo le opere sono state il triplo, secondo i dati di Giandomenico Nardo pubblicati nel 1877 nella *Bibliografia cronologica della fauna delle Provincie venete e del mare Adriatico* (Cibin 1999). Tra i principali naturalisti che studiarono l'Adriatico nella prima metà del Settecento, si possono ricordare Giuseppe Ginanni (1692-1753) di Ravenna, che diede un contributo alla conoscenza dei molluschi adriatici nonostante fosse soprattutto un botanico (*Opere postume,* 1755-1757) e Giovanni Bianchi di Rimini (1693-1775), conosciuto anche sotto il nome di Janus Plancus, che descrisse tra l'altro piccole conchiglie poco conosciute della costa riminese (*De conchis minus notis*, 1739). Il naturalista e medico chioggiotto Giuseppe Valentino Vianelli (1720-1803), nel 1749 nell'opera *Nuove scoperte intorno le luci notturne dell'acqua marina* descrisse un polichete nereide chiamato volgarmente *Luccioletta marina* ritenuto responsabile della fosforescenza dell'acqua marina, mentre Francesco Grisellini (1717-1783) riteneva che la fosforescenza fosse dovuta ad un miriapode, come risulta nell'opera del 1750, *Obsérvations sur la Scolopendre marine luisante*. Di questo ultimo Autore tra il 1749 e il 1770 apparvero diversi lavori sulle alghe, sui gobidi e sui celenterati. Nel 1763 Giovanni Antonio Scopoli nella sua opera *Entomologia Carniolica* illustra e descrive vari organismi marini dell'Adriatico, utilizzando per la prima volta nei nostri mari la nomenclatura binomia proposta da Linneo. Alberto Forti, durante alcuni viaggi compiuti tra il 1770 e il 1773 nell'Alto Adriatico, si occupa di pesca e dei problemi ad essa legati, sottolineando l'importanza sia scientifica che economica delle migrazioni stagionali dei banchi di sardine e di tonni.

"Non si può certo affermare – scrive Cibin (1999) – che tra la pubblicazione *Della storia naturale marina* del Donati e l'incremento successivo delle pubblicazioni vi sia stato un meccanico rapporto di causa – effetto, ma è un dato di fatto che essa rappresenta un punto di riferimento per segnare il prima e il dopo non solo di una moltiplicazione dei lavori stampati, ma soprattutto di un accresciuto interesse verso la biologia marina in generale, verso quella dell'Adriatico in particolare. Più significativamente l'opera segna il rafforzamento della tendenza a sviluppare indagini sul campo. Il pionierismo del Donati consiste soprattutto in una pratica scientifica che aveva fatto dell'osservazione e della ricerca sul campo il suo principale strumento".

Anche Lazzaro Spallanzani condusse alcune ricerche in Adriatico ed ovviamente non solo in questo mare. Nell'estate del 1782 egli intraprese un viaggio lungo le coste adriatiche *"ad oggetto di arricchire di novelle produzioni marine"* il Museo Zoologico dell'Università di Pavia. A Rovigno egli continua ed approfondisce le sue ricerche sull'elettricità delle Torpedini nonché sulla loro riproduzione. Tra i risultati ottenuti a Chioggia, dove soggiornò alcuni mesi del 1784 e riportati nel *Giornale di esperienze sulla fauna marina della laguna di Chioggia,* merita un cenno la descrizione della nutrizione delle Spugne.

Lo Spallanzani, che riconosce la natura animale del corallo rosso e che i suoi polipi sono uniti tra loro, compie numerose osservazioni sugli animali marini ed in particolare sul loro moto. Lo Spallanzani visitò anche altri mari e fondò, nel 1797, il "laboratorio marino" di Portovenere (La Spezia) che è considerato il primo in assoluto nel mondo.

A La Spezia, l'abate Spallanzani si scaglia contro la pesca a strascico operata dalle paranzelle: *"Un simile rovinoso e barbaro guasto nel pesce, l'ho io*

DELLA STORIA
NATURALE MARINA
DELL' ADRIATICO.
SAGGIO
DEL SIGNOR DOTTORE
VITALIANO DONATI
GIUNTAVI UNA LETTERA
DEL SIGNOR DOTTORE
LIONARDO SESLER
Intorno ad un nuovo Genere di Piante Terrestri.

IN VENEZIA,
Appresso FRANCESCO STORTI.

M.DCCL.
CON LICENZA DE SUPERIORI.

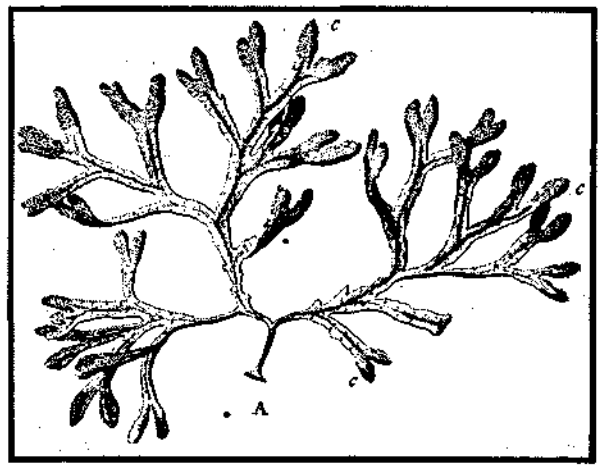
A

VITALIANO DONATI

Della storia naturale marina dell'Adriatico

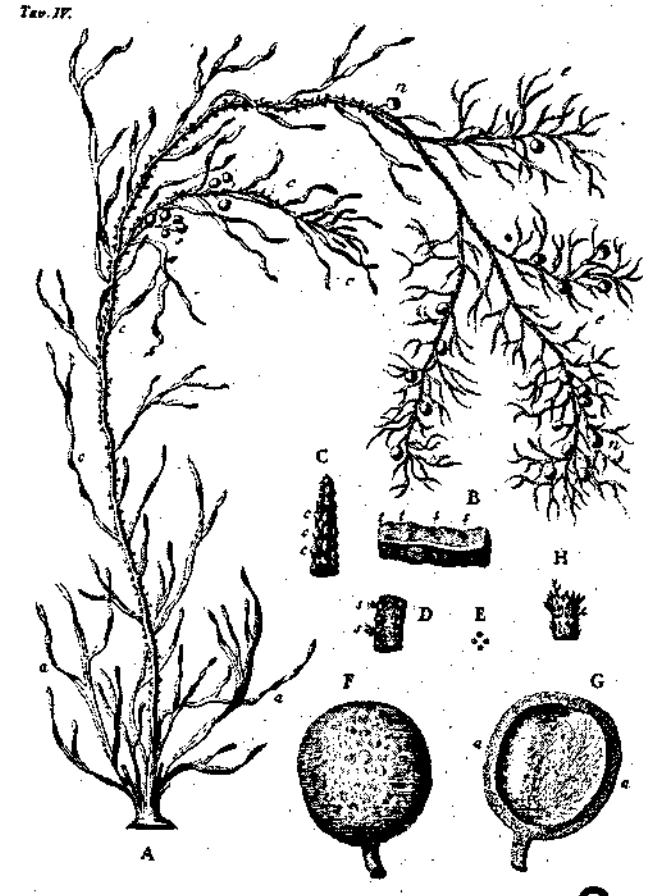
Prefazione di Cinzio Gibin

Ristampa anastatica

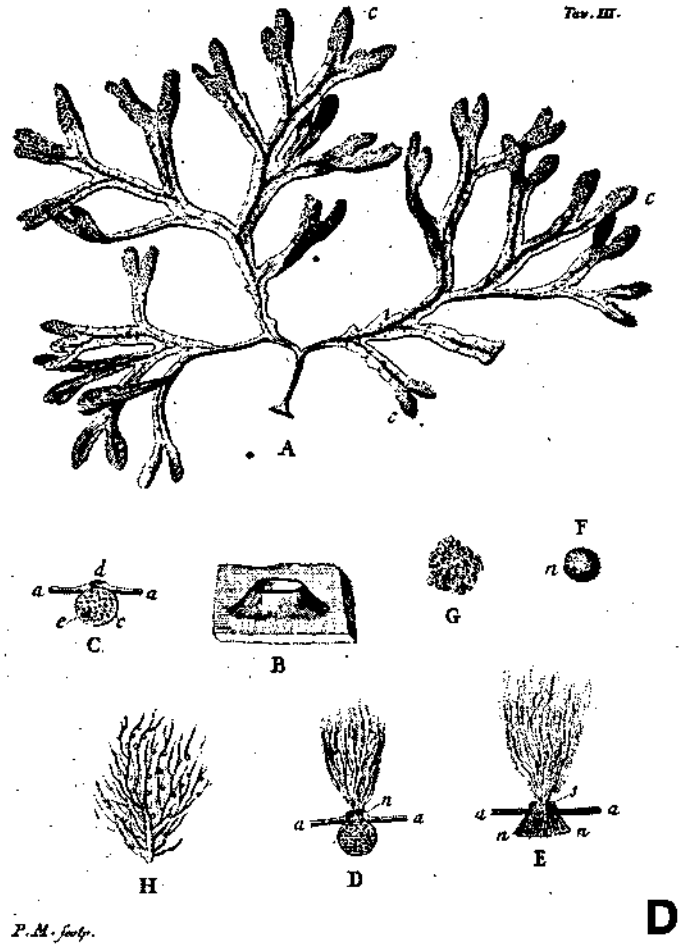


T & G edizioni

B



C



D

Fig. 2 - A) Frontespizio della storia naturale marina dell'Adriatico di V. Donati; B) copertina della ristampa anastatica dell'opera del Donati; C) una tavola raffigurante un sargasso; D) tavola raffigurante *Fucus virsoides.*

A) Title page of "Storia naturale marina dell'Adriatico" by V. Donati; B) cover of the recent anastatic reprint; C) plate showing a Sargassum D) plate showing Fucus virsoides.

veduto in qualche altra parte del Mediterraneo, e segnatamente in faccia a Portovenere del Genovesato, dove fassi la pescagione con le bilancelle. Sono due bastimenti corredati di un'ampia vela latina, posti a qualche distanza l'uno da riscontro all'altro, ai quali mediante due grossi canapi è affidata una rete di prodigiosa estensione, che arriva fino al fondo del mare; e piccolissimi essendo i suoi vani, avviluppa e dentro serra i pesci d'ogni grandezza, nell'atto che è trascinata dall'impeto delle bilancelle, cagionato da quello de' venti, giacché senza di essi non può intraprendersi tal pescagione. Quando nelle estive nostre vacanze nel 1783 mi occupai nei contorni di Portovenere delle ricerche di quelli indigeni animali marini, de' quali in seguito pubblicai un Saggio nella Società italiana, *ben dieci o dodici volte intervenni a tale pescagione, per essere favorevole a' miei disegni, e vidi che oltre che ai pesci grandi o mezzani se ne prendeva una immensità di minutissimi, che per non servire allo smercio, si gettavano in mare, ma già morti e mezzi logori, per la fregagione sofferta attorno alla rete; e toccai con mano il grave danno che ne veniva alla pesca del pesce, mandandone a male tante migliaia di immaturi. Vero è che mi venne riferito esservi una legge a Genova che proibisce quest'uso, o, a dir meglio, questo abuso delle bilancelle. Ma io non seppi persuadermene in veggendo che ogni anno ne escono le tre e le quattro paja dal Golfo di Spezia, e mettonsi ne' giorni estivi in alto mare per tale pescagione. Inoltre il Podestà del luogo, che, vegliando tal legge, dovrebbe impedire a' marinai questo dannevolissimo pescherecio esercizio, non è difficile ad accordarlo, previa una somma di danaro che gli vien data, oltre ad alleggerire ogni giorno del pesce più grosso le bilancelle, liberandole così dal timore che pel soverchio peso affondar si potessero"* (L. Spallanzani, *Viaggi alle due Sicilie*, ecc., tomo 3, pag. 86-87, Edizione 1826).

Altri importanti contributi al progresso della conoscenza della biologia marina sono stati forniti da Stefano Chiereghin (1745-1820), Stefano Andrea Renier (1759-1830) e soprattutto dal giovane Giuseppe Olivi (1764-1795). Il Chiereghin, in quarant'anni di ricerche svolte prevalentemente nella laguna e nel mare di Chioggia, compilò un'opera fondamentale per la conoscenza della fauna adriatica, purtroppo mai pubblicata, *Descrizione de' Pesci, de' Crostacei e de' Testacei che abitano le lagune ed il Golfo Veneto*, corredata da oltre 1.700 disegni. Alcuni dei suoi disegni sono stati utilizzati dallo Spallanzani.

Gli studi di Zoologia marina del Renier sono stati pubblicati dopo il 1800 ad eccezione della lettera inviata all'abate Olivi, datata 1793 e dal titolo *Sopra il Botrillo piantanimale marino.*

L'abate Giuseppe Olivi di Chioggia (1769-1795) (Fig. 1 C), con i suoi studi sugli animali dell'Adriatico, viene considerato un precursore non solo degli studi di faunistica e di Biologia Marina, ma anche di biometria. Nonostante sia scomparso a soli 26 anni, ci ha lasciato la *Zoologia Adriatica*, stampata nel 1792, ossia catalogo ragionato degli animali del Golfo e della Laguna di Venezia, importante opera ancora oggi punto di riferimento per lo studio degli organismi marini dell'Alto Adriatico (Fig. 3 A, B). Per questi ultimi fornisce anche i nomi vernacolari accanto a quelli scientifici, in latino. Un capitolo in appendice è intitolato *Saggio sulla proporzionalità trovata nell'accrescimento dei granchi, delle conchiglie e dei pesci*, vero e proprio studio di biometria, *ante litteram* (Fig. 3 C, D). L'Olivi per le conchiglie ed i granchi afferma che essi crescono in proporzione geometrica e che uno stesso andamento è riscontrabile per alcuni pesci del genere *Pleuronectes*: le dimensioni per le quali è verificato questo tipo

ZOOLOGIA ADRIATICA

OSSIA

CATALOGO ragionato degli Animali del Golfo e delle Lagune di Venezia; preceduto da una DISSERTAZIONE sulla Storia fisica e naturale del Golfo; e accompagnato da MEMORIE, ed OSSERVAZIONI di Fisica Storia naturale ed Economia

DELL' ABATE GIUSEPPE OLIVI,

Della R. Accademia di Scienze Lettere ed Arti di Padova, della Pub. Società di Medicina di Venezia ec.

BASSANO, MDCCXCII.

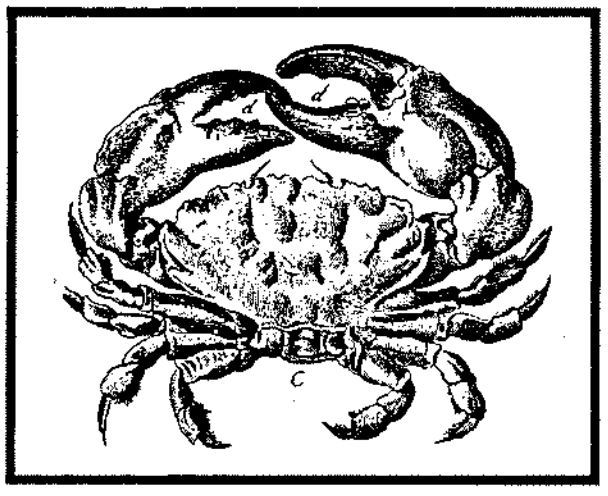
A

GIUSEPPE OLIVI

Zoologia Adriatica

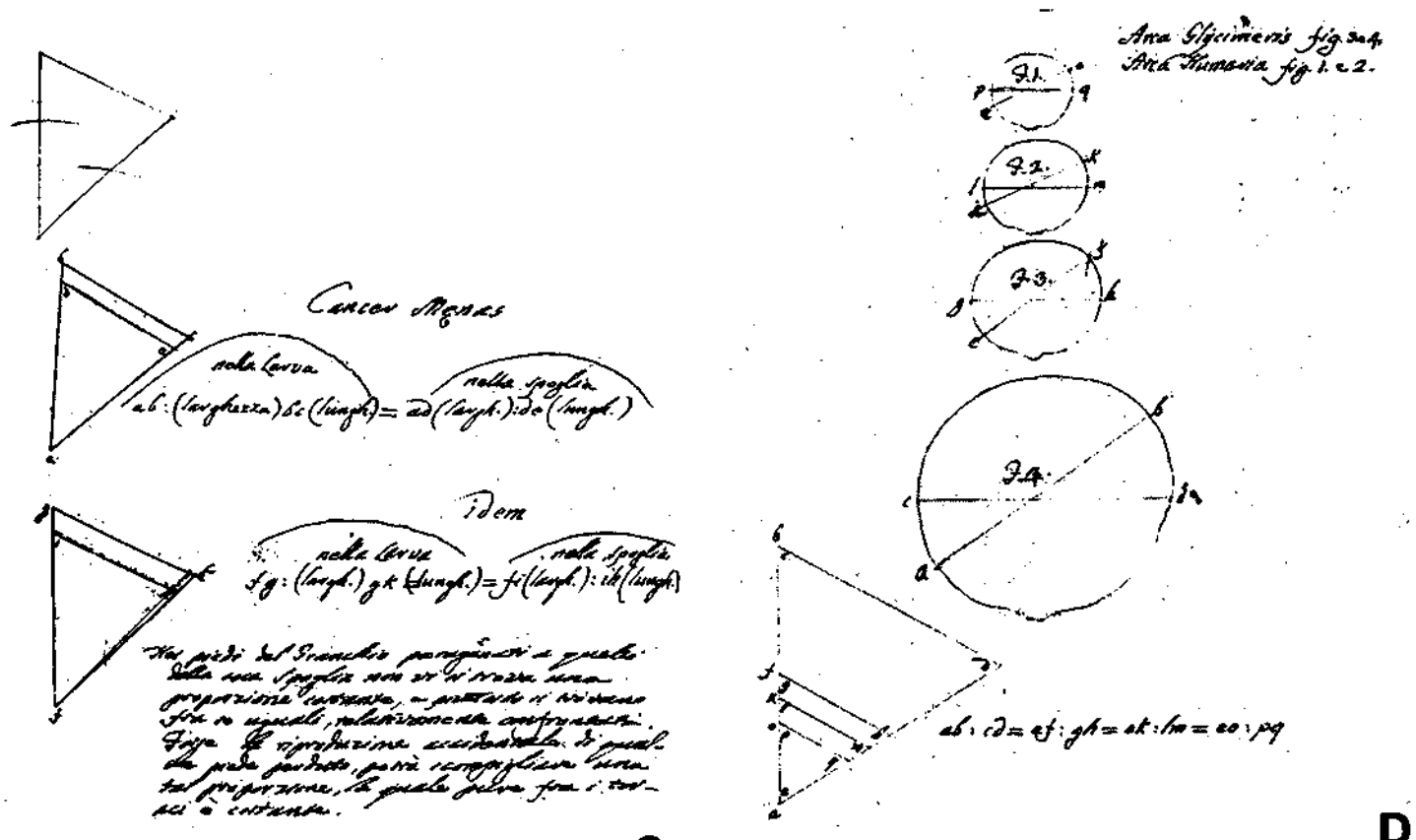
Prefazione di Cinzio Gibin

Ristampa anastatica



T. & G EDIZIONI

B



C D

Fig. 3 - A) Frontespizio della Zoologia Adriatica di Olivi; B) copertina della ristampa anastatica; C, D) annotazioni biometriche su bivalvi e granchi tratti dal saggio sulla proporzionalità.
A) Title page of the book "Zoologia Adriatica" by Olivi; B) cover of the recent anastatic reprint; C, D) biometric notes on bivalves and crabs.

di accrescimento sono la lunghezza e la larghezza. La terza dimensione è definita come "profondità o grossezza" secondo l'Olivi "cresce di più che non converrebbe per conservare quella proporzione". È interessante notare che l'Autore considera il rapporto fra le dimensioni delle varie parti di un organismo quale valido criterio diagnostico nella sistematica.

Nella prefazione della ristampa dell'opera *Zoologia Adriatica*, Cibin (1995) commenta: *"Dopo la ricerca di Olivi la biologia marina non fu più solo descrizione zoologica e botanica, ma divenne studio di ecologia, ossia indagine riguardante le relazioni tra gli esseri e tra questi e la località in cui vivevano... . L'altra tecnica conoscitiva adoperata da Olivi fu il linguaggio geometrico-matematico applicato alla zoologia marina. Dopo circa centocinquant'anni dalla rivoluzione scientifica galileiana, la tendenza degli scienziati a quantificare i fenomeni naturali si era molto consolidata".*

Eminenti figure di studiosi dei mari meridionali furono Giuseppe Saverio Poli di Molfetta (1746-1825) e Filippo Cavolini (1756-1810). Il primo (Fig. 1 D) è professore a Napoli ed autore della magnifica opera *Testacea utriusque Siciliae eorumque historia et anatome* (1790-1793); descrive i molluschi del regno delle due Sicilie, più in generale gli organismi dotati di una conchiglia (guscio), come ad esempio i cirripedi: a lui si deve la descrizione originaria di *Euraphia depressa* e *Chthamalus stellatus*, quali *Lepas depressa* e *Lepas stellata* (Fig. 4 A, B). Cavolini, insigne zoologo e botanico napoletano, svolse numerose ricerche sugli organismi marini del Golfo di Napoli, installando un laboratorio marino nella sua villa di Posillipo. Egli, in particolare, si interessò di madrepore, coralli e gorgonie, come risulta dall'opera *Memorie per servire alla storia de' Polipi marini* (1785). Rilevanti sono anche le sue ricerche sulla riproduzione dei granchi e dei pesci e su *Zostera*. Nel 1785 Cavolini, utilizzando una apparecchiatura rudimentale esplorò le grotte sommerse della costa sorrentina (Riedl, 1980), diventando un precursore delle immersioni subacquee a scopo di studio.

Un ulteriore contributo alle conoscenze degli organismi viene fornito dai chioggiotti Fortunato Luigi Naccari (1793-1860) che si occupa in particolare di uccelli e pesci e da Giovanni Domenico Nardo (1802-1877), da Alessandro Pericle Ninni (1837-1892) anche lui ornitologo ed ittiologo, da Giovanni Zanardini (1804-1878) e Giuseppe Meneghini (1811-1889) che si occupa di alghe.

Nel 1846 viene fondato il Museo di Storia Naturale di Trieste con il preciso compito di promuovere gli studi della fauna adriatica, marina compresa. Cessata l'autonomia della Serenissima annessa all'Impero austriaco, si affievolisce il ruolo di Venezia quale punto di riferimento per gli studi adriatici, mentre aumenta quella di Trieste. Sulla preferenza dei ricercatori centroeuropei gioca un ruolo determinante il fatto che la città di san Giusto appartiene da lungo tempo all'Impero austro-ungarico e sono pertanto sicuri di trovarvi un ambiente più affine per lingua e cultura. Così Trieste sarà frequentata dai più insigni studiosi centro europei, fin quando non entrerà in competizione con Rovigno e dovrà pagare le conseguenze della prima guerra mondiale. Nel 1874 l'allora direttore del Museo, Syrski, descrive le gonadi maschili di *Anguilla* fino a quell'epoca poco note o dubbie, nel lavoro *"Degli organi della riproduzione e della fecondazione dei pesci ed in ispecialità delle Anguille"* pubblicato sul primo numero del Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali costituitasi nell'ottobre del 1874. Il Bollettino è tuttora vivo e nelle sue pagine si può ripercorrere una parte della storia delle ricerche marine adriatiche. Tra le prime opere pubblicate in questo Bol-

lettino vale la pena di ricordare il *"Prospetto della fauna del mare Adriatico"* di M. Stossich (1879 - 83). Da ricordare altri lavori del Syrski che si dedica attivamente ai problemi di biologia marina. Egli affronta anche problemi di indole pratica come l'allevamento artificiale delle spugne, il "mare sporco", che attribuisce alla comparsa massiva della diatomea *Nitzschia clostrium* (1872), e soprattutto definisce il periodo riproduttivo della maggior parte delle specie animali



Fig. 4 - A) Frontespizio dell'opera più nota di G.S. Poli; B) tavola V in cui sono illustrati i Cirripedi Ctamalidi *E. depressa* e *C. stellatus*

Title page of G.S. Poli's best-known work; B) plate V showing the barnacles E. depressa *and* C. stellatus.

commestibili dell'Adriatico (1876), lavoro che viene sollecitato dallo stesso Governo Marittimo per le evidenti implicazioni con la pesca e che ancor oggi viene consultato e citato.

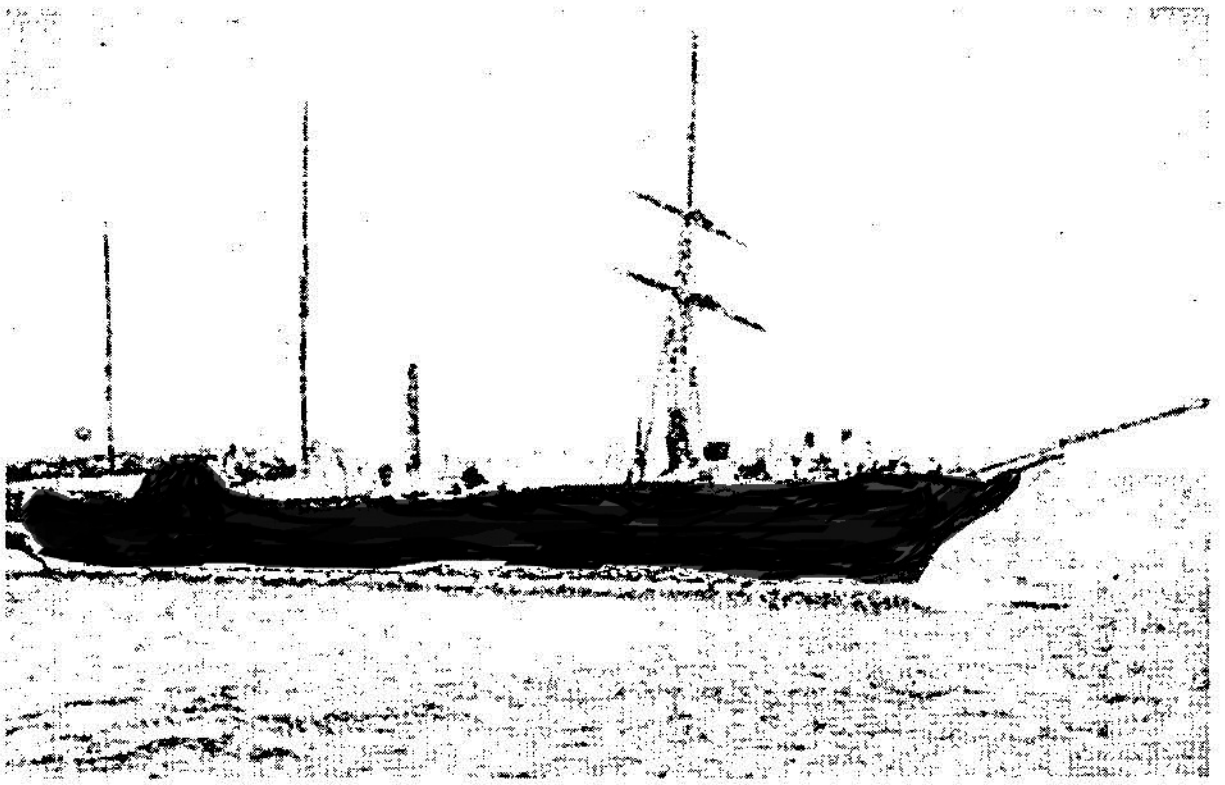
Nel 1867 viene fondato il Museo di Storia Naturale di Genova, che ebbe la prima sede in una palazzina di "Villetta Di Negro", essendo stata inaugurata l'attuale sede nell'ottobre 1912 grazie all'interessamento anche finanziario del marchese Giacomo Doria al quale è stato poi dedicato.

Nel 1870 è apparso il primo volume degli Annali del Museo Civico di Storia Naturale e nel 1949 iniziò la pubblicazione *Doriana*. Nonostante il Museo sia

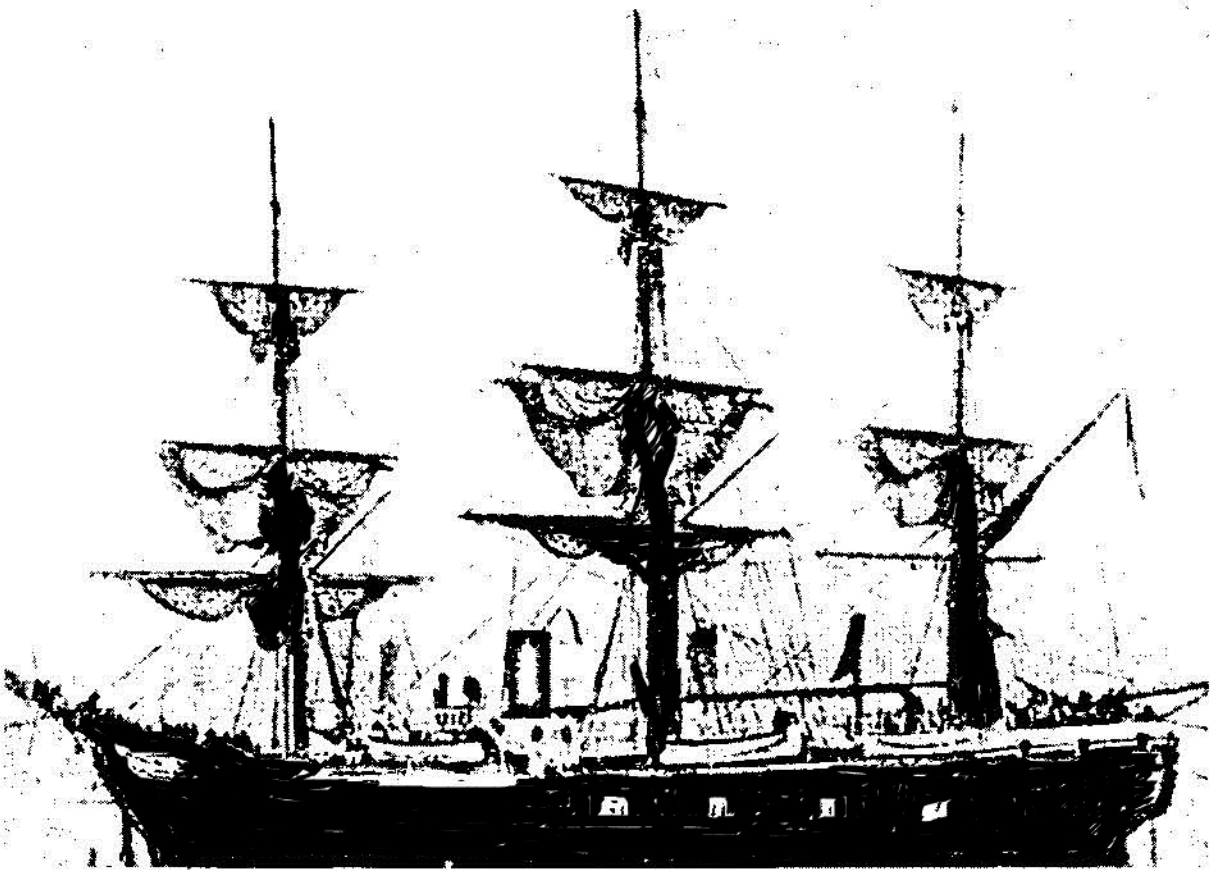
famoso per le sue collezioni entomologiche e di uccelli e mammiferi esotici, con Enrico Tortonese (direttore del Museo dal 1955 al 1976) ha rivalutato ed incrementato le collezioni di animali marini, in particolare di pesci (Tortonese, 1968).

Nel frattempo iniziano le grandi spedizioni mondiali come quelle dell'Endeavour, della Beagle, della Challenger, per citarne alcune tra le più famose ed inizia non soltanto l'esplorazione dei mari costieri sconosciuti, ma anche delle acque del largo e degli ambienti profondi. Anche l'Italia, pur nei suoi limiti, contribuisce a queste esplorazioni con la fregata Magenta (1865-8), che ha a bordo Filippo Filippi zoologo dell'Università di Torino, con la pirocorvetta Vettor Pisani (1882-5), con la nave Washington (1881-3) (Fig. 5, A e B), a bordo della quale si trova Enrico Hillyer Giglioli (1845-1909), che per primo dimostrò la presenza di una ricca fauna abissale nelle profondità del *mare nostrum*, fino a quei tempi considerate disabitate o quasi. La sua collezione di pesci depositata presso il Museo di Zoologia di Firenze è ancor oggi un importante materiale di studio e di riferimento.

Contemporaneamente alle grandi spedizioni vengono fondati i primi laboratori per lo studio degli organismi marini e tra questi, pur non essendo il primo in assoluto nel mondo, essendo stato preceduto dai Laboratori francesi di Concarneau (1859), Arcachon (1863), Roskoff (1872), il prototipo è indubbiamente la Stazione Zoologica di Napoli, inaugurata da Anton Dohrn nel 1872 e pienamente operativa nel 1873 (Fig. 6, A e B). La fondazione della Stazione Zoologica di Napoli, presa a modello da numerosi altri laboratori, tra cui Misaki (1887) in Giappone, il Marine Biological Laboratory di Woods Hole (1888) in USA e Plymouth Marine Lab (1888) nel Regno Unito, rappresenta una importante tappa nello sviluppo della Biologia Marina, non solo in Italia, ma nel mondo, e molti studi erano più orientati ad utilizzare gli organismi marini per problematiche di biologia generale, evoluzione, fisiologia, genetica, ecc., piuttosto che esaminare le problematiche della vita del mare. D'altra parte lo scopo primario di Felix Anton Dohrn (Fig. 7 A, B, C) era quello di affrontare i grandi problemi dell'evoluzione e della biologia generale (Heuss 1959, Groeben 1982, 1984) e di fornire agli scienziati provenienti da ogni parte del mondo le condizioni ideali per la ricerca, l'interdisciplinarietà, la discussione e costituire ciò che Boveri ha definito un congresso di Zoologia permanente. A differenza delle stazioni francesi che erano delle dipendenze periferiche di Università o di altre Istituzioni, la Stazione Zoologica di Napoli era una struttura indipendente, autofinanziata e perciò libera, punto di riferimento per i più bei nomi della scienza dell'epoca di A. Dohrn. In sintesi, scrive De Masi (1987): "La Stazione Zoologica di Napoli è stata dal punto di vista delle scienze organizzative un sistema che Anton Dohrn alimentò continuamente di risorse umane (pescatori, tecnici, personale di servizio, scienziati, artisti), di risorse finanziarie ("tavoli", contributi pubblici e privati, introiti tramite l'acquario, le pubblicazioni, la vendita di animali vivi e conservati), di risorse tecniche (vaporetti, barche, edifici, attrezzature scientifiche, materiali). Un sistema organico fatto di acquario, laboratori, biblioteca, uffici amministrativi, reparti di microscopia, di conservazione, ecc. Un sistema che ha prodotto copiosi output, e di varia natura: dalle pubblicazioni degli studiosi alla divulgazione scientifica, dai preparati biologici alle idee, e soprattutto agli scienziati che, formati nel clima irripetibile della *Stazione*, passarono a dirigere altrove musei e cattedre, e fondarono altrove istituzioni che alla *Stazione* si ispiravano e che a volte ne hanno persino superato l'importanza.



A



B

Fig. 5 - La nave idrografica "Washington" (A) e la pirocorvetta "Vettor Pisani" (B) utilizzate per le prime campagne oceanografiche italiane.

The hydrographic ship " Washington" (A) and the stearn corvette "Vettor Pisani" (B) used for the first Italian oceanographic surveys.

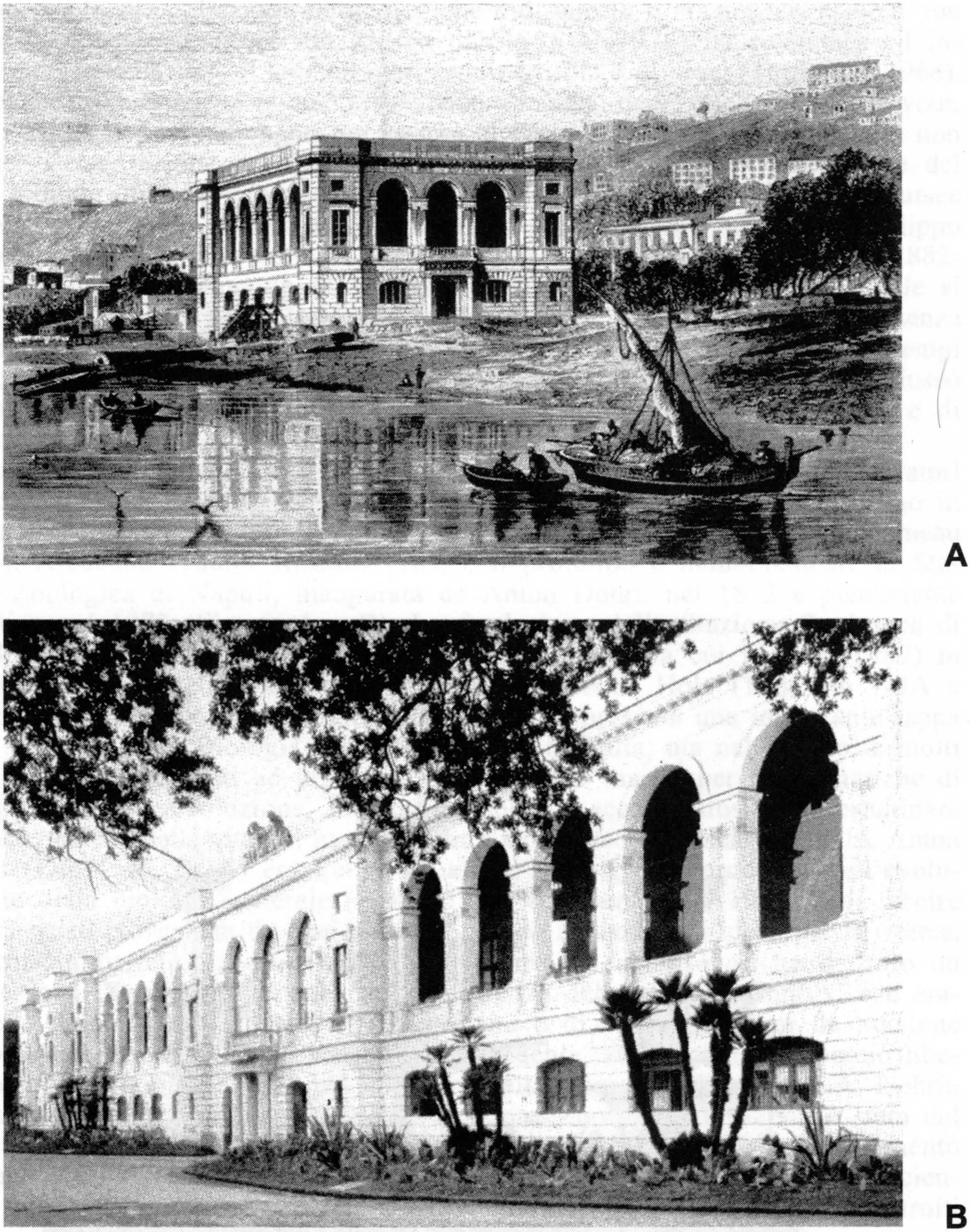


Fig. 6 - La Stazione Zoologica nel 1873 (A) e come appare oggi (B).
The Naples Zoological Station in 1873 (A) and as it appears today (B).

Se si pensa che tutto questo veniva realizzato alla fine dell'Ottocento e ai primi del Novecento, proprio quando negli Stati Uniti Taylor metteva a punto la sua concezione scientifica del management, ci si rende conto di quanta tensione post-industriale riuscisse ad imprimere Anton Dohrn alla sua organizzazione,



A

THEODOR HEUSS

L'«ACQUARIO» DI NAPOLI

E IL SUO FONDATORE

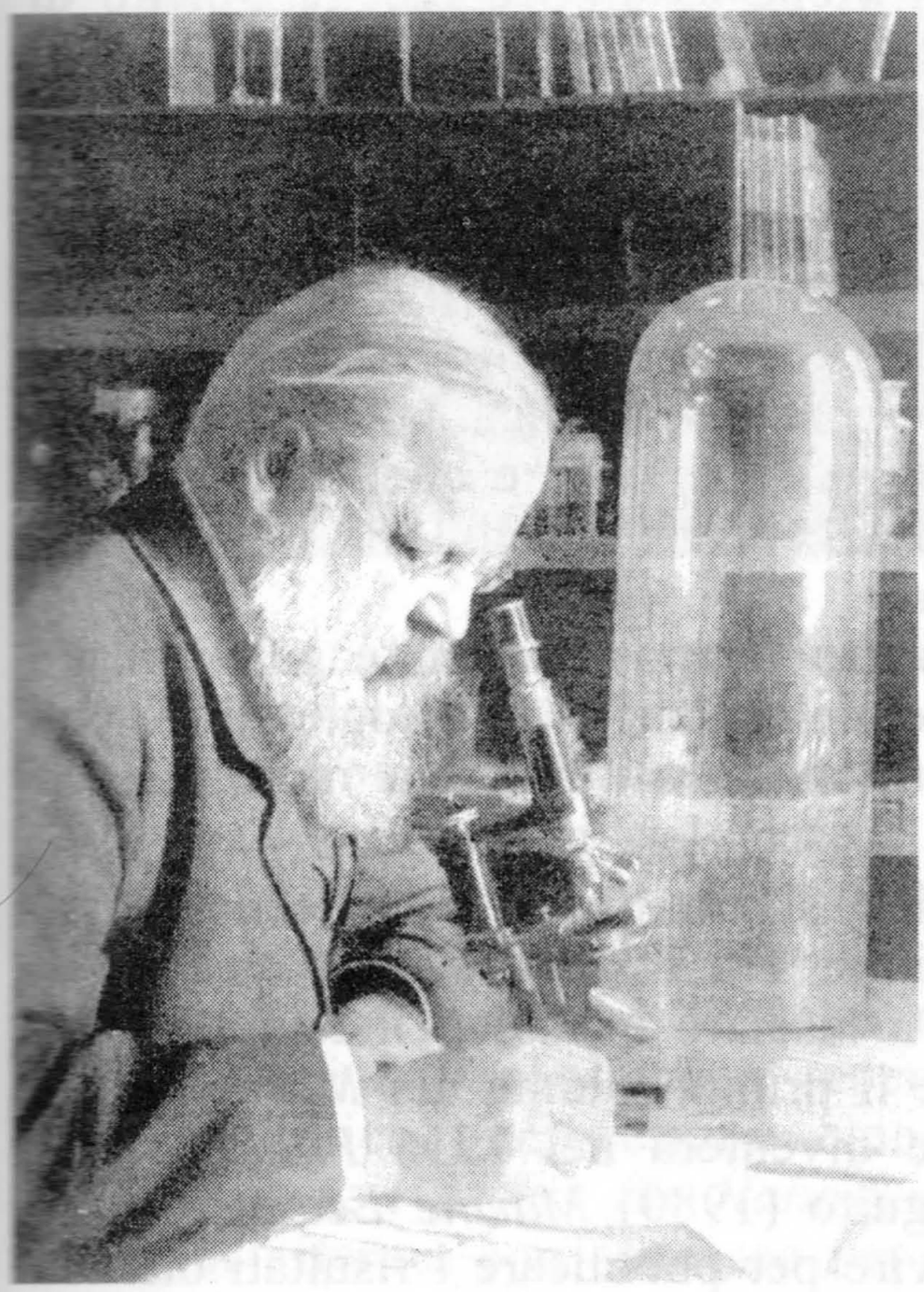
ANTON DOHRN

Traduzione di CORDELIA GUNDOLF



EDIZIONI CASINI - ROMA

B



C



D

Fig. 7 - A) un ritratto di Anton Dohrn giovane; B) il frontespizio del libro di Heuss; C) A. Dohrn al microscopio Zeiss; D) Salvatore Lo Bianco.

A) Portrait of A. Dohrn as a young man; B) title page of Heuss' book; C) A. Dohrn at his Zeiss microscope; D) Salvatore Lo Bianco.

disegnando e realizzando un'opera di cui solo oggi possiamo apprezzare la straordinaria, precorritrice modernità".

L'invenzione dei tavoli di lavoro (sovvenzionati da governi e istituzioni sparse per il mondo) e l'abbinamento all'acquario aperto al pubblico contribuirono all'autosostentamento della Struttura, che tuttavia col passare del tempo perse il ruolo primario iniziale a causa delle vicissitudini delle due guerre mondiali, della nascita di molte altre stazioni sparse per il mondo, dalle difficoltà finanziarie e quindi dell'impossibilità a mantenere un elevato standard nella strumentazione e in tutti gli altri servizi ed in parte dovute anche alla burocrazia italiana e alla difficoltà di individuare strategie vincenti.

Alla fondazione, il primo reparto è stato quello della morfologia animale seguito nel 1876 da quello botanico. Nuove costruzioni hanno portato ad un ampliamento con costituzione di nuovi dipartimenti tra il 1885-1889 e tra il 1903 e 1906. Nel 1906 è stata costruita la casa estiva di Dohrn, Villa Acquario ad Ischia, divenuta la sede del Laboratorio di Ecologia del Benthos (Fig. 8) alla fine degli anni '60. Questa data segna la nascita non solo del Laboratorio di Ischia, ma anche delle ricerche degli altri gruppi di ecologia marina dell'Istituto (Oceanografia biologica e Botanica marina), tutt'oggi attivi. La stazione è passata alla storia non solo per il ruolo che ha avuto quale laboratorio di scienza e cultura e nell'ospitare famosi scienziati tra cui ben 18 premi Nobel (Tab. 1), ma anche per le pubblicazioni e per l'attività di Salvatore Lo Bianco. Figlio del portiere di Palazzo Torlonia, nel 1874 a soli 14 anni viene assunto quale garzonetto di Dohrn. Salvatore, intelligente, volenteroso, avido di apprendere, anche grazie agli insegnamenti di illustri personaggi, rapidamente diventa non solo uno dei massimi esperti nelle preparazione e conservazione degli animali marini, ma anche un antesignano degli studi ecologici nel Golfo di Napoli. Nel 1880, alla morte di Müller, diventa il responsabile del reparto "animali conservati" e il nomignolo di Torillo viene sostituito da un rispettoso "don Salvatore". Con il passare degli anni acquisisce una sempre maggiore competenza e pubblica lavori scientifici ancora oggi citati come, ad esempio, quelli su uova e larve e quello sui periodi di riproduzione degli animali del Golfo (Lo Bianco, 1909). Nel 1883 l'Università di Napoli gli conferisce la laurea *ad honorem*.

Le metodiche da lui inventate e per un certo tempo mantenute gelosamente segrete (Lo Bianco, 1890) procurarono ai tecnici della Stazione Zoologica di Napoli la fama di migliori preparatori di animali marini conservati tanto che musei, istituti e scuole da tutto il mondo comperavano tali esemplari a Napoli.

La lungimiranza e genialità di Anton Dohrn si manifestano anche nell'organizzazione della biblioteca e delle pubblicazioni. Tra il 1879 e 1880 vedono la luce ben tre serie di pubblicazioni destinate a lasciare un solco indelebile nella storia della biologia marina. Nel 1879 appare il primo volume dei *Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel* che diventerà nel 1916 *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* ed in seguito (1980) *Marine Ecology* (*Pubblicazioni Staz. Zool. Napoli*), che doveva servire per pubblicare i risultati ottenuti dalle ricerche svolte presso la Stazione. Nel 1880 inizia la serie delle splendide monografie della *"Fauna und Flora der Golfes von Neapel"*, che ovviamente non si limitano al Golfo ma comprendono tutto il Mediterraneo. Fino al 1914 vengono prodotti 33 volumi. L'ultima monografia, la n. 39, è intitolata *Anthomedusae/Athecatae (Hydrozoa, Cnidaria) of the Mediterranean* è stata pubblicata nel 1970. Nella monografia 38, pubblicata in tre puntate tra il 1931

e il 1956, sono descritte le uova e larve dei Teleostei, raccolte nel Golfo di Napoli da Salvatore Lo Bianco. A questa monumentale opera magnificamente illustrata hanno collaborato Fausta Bertolini, Umberto D'Ancona (che è stato il coordinatore dell'opera), Giuseppe Montalenti, Emanuele Padoa, Silvio Ranzi, Antonio Spartà, Enrico Tortonese, Maffo Vialli. Lo studio delle uova e larve di pesci del Golfo di Napoli era cominciato nei due ultimi decenni del 1800 quando Carlo Emery aveva descritto gli stadi larvali di alcune specie di pesci e Federico Raffaele dal 1886 al 1898 aveva pubblicato una serie di note sull'argomento che avevano anche finalità pratiche perché, a quel tempo, era ancora assai

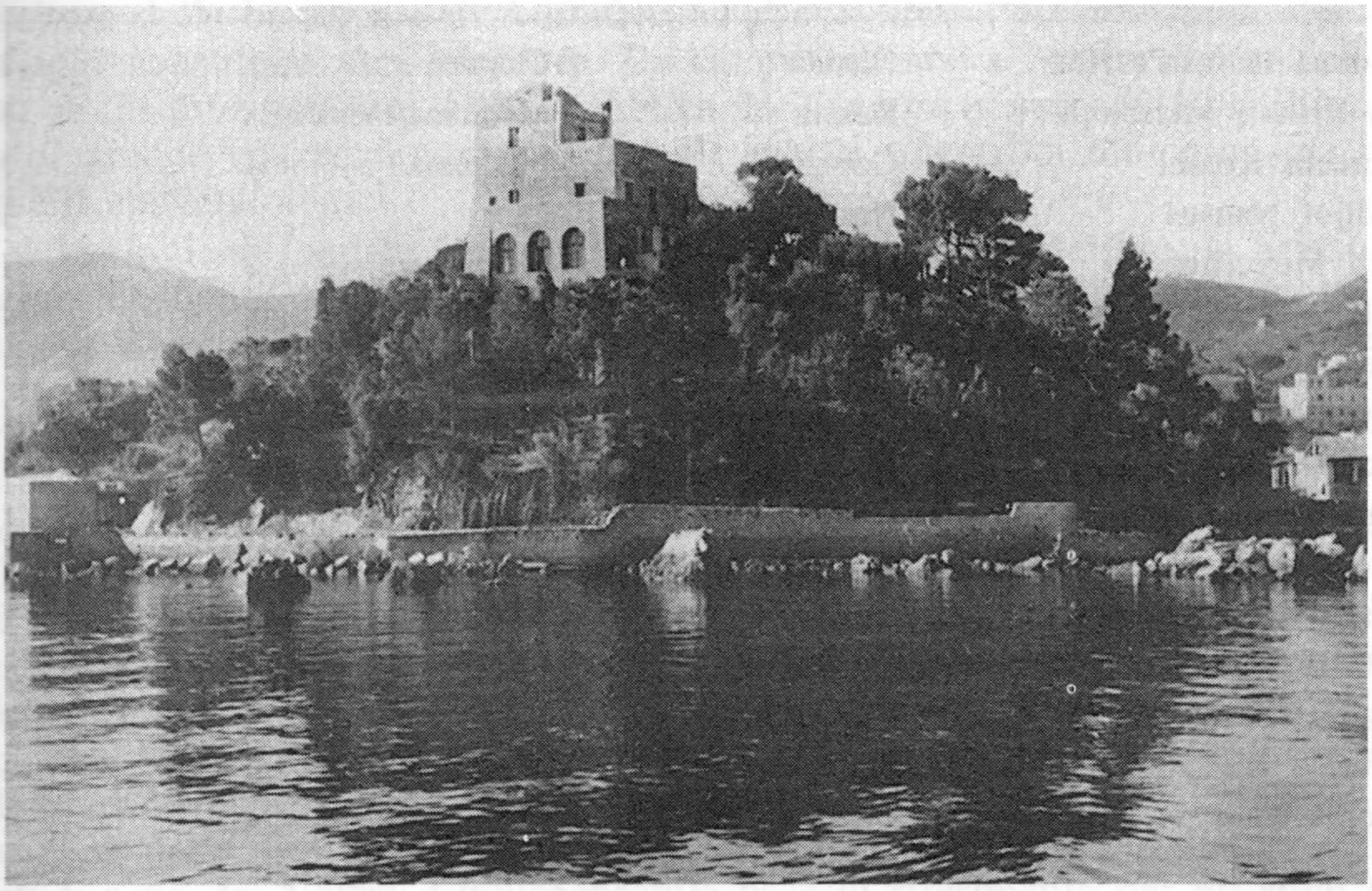


Fig. 8 - Ischia. La villa estiva di A. Dohrn diventata sede del Laboratorio di ecologia della Stazione Zoologica di Napoli.

A. Dohrn's summer house, now the Ecology Laboratory of the Naples Zoological Station.

diffuso il pregiudizio che tutte le uova dei pesci venissero deposte sul fondo e potessero essere distrutte dalle reti a strascico. Sempre nel 1880 inizia lo *Zoologischen Jahresbericht* un repertorio bibliografico che recensisce i principali lavori pubblicati nel settore. Nonostante la concorrenza di due preesistenti pubblicazioni, *l'Archiv für Naturgeschichte* e lo *Zoological Record* la rivista di Dohrn si afferma con successo per l'accuratezza e la rapidità nella stampa. Gli Autori fanno a gara per essere recensiti inviando a Napoli copia dei loro lavori contribuendo così ad accrescere il patrimonio bibliotecario. La rivista cessa nel 1914 a causa della guerra.

Quando nel 1909 muore Anton Dohrn e il figlio Reinhard lo sostituisce, l'attività continua e l'Istituzione rimane indipendente fino a quando diventa, anche in conseguenza della 1ª guerra mondiale, Ente Morale, una istituzione semiprivata.

Nel 1954 la direzione viene assunta da Pietro Dohrn; seguono anni difficili fin quando nel 1983 la Stazione diventa una struttura statale alle dipendenze del Ministero della Pubblica Istruzione, avendo ormai perso le sue peculiari caratteristiche anche quale principale punto di riferimento mondiale per lo studio della vita del mare o delle problematiche biologiche, attraverso l'utilizzo degli organismi marini. Ciò non toglie che la Stazione ancora oggi sia un centro di eccellenza per gli studi di biologia ed ecologia marina, grazie anche all'impiego della biologia molecolare e delle biotecnologie; mi auguro solo che non si esageri con l'utilizzo di materiale biologico che poco ha a che fare con il mare.

Tab. 1 – I premi Nobel che hanno soggiornato presso la Stazione Zoologica di Napoli.
Nobel prize-winners who stayed at the Naples Zoological Station.

Jacobus H. van't Hoff	Olanda	Chimica	1901
Ilja Iljitsch Metschnikow	Russia	Medicina/Fisiologia	1908
Albrecht Kossel	Germania	Medicina/Fisiologia	1910
Fridtjof Nansen	Norvegia	Pace	1922
Otto Meyerhof	Germania	Medicina/Fisiologia	1922
Willem Einthoven	Olanda	Medicina/Fisiologia	1924
Theodor Svedberg	Svezia	Chimica	1926
Otto Warburg	Germania	Medicina/Fisiologia	1931
Thomas Hunt Morgan	USA	Medicina/Fisiologia	1933
Hans Spemann	Germania	Medicina/Fisiologia	1935
Otto Loewi	Germania	Medicina/Fisiologia	1936
Albert Szent-Györgyi	Ungheria	Medicina/Fisiologia	1937
Richard Kuhn	Germania	Chimica	1938
James Dewey Watson	USA	Medicina/Fisiologia	1962
Maurice H.F. Wilkins	Inghilterra	Medicina/Fisiologia	1962
George Wald	USA	Medicina/Fisiologia	1967
Sir Bernard Katz	Germania	Medicina/Fisiologia	1970
Karl von Frisch	Austria	Medicina/Fisiologia	1973

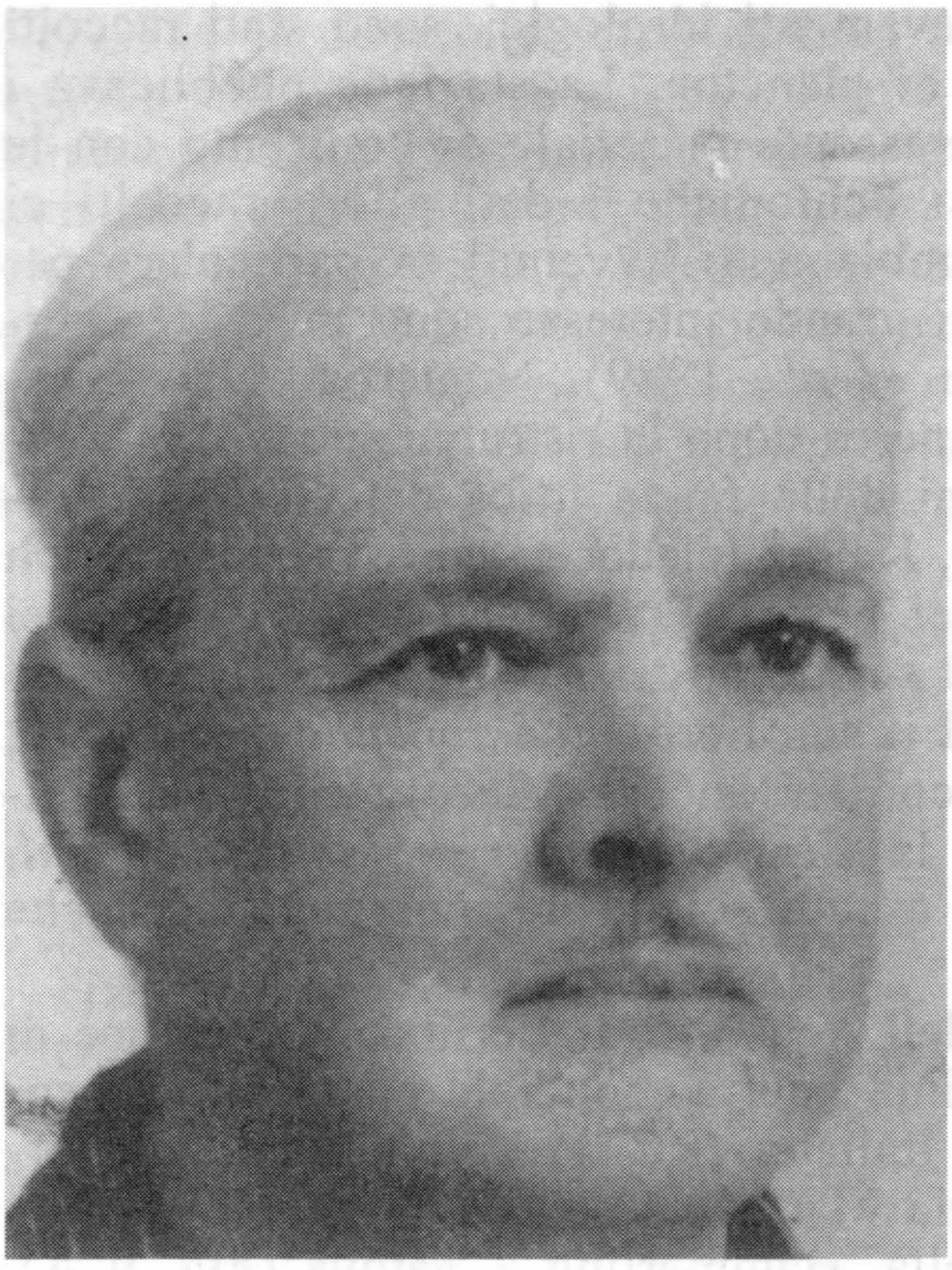
Nel 1875, poco tempo dopo la istituzione della Stazione Zoologica di Napoli, il governo austriaco fonda in località S. Andrea, dove ora è situato l'Istituto Talassografico, la Stazione Zoologica di Trieste, importante punto di riferimento per tutto l'Adriatico fino al 1915, quando viene chiusa e si dovrà attendere fino agli anni Settanta per la creazione del Laboratorio di Biologia Marina di Aurisina, attualmente diretto dal presidente del nostro Comitato Plancton, prof. Serena Fonda Umani. Molte sono le ricerche di grande rilevanza svolte presso la Stazione (si veda Specchi, 1965). Dopo il 1900, quando Karl Cori assume la direzione, ma soprattutto dopo il 1904 quando diviene la sede locale della Società Viennese per l'esplorazione scientifica dell'Adriatico, si assiste ad un potenziamento delle attività e delle strutture. Nel 1910 si tiene a Venezia la conferenza italo-austriaca per lo studio dell'Adriatico, che sancisce un programma di lavoro in comune fra i due Paesi. Le ricerche si compiono con la nave austriaca "Najade", con le italiane "Ciclope" e "Montebello" appoggiata dalla torpediniera "107 S": negli anni 1911-'14 i quattro natanti compiono 12 crociere di ricerca biologica ed

oceanografica durante le quali, oltre ai rilevamenti idrologici, sono stati raccolti copiosi campioni biologici, in particolare di plancton. La stazione pubblicava i "Calendari del plancton" che sono un interessante materiale di confronto con le situazioni attuali. Anche per le biocenosi bentoniche i dati allora raccolti ci consentono oggi di rilevare i profondi cambiamenti avvenuti in particolare per le fanerogame marine quasi scomparse. Di grande interesse sono pure le osservazioni sul "mare sporco" (Fonda Umani *et al.*, 1989). Numerosi sono i naturalisti che frequentano la Stazione di S. Andrea dopo la ristrutturazione del 1900; fra questi si ricordano Stiasny (fluttuazioni della fauna ittica del Golfo di Trieste), Valeria Neppi (meduse nell'Adriatico), Kajdiz (cladoceri ed ostracodi), Frisch (occhi composti), Ishihara (respirazione nei pesci), Przibram (rigenerazione nei crostacei) e soprattutto Steuer che durante il soggiorno triestino diviene il massimo conoscitore della biologia dell'Adriatico ed il suo libro *Planktonkunde*, del 1910, è tutt'oggi consultato con interesse. Da ricordare ancora Mario Stenta dell'Università di Padova che nel 1908 pubblica la *Classificazione di Lamellibranchi*, opera di grande interesse non solo per gli aspetti scientifici biologici, ma anche per quelli epistemiologici.

Nel 1891 viene fondata, per iniziativa dell'Acquario di Berlino, la Stazione di Rovigno (Zavodnik 1995), che dopo la prima guerra mondiale passa alle dipendenze del Regio Comitato Talassografico Italiano (RCTI) quindi viene trasformato in Istituto Italo-Germanico di Biologia Marina. Al suo sviluppo scientifico contribuiscono Issel (Fig. 9 B), Steuer, Sella, Hammerling e Vatova (Fig. 9 A). Quest'ultimo viene nominato dal RCTI assistente temporaneo ed incaricato della gestione provvisoria dell'Istituto di Biologia Marina di Rovigno nel 1928. Inizia così la carriera di Biologo Marino di un'altra figura leggendaria la cui opera forse non è stata ancora sufficientemente apprezzata e valorizzata (si veda anche Dalla Venezia, 1993). La pubblicazione nel 1928 del *Compendio della flora e fauna del Mare Adriatico presso Rovigno con la distribuzione geografica della specie bentoniche* e le ricerche sulle comunità bentoniche per la prima volta eseguite in Mediterraneo con le metodiche di Petersen, gli valgono la nomina ad assistente di ruolo e direttore dell'Istituto di Biologia Marina di Rovigno nel 1929. Tali studi sono, tra l'altro, l'indispensabile base di riferimento per gli studi svolti a documentare le modificazioni delle biocenosi dell'Adriatico centro-settentrionale (Fresi *et al.* 1998, Aleffi *et al.* 1995). Dal 1931 al 1943 vengono regolarmente pubblicate due riviste dell'Istituto: *Thalassia* e *Note dell'Istituto di Biologia di Rovigno.* Nel 1943, in seguito alle vicende belliche, è costretto a lasciare l'Istria e ad andare a Venezia ove cerca di ricostruire almeno in parte l'attività di Rovigno presso *l'Osservatorio per la Pesca Marittima*, una piccola palazzina attigua a quella che diventerà la sede dell'Istituto di Biologia del Mare del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche).

Nel 1899 si svolge a Venezia il Primo Congresso Italiano di pesca (Vinciguerra 1899) tra i cui organizzatori si possono ricordare due illustri ittiologi Pietro Pavesi e Giovanni Canestrini ed il segretario generale della Società Veneta per la pesca o l'acquicoltura Davide Levi-Morenos.

Nel 1900 (22-23 aprile), in occasione delle celebrazioni del centenario della morte di Lorenzo Spallanzani, viene fondata a Pavia l'Unione Zoologica Italiana (UZI); tra i promotori desidero ricordare il marchese Giacomo Doria e Corrado Parona. Il primo era direttore del Museo Civico di Storia Naturale di Genova, importante punto di riferimento anche per gli studi degli animali marini. Corrado



A



B



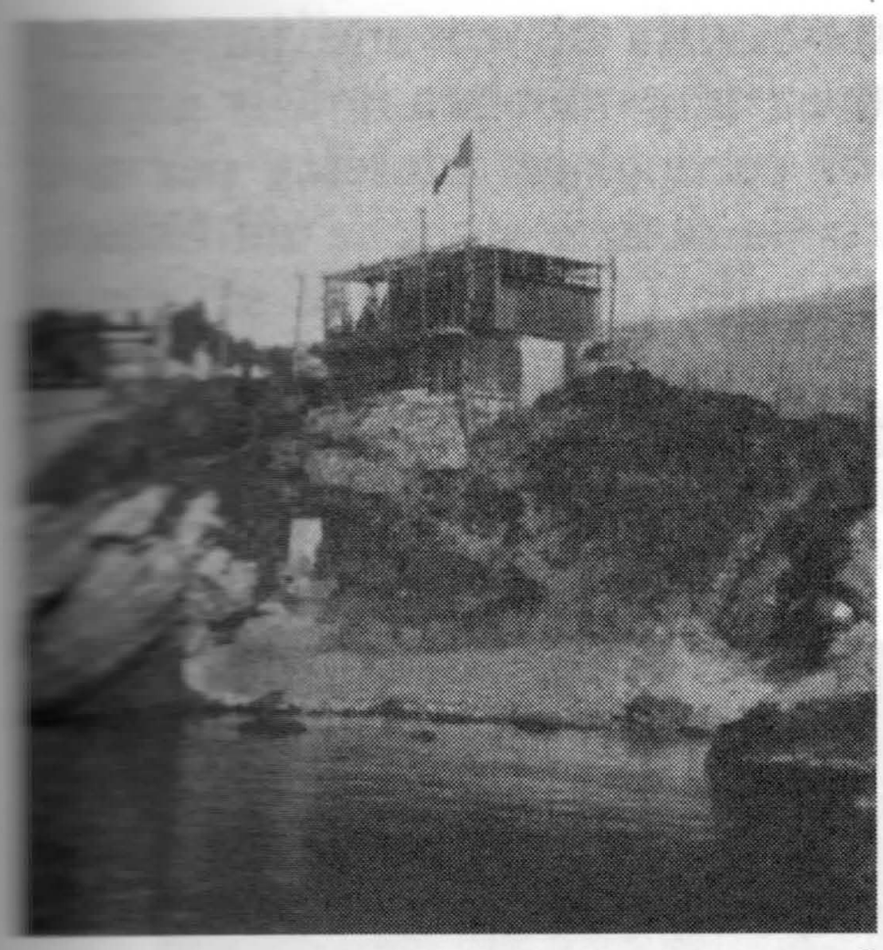
C



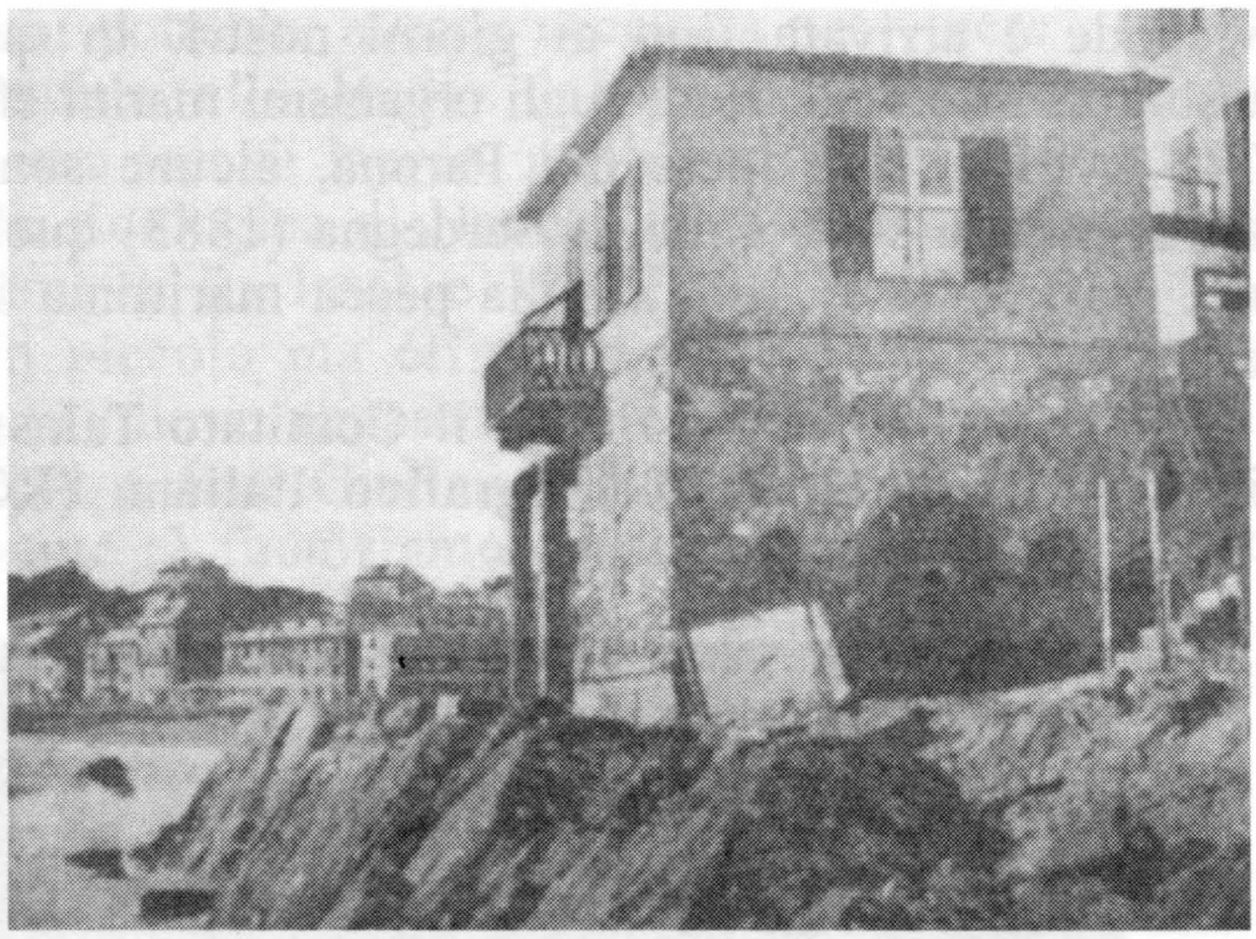
D

Fig. 9 - Alcuni insigni biologi marini che hanno lavorato in Adriatico e/o in Mar Ligure: A) Aristotele Vatova; B) Raffaele Issel, C) Corrado Parona; D) Alessandro Brian.

Some eminent marine biologists who have investigated the Adriatic Sea and/or the Ligurian Sea: A) Aristotele Vatova; B) Raffaele Issel; C) Corrado Parona; D) Alessandro Brian.



A



B



C

Fig. 10 - A) Il primo Laboratorio di Genova Quarto, una baracca di legno; B) il secondo Laboratorio marino di Quarto-Sturla; C) il Laboratorio marino di San Giuliano.

The first Marine Laboratory in Genoa-Quarto, a wooden shed; B) the second Marine Laboratory in Genoa Quarto-Sturla; C) the Marine Laboratory in San Giuliano (also in Genoa)

Parona (1878-1922) (Fig. 9 C), direttore dell'Istituto di Zoologia di Genova, secondo presidente dell'UZI, rettore dell'Università di Genova, aveva fondato nel 1892, insieme a Giacomo Cattaneo direttore dell'Istituto di Anatomia Comparata, il *Bollettino dei Musei di Zoologia e Anatomia Comparata della Regia Università di Genova*, testata che ha cambiato più volte denominazione e che con alterne

vicende è arrivata fino ai giorni nostri. In questa rivista si trovano importanti testimonianze degli studi sugli organismi marini effettuati in particolare in Mar Ligure. Tra le oltre 150 opere del Parona, alcune sono di particolare interesse per noi: ad es. quella sul corallo in Sardegna (1883) quella sulle notizie storiche sui Cetacei dei mari italiani (1897), sulla pesca marittima in Liguria (1898), quella sul tonno e la sua pesca (1919).

Nel 1909 viene costituito il Comitato Talassografico, trasformato l'anno dopo in Regio Comitato Talassografico Italiano (RCTI). Ad esso si deve un impor-



Fig. 11 - Il Laboratorio marino di Quarto dei Mille fondato sulla scogliera di Genova da A. Brian, R. Issel e W. Mackenzie. Una vista dell'interno.

The Marine Laboratory at Quarto dei Mille set up on the rocky coastline of Genoa by A. Brian, R. Issel and W. Mackenzie: an inside view.

tante impulso alle attività oceanografiche ed una ampia serie di Memorie alle quali contribuiscono i più prestigiosi nomi della scienza italiana tra i quali Volterra, Grassi, Sanzo, Issel, Sella, Remotti, Brunelli, Colosi, D'Ancona.

Nel 1911 viene fondato il piccolo Laboratorio Marino di Quarto dei Mille per interessamento di Alessandro Brian (Fig. 9 D) che lo aveva sognato fin dalla laurea in Scienze Naturali ottenuta nel 1897. Quando Brian è stato chiamato ad occupare il posto di Assistente all'Istituto di Zoologia (Direttore prof. C. Parona), e poi di Aiuto con il prof. R. Issel, accettò le gradite cariche solo come volontario e come tale rimase fino alla fine della sua vita, senza mai accettare alcun compenso. "Io sono stato economicamente favorito dalla sorte – egli sempre diceva

– non voglio occupare il posto di chi potrebbe averne necessità per vivere". Iniziò le sue ricerche dedicandosi soprattutto allo studio dei Copepodi parassiti che avevano già formato oggetto della sua tesi di laurea, pubblicando nel 1906, dopo un periodo di ricerche alla Stazione Zoologica di Napoli, il volume sui Copepodi parassiti dei Pesci di Italia. Insieme a R. Issel e W. Mackenzie egli riuscì a realizzare, come già accennato, un piccolo ma efficientissimo Laboratorio sulla Scogliera di Quarto (Fig. 10 A, 11) dove rimase fino al 1915; di qui fu poi trasferito tra Sturla e Quarto quindi a San Giuliano (Fig. 10 B, C). Fu Alessandro Brian a provvedere largamente al finanziamento di questa istituzione che amava come una creatura sua e dove si svolsero i primi studi sul fito e zoo plancton del Mar Ligure e dove si scoprì il fondo a scampi al largo delle coste

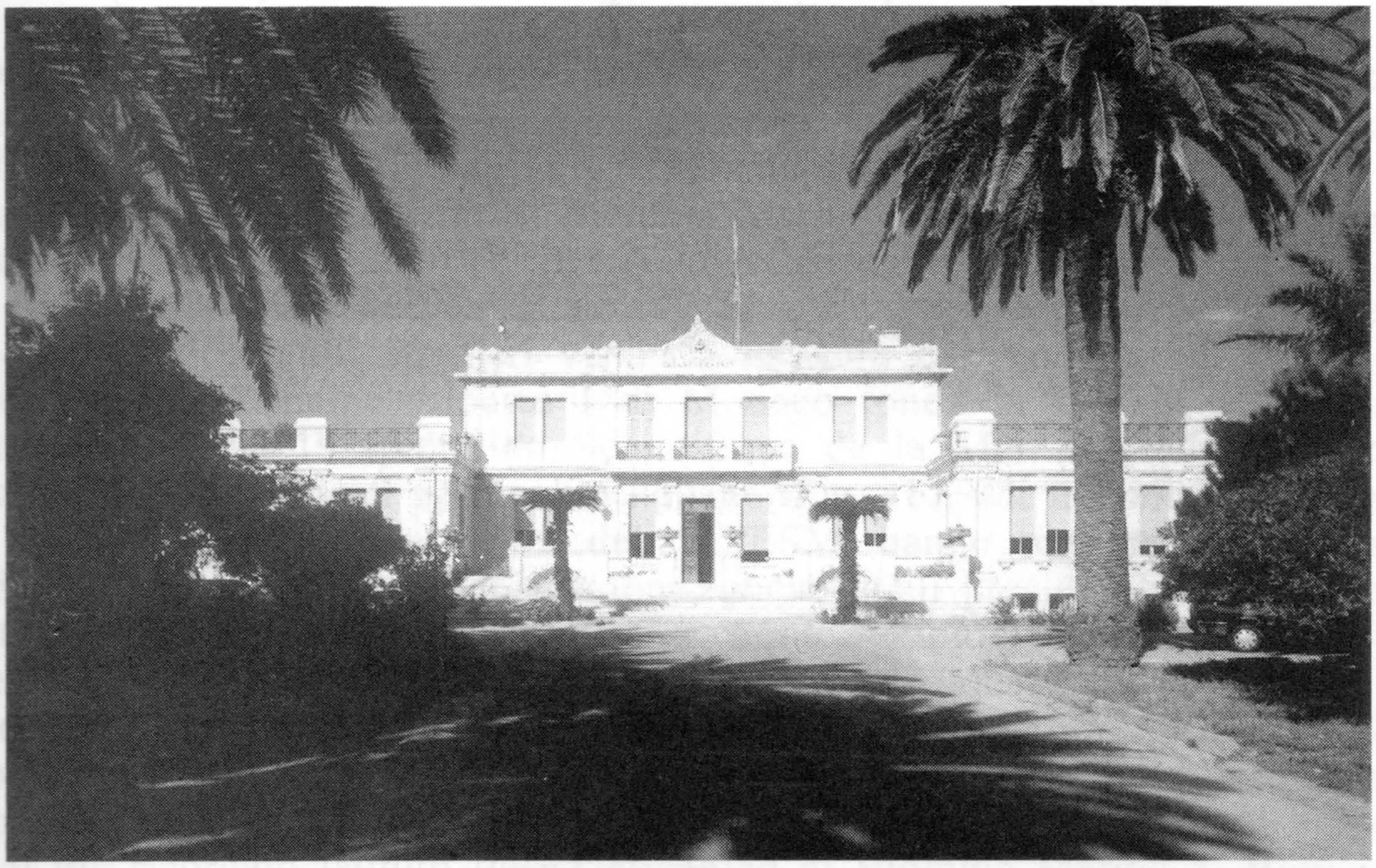


Fig. 12 - La facciata dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Messina.
Facade of the Experimental Thalassographic Institute of Messina.

liguri. Fu qui che A. Brian incominciò ad occuparsi dei Copepodi Harpacticoidi e Calanoidi, dando alle stampe *"I Copepodi Harpacticoidi del Golfo di Genova"* (1921), lavoro assai importante per lo studio della morfologia esterna ed interna di questo gruppo e per le osservazioni sullo sviluppo larvale che, a quell'epoca, era ancora quasi sconosciuto per gli *Harpacticoidi* marini. Quasi contemporaneamente A. Brian fondò e finanziò la Società Ligure Sarda per la protezione della pesca che, riconosciuta come Ente Morale, svolse per lungo tempo un'attività particolarmente proficua, sia dal lato pratico che scientifico.

Nel 1913, viene creato *l'Istituto Sperimentale Talassografico di Messina* (Fig. 12), inaugurato nel 1916 sotto la direzione di Luigi Sanzo (CNR, 1999), il cui ruolo è stato fondamentale per lo studio delle componenti biotiche ed abiotiche dello Stretto e soprattutto per le conoscenze sulle uova e larve dei pesci anche

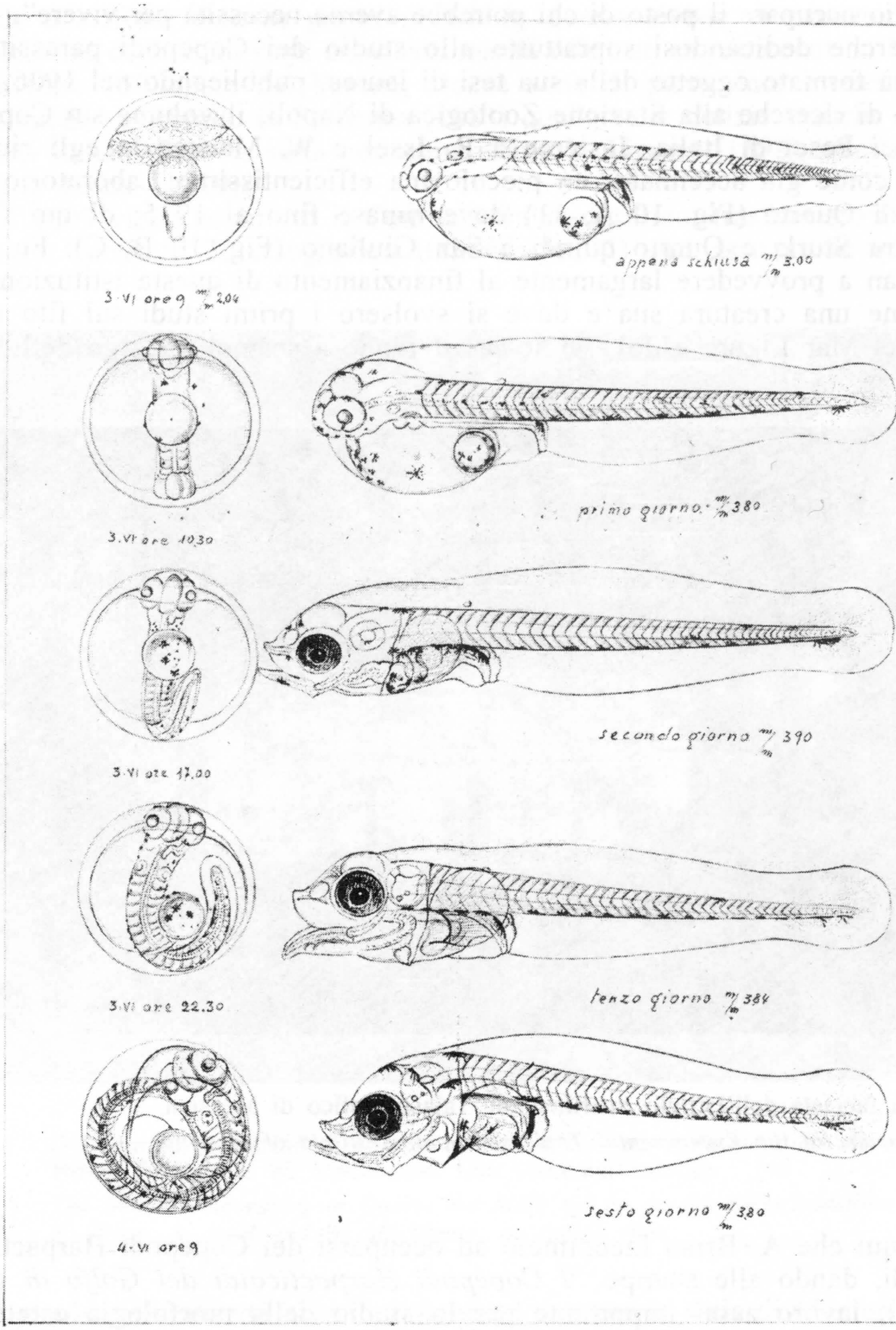


Fig. 13 - Una tavola disegnata da F. Mazza raffigurante uova e stadi larvali di tonno (*Thunnus thynnus* L.)

Drawings of eggs and larval stages of the blue fin tuna (Thunnus thynnus L.) *by F. Mazza.*

grazie alle stupende tavole a colori di Filiberto Mazza (Fig. 13). Sanzo è l'autore di una gran mole di lavori sulle uova, larve, accrescimento di Aterinidi, Blennidi, Carangidi, Clupeidi, Exocetidi, Gobidi, Labridi, Macruridi, Mugilidi, Murenoidi, Scomberoidi, Scomberesocidi, Scopelidi, Sfirenidi, Xifidi.

Sempre nel 1913 viene fondato a Taranto l'Istituto Tecnico per la Molluschicoltura con annesso Laboratorio di Biologia Marina per lo studio della ostricoltura e mitilicoltura (in seguito Istituto Demaniale di Biologia Marina e poi Istituto Sperimentale Talassografico di Taranto). L'attività scientifica sotto la guida del primo direttore A. Cerruti è stata prevalentemente orientata allo studio dei bivalvi eduli allevati intorno a Taranto e per i quali i coltivatori locali erano famosi. Vennero anche sviluppate ricerche sull'idrologia e sulle comunità sia bentoniche che planctoniche alle quali diede nuovo impulso il Vatova il quale dovette – come abbiamo visto – lasciare la Stazione di Rovigno in seguito alle vicissitudini della seconda guerra mondiale e divenne direttore dell'Istituto di Taranto soltanto nel 1961.

Nel 1918 viene creato l'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste. Con l'appoggio della Marina, che forniva le navi per le campagne in mare, il RCTI organizzò varie esplorazioni in Mediterraneo e nel Mar Rosso, pubblicando una gran mole di dati.

Nel 1918, nella serie dei Manuali Hoepli, Raffaele Issel pubblica *Biologia Marina, forme e fenomeni della vita nel mare illustrati dalla scogliera mediterranea* con 211 figure di cui 110 originali (Fig. 14), che a tutti gli effetti può essere considerato il primo testo italiano di Biologia Marina, anche a livello della didattica universitaria. Sono interessanti da rilevare le definizioni di Biologia Marina e di come deve esserne affrontato lo studio, nonché le preoccupazioni dell'Autore di non essere preceduto da ricercatori stranieri venuti a lavorare in Liguria (Fig. 15).

Nel 1919 il Principe Alberto I di Monaco fonda la CIESM (Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée) con la partecipazione di eminenti personalità italiane (Fig. 16). Gli Italiani, che per alcuni anni hanno assunto la presidenza della CIESM, hanno sempre avuto un ruolo di primo piano in questa organizzazione, anche quali presidenti di vari comitati scientifici. Uno dei tre attuali Comitati a carattere biologico, "ambienti costieri", è presieduto dal nostro socio prof. Ferdinando Boero.

Nel 1921, per interessamento di Gustavo Brunelli, viene promulgata una legge che prevede l'istituzione a Roma del Laboratorio Centrale di Idrobiologia con lo scopo prioritario di svolgere ricerca applicata alla pesca. Dello stesso periodo sono il già ricordato Istituto Italo-Germanico di Biologia Marina di Rovigno, la Stazione di San Bartolomeo a Cagliari, il Laboratorio di Ganzirri (Messina).

Nel 1924 avviene la costituzione del Laboratorio Centrale di Idrobiologia nei locali dello Stabilimento Ittiogenico di Roma, che iniziò a funzionare nel 1927 quando passò nella sede autonoma di Piazza Fontanella Borghese. La legge istitutiva chiaramente indicava *"... per la ricerca scientifica applicata alla pesca e per tutte le indagini relative a tale industria, l'Ufficio Pesca del Ministero dell'Agricoltura si varrà di un Laboratorio Centrale di Idrobiologia, che verrà appositamente istituito alle dipendenze dell'Ufficio stesso che lo dirigerà"*. Nella legge della pesca del 1931 era ulteriormente precisato *"Per le ricerche scientifiche applicate alla pesca e per tutte le indagini relative a tale industria, l'Ufficio Pesca del Ministero dell'Agricoltura si vale del Regio Laboratorio Centrale di Idrobiologia Applicata alla Pesca"* ... nonché ... *"di osservatori limnologici per lo studio dei bacini lacustri e di osservatori di pesca marittima"*. Era di grande importanza il ruolo della ricerca e del Laboratorio in un momento in cui avveniva un cambiamento ed un potenziamento dell'attività di pesca italiana.

Panella (1994), in una sua relazione al Ministero, ricorda che nel periodo 1920-1929 il naviglio a propulsione meccanica passò da 22 a 837 unità e la stazza



A

MANUALI HOEPLI

RAFFAELE ISSEL

BIOLOGIA MARINA

FORME E FENOMENI
DELLA
VITA NEL MARE
ILLUSTRATI DALLA SCOGLIERA MEDITERRANEA

con 211 figure, di cui 110 originali

ULRICO HOEPLI
EDITORE LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

1918

B

PREFAZIONE

Il presente volumetto ripete, con qualche cambiamento, il corso libero di Biologia marina che ho tenuto nell'Università di Genova durante il triennio 1913-1915.

Troppo scarsa la materia — mi direte voi — e la forma più adatta ad una volgarizzazione o almeno ad una semi-volgarizzazione che non a conferenze accademiche. Risponderò come la brevità sia senz'altro giustificata dalla norma, che fedelmente seguivo, d'intercalare alle conferenze una, e più spesso due sedute dedicate alla presentazione di materiale vivo, o conservato, ed a qualche esercizio di laboratorio. D'altronde questo mio lavoro non ha la pretesa di passare per un trattato e neppure per un compendio di talassobiologia.

La veste semi-popolare in un libro che vorrebbe apparire al corrente delle ultime scoperte, attingendo materia da monografie speciali e recando pure qualche contributo originale, è roba da far corrugare la fronte a più di un professore ed a più di un editore. Io parlavo a studenti di prim'anno, appena iniziati allo studio delle scienze naturali e cercavo di evitare una esposizione troppo uniforme e pesante, sia pure sacrificando in talune parti l'equilibrio della materia e la trattazione

C

esauriente di certi temi. Ho creduto opportuno di presentarmi cogli stessi criteri ai lettori; diranno questi se ho avuto ragione oppure torto.

Reputo doveroso l'indicare in quali argomenti ho portato un piccolo contributo personale: sono dell'autore le considerazioni a principio del primo capitolo (Vita acquatica); *il capitolo VIII* (Pozze di scogliera), *il XIV ed il XV son tratti in gran parte da memorie dell'autore; non mancano osservazioni personali nei capitoli X e XI* (Scogliera sommersa) *e sopratutto nel IX* (Zona di marea, *dove si parla dell'Attinia e della Littorina*) *e nel XVI* (Arene litorali, *per quanto concerne gli atteggiamenti della* Sepiola *e del* Diogenes).

I capitoli II e III (Influenza generale delle condizioni fisiche, generalità sugli organismi bentonici); *il capitolo IV* (Biologia del plancton) *ed il VII* (Fauna abissale) *sono desunti da libri e memorie recenti di biologia marina; non ho tuttavia mancato di aggiungervi alcune notizie, sopratutto per quanto si riferisce in modo particolare al Mediterraneo in generale ed al Mare Ligure in particolare. Nella parte che passa in rassegna alcuni tipi di organismi planctonici (capitoli V e VI) ho tratto largo profitto dalla pratica acquistata a Quarto dei Mille in due anni di pesche planctoniche metodicamente eseguite.*

Ho creduto meglio presentare ai lettori comunità biologiche realmente esistenti in punti determinati del Mediterraneo (dintorni di Genova) che non illustrare un quadro biologico corrispondente a condizioni medie, perciò i dati sulle faune peculiari a singole zone del litorale (capitoli dall'VIII al XIV) son tratti, salvo poche eccezioni, da materiale che l'autore medesimo ha potuto raccogliere ed osservare.

D

Fig. 14 - A, B) Copertina e frontespizio del libro di *Biologia Marina* scritto da R. Issel (1918). C, D) Le prime due pagine della presentazione.

A, B) Cover and title page of the book Biologia Marina *by R. Issel (1918). C, D) The first two pages of the introduction.*

L'essermi di preferenza indugiato in cose ed in fenomeni personalmente conosciuti, spiega come siano trattati con una certa larghezza alcuni argomenti, mentre sono taciuti od appena accennati altri che si ritengono più importanti; per la stessa ragione ho trattato dei vegetali in modo molto succinto. Alle nozioni sulla etologia delle specie marine ho riserbato una parte più larga di quella che è loro generalmente assegnata negli scritti di questo tipo e di questa mole, perchè tali nozioni mi sembrano costituire un complemento assai utile alla conoscenza biologica dell'ambiente.

Mi è parso anche saggio consiglio, dal punto di vista didattico, parlare più diffusamente del litorale superiore, dove le raccolte e l'osservazione riescono più facili e più accessibili ad ognuno, che non delle acque più profonde. Un intiero capitolo è dedicato alla colorazione degli animali marini, onde porgere esempio di un complesso problema biologico che emerge da fatti via via osservati.

Era mio proposito non sconfinare dal terreno prettamente scientifico. Soltanto a lavoro quasi ultimato il consiglio di persona autorevole mi ha persuaso ad aggiungere, come saggio di applicazione, due capitoli sui Pesci utili e sulla pesca marittima. Anche in questa parte, necessariamente breve, ho cercato che le cose dette fossero, per quanto era possibile, frutto di personale esperienza acquistata visitando la pescheria, discorrendo coi pescatori e partecipando alle loro spedizioni.

Nei cenni sui metodi di pesca scientifica che pongono termine al libro ho creduto superfluo il ripetere quanto con dovizia di particolari e di figure ci possono offrire certe opere di talassografia; mi sono quindi limitato a porgere, insieme a brevi cenni sulle applicazioni mo-

derne, quelle istruzioni pratiche che meglio valgono ad avviare alle prime ricerche marine un principiante fornito di mezzi modesti.

La nota bibliografica posta in appendice ad ogni capitolo è soltanto in parte una scelta delle opere più importanti e più autorevoli. Certe memorie speciali vi figurano perchè mi han servito a svolgere o a discutere punti che mi parevano degni di rilievo, e accanto a lavori generali di fondamentale importanza son citati anche scritti popolari, ai quali mi è occorso qua e là di attingere.

A rendere pubblici questi miei saggi mi ha spinto più d'ogni altra cosa una riflessione. Molti naturalisti del gruppo più giovane, studenti e laureati, sono generalmente assorti in esercizi ed in minuziose indagini di morfologia o di fisiologia generale, e a me sembra che l'indole e l'ambiente dei loro studi non consentano loro di acquistare quella visione larga e diretta della natura che sarebbe desiderabile. Il naturalista « da laboratorio » ha ucciso il naturalista « da campagna » e se ha corretto spesso le gravi deficienze, non ha molte volte ereditate le buone qualità del suo predecessore. La bella organizzazione di taluni laboratori marini, dove lo studioso trova giornalmente sul proprio tavolino il materiale vivente, se da una parte offre inapprezzabili vantaggi, toglie però al biologo non poche opportunità d'imparare e di meditare, perchè lo dispensa dal ricercare di propria iniziativa gli organismi che lo interessano e dal rendersi conto coi propri occhi di una quantità di fatti relativi alla vita ed ai costumi di quelli. Appariranno esagerate, ma non sono certo destituite di fondamento le parole del Massart: « le biologiste actuel, quelqu'il soit, se conduit

comme un peintre paysagiste qui, sans jamais sortir de son atelier, travaillerait d'après des esquisses faites par autrui ».

Considero quindi molto utili quegli scritti che incoraggiano gli amici delle scienze biologiche e sopratutto i principianti, a scrutare gli organismi nell'ambiente loro naturale a riconoscerli, ad osservarli in situ *sotto i più svariati punti di vista; e sarò ben lieto se colla modesta mia opera potrò contribuire, anche in minima parte, allo scopo. Nè corro il rischio di presentare un duplicato; poichè nella letteratura biologica italiana tanto l'efficace libretto del Raffaele, non più recente, quanto l'altro recentissimo del Cavanna, pieno di garbo nel suo indirizzo zoologico-culinario, hanno intenti che alquanto si discostano dai miei.*

Un'altra circostanza mi ha spronato a pubblicare: Poco prima della guerra il barone tedesco von Mümm, stabilitosi nel castello di San Giorgio a Portofino, stipendiava uno zoologo di Francoforte, onde preparare un libro, riccamente illustrato, sulla fauna marina locale. A me, che da qualche anno andavo frugando nella scogliera ligure, rincresceva di lasciarmi prevenire da uno straniero.

E termino con una parola di ringraziamento sincero alle persone che mi hanno aiutato.

Mentre terminavo il lavoro e correggevo le bozze ho avuto preziose indicazioni e larga ospitalità, nei rispettivi Istituti, dai Proff. V. Grandis, B. Grassi, C. Parona (1) *e F. Raffaele. I dirigenti dell'Istituto Idrografico*

della R. Marina, e in particolar modo il prof. Ludovico Marini, mi sono stati larghi di cortesie. Sulla pesca e sulla comparsa di certi animali marini m'informarono gentilmente il prof. Mezzana di Savona, il capit. Cichero di Camogli ed il sig. G. Faggioni di Genova. Alla rara dottrina ed alla ricca biblioteca dell' amico Dottor Achille Forti ho ricorso in questa, come in altre circostanze, e non invano.

La guerra, e i conseguenti doveri militari, m'impedirono di fare, come avrei desiderato, certe aggiunte al testo e sopratutto alle illustrazioni.

Anche in tempi meno burrascosi, un lavoro come il mio, dove tante e svariate notizie sono condensate in breve spazio, non poteva andar esente da errori. Mi faranno cosa grata quei maestri e colleghi che me li vorranno benevolmente segnalare.

Istituto d'Anatomia Comparata della R. Università di Genova e laboratorio marino di Quarto dei Mille, 1916.

RAFFAELE ISSEL.

(1) Questi mise a mia disposizione il materiale raccolto durante una inchiesta sulla pesca.

Fig. 15 - Le quattro rimanenti pagine dell'introduzione del libro di *Biologia Marina* di R. Issel. Sono sottolineate alcune frasi di maggiore interesse.
The remaining four pages of the introduction to R. Issel's Biologia Marina. *Some of the more interesting parts have been underlined.*

passò da 585 a 30.076 tonnellate. Ancora Panella osserva che l'attività del R.C.T.I. si svolgeva senza alcun rapporto con l'Ufficio Centrale della Pesca. Con la istituzione del Commissariato Generale per la Pesca, avvenuta nel dicembre 1939, il Laboratorio passò alle dipendenze di questo organismo, unitamente agli Stabilimenti Ittiogenici ed all'Osservatorio di Pesca Marittima di Venezia. Questo era stato istituito con R.D. n. 844 dell'8 aprile 1939 come ente autonomo, posto sotto la vigilanza del Ministero, con funzioni di studio e di assistenza tecnica per i problemi della pesca e della piscicoltura lagunare dell'Alto Adriatico.

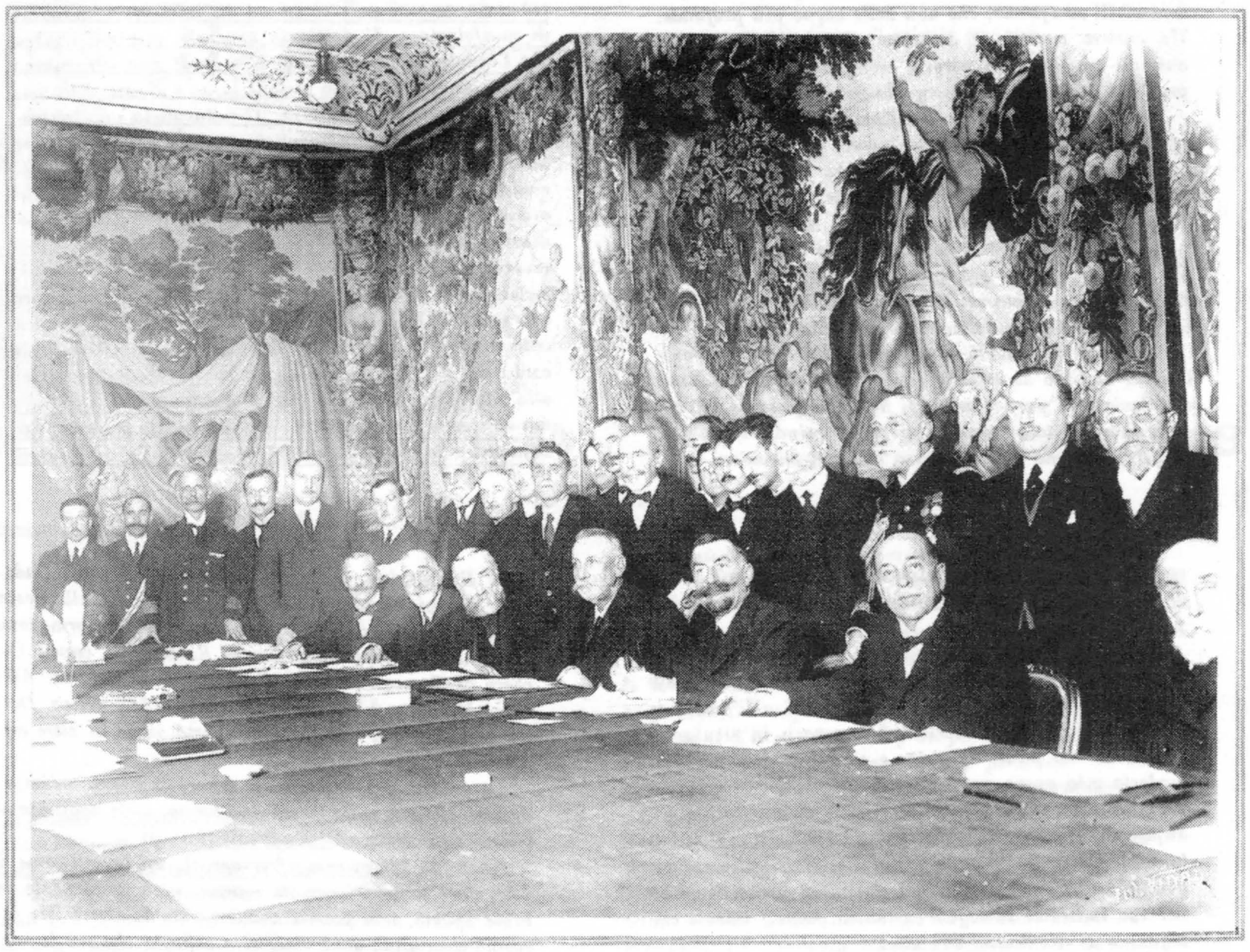


Fig. 16 - La foto ricordo della fondazione della CIESM, al centro il Principe di Monaco, tr gli italiani sono presenti: l'ammiraglio Marchini, Magrini, Vinciguerra, (rispettivament il terzo, quarto e quinto in piedi da sinistra), Sanzo (decimo da sinistra in piedi), Senator Grassi (il primo da sinistra in piedi), Cattolica (il secondo da destra seduto).

Souvenir photo of the foundation of the CIESM (International Commission for the Scientifi Exploration of the Mediterranean Sea). The Prince of Monaco is sitting at the centr Among the Italians present: Admiral Marchini, Magrini and Vinciguerra (third, four and fifth from the left, respectively). Sanzo is standing tenth from the left while Sanat Grassi is the first from the right and Cattolica second from the right.

Il Commissariato Generale per la Pesca venne soppresso nel 1944; ed Laboratorio Centrale di Idrobiologia e gli Stabilimenti Ittiogenici tornarono all dipendenze del Ministero dell'Agricoltura, unitamente all'Osservatorio di Pesc Marittima di Venezia, la cui attività cessa nel 1960.

L'istituzione del Ministero Marina Mercantile nel 1946 portò – secondo Panella - a sminuire il ruolo del Laboratorio privilegiando la gestione del naviglio piuttosto che le risorse e portò anche ad una separazione tra le attività della pesca in mare e quella nelle acque dolci del Laboratorio che rimaneva alle dipendenze del Ministero dell'Agricoltura. Da questa dicotomia probabilmente inizia la parabola di declino del Laboratorio, nonostante che la legge della pesca del 1965 ed il suo decreto attuativo del 1968 abbiano ridato al Laboratorio un ruolo di primaria importanza – almeno sulla carta – sia nel campo della pesca marittima che nel controllo dell'ambiente marino. Scarsità di fondi, perdita di competenze dovute in parte all'Istituzione dell'ICRAP (Istituto Centrale per la Ricerca Applicata alla Pesca, previsto dalla Legge 41/82), hanno portato il Laboratorio negli ultimi decenni in una situazione di stentata sopravvivenza. Eppure questa Istituzione che ha avuto un indubbio ruolo chiave negli studi del mare e delle problematiche della pesca era una delle poche strutture italiane conosciute all'estero, grazie anche al *Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia.*

Scrive Panella: «Nel corso di oltre 65 anni di operatività, l'attività del Laboratorio ha comunque abbracciato numerosi settori della ricerca applicata alla pesca, all'acquacoltura e alla tutela ecologica degli ambienti acquatici.

Fin dalla fondazione, ed a tutti gli anni '60, l'attività scientifica del Laboratorio ha riguardato prevalentemente il campo dell'ittiologia, della biologia marina e della pesca, della idrologia. Speciali indagini furono condotte sulla sistematica, fisiologia, etologia e trofismo delle specie ittiche, che sono di particolare importanza per la regolamentazione della pesca, integrate da numerose campagne per lo studio dei fondali e per la redazione delle carte di pesca. Da ricordare, inoltre, le spedizioni di pesca sperimentale svolte nei mari libici e in Mar Rosso e le campagne di biologia della pesca effettuate in Atlantico, a supporto delle marinerie operanti oltre gli stretti» ... «La biblioteca, senza dubbio una delle più antiche ed importanti esistenti nel settore in Italia, dispone di un patrimonio documentale specialistico (oceanografia, limnologia, idrobiologia, biologia e tecnologia della pesca, chimica delle acque, ecologia acquatica, inquinamento idrico, acquacoltura, etc.) costituito da circa 600 periodici, 20.000 titoli di "miscellanea" (memorie, opuscoli, estratti) ed è arricchita da un centinaio di opere scientifiche edite tra il 1500 ed il 1800, alcune delle quali di assoluta rarità.

La permanente indisponibilità di un bibliotecario rende da sempre problematica una moderna e soddisfacente gestione del servizio.

Oltre la metà dei periodici è stata acquisita in cambio del *Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia*, rivista scientifica a diffusione internazionale edita dal Laboratorio fino dal 1924. La sospensione della pubblicazione della rivista, in atto da anni per mancata assegnazione di fondi sul competente capitolo di spesa, va progressivamente riducendo il flusso dei suddetti scambi, con conseguente depauperamento del patrimonio bibliografico».

La sospensione della pubblicazione, che di fatto è una soppressione, è stato un grave colpo alla possibilità di diffondere all'estero le nostre pubblicazioni. Il *Bollettino* infatti era una tra le poche riviste italiane recensite e presenti in un gran numero di biblioteche estere. L'ultimo volume (n° 31) è stato pubblicato nel 1976 e raccoglie parte dei lavori dell'8° Congresso SIBM svoltosi a Taormina.

Nel 1926 con i lavori di D'Ancona inizia in Italia la scienza della pesca, o meglio la biologia della pesca. Il D'Ancona (1926, 1934) ha analizzato su basi

statistiche le conseguenze del fermo di pesca dovuto alla prima guerra mondiale, concludendo che l'interruzione dell'attività di pesca favorisce i predatori come i Selaci a scapito di altre specie di maggiore interesse commerciale. I suoi dati sono stati tra l'altro la base su cui Volterra (1926) ha formulato la teoria matematica degli equilibri biologici ed in particolare dei rapporti predatore-preda.

Nel 1928 si svolge a Messina (Fig. 17) un Convegno di Biologia Marina Applicata alla Pesca (Scordia, 1930), organizzato dal prof. Giuseppe Mazzarelli



Fig. 17 - Le due copertine degli Atti dei convegni di Biologia Marina e sue applicazioni alla pesca svoltisi a Messina nel 1928 e nel 1939. Sulla copertina del 2° convegno è raffigurata la medaglia ricordo sul cui retro si legge "mare inexhaustum"

The two covers of the Proceedings of the conferences on Marine Biology and its applications to fishery held in Messina in 1928 and 1939. The cover of the Proceedings of the second conference shows the commemorative medal bearing the words "mare inexhaustum".

ordinario di Zoologia ed incaricato di Biologia Marina dell'Università di Messina. Nel 1930 Mazzarelli fonda la rivista *"Memorie di Biologia Marina ed Oceanografia"* che con alterne vicende viene diffusa fino al 1991 (vol. 19 n.s.) e dovrebbe essere riattivata quanto prima come comunicato da Vivia Bruni.

Il convegno del 1928, sopramenzionato, viene replicato nel 1939, cioè undici anni dopo (Scordia, 1940) nella stessa sede e dallo stesso organizzatore. Ai due convegni partecipano i più importanti nomi dell'Amministrazione Centrale e della Scienza del Mare dell'epoca. Nel discorso inaugurale del secondo convegno, Mazzarelli così si esprime: "Come ho già accennato undici anni or sono io ho

promosso qui a Messina un primo Convegno di Biologia marina applicata alla pesca. Fu questo il primo Convegno del genere che si sia tenuto in Italia, e credo anche all'Estero. Quale lo scopo di quel Convegno? Esso fu chiaramente esposto allora. Cercare di armonizzare i risultati delle ricerche degli studiosi con i dati empirici raccolti dai pescatori, supplendo alle deficienze di essi dati con i rigorosi accertamenti eseguiti dagli studiosi stessi. Oggi la via seguita è la medesima, con la differenza che in questo decennio trascorso, notevolissimi sono stati i risultati conseguiti dal piccolo manipolo dei nostri ricercatori nello specialissimo campo delle indagini idrobiologiche; con la differenza che nel detto decennio più che mai si è affermata la necessità per l'Idrobiologo di essere talassografo, altrimenti ad esso possono sfuggire i rapporti tra i fenomeni fisici del mare e quelli della Vita che nelle acque si svolge, possono non apparire le interferenze di altissima importanza che si svolgono tra i fenomeni cosmici e quelli oceanografici, e quindi quelli biologici, con le loro applicazioni alla pesca. I geniali studi del Petterson, che ci hanno condotto alla conoscenza delle così dette maree profonde, completate dai non meno geniali risultati delle ricerche del Le Danois, che ci hanno portato alla conoscenza delle così dette "trasgressioni oceaniche", hanno aperto un campo nuovissimo alle indagini di Biologia marina, fecondo di risultati della massima importanza. In quest'ultimo decennio la Biologia marina si è pertanto orientata verso gli studi della vita nelle acque condotti secondo tali moderne idee, e, sebbene non all'altezza di altri Paesi per attrezzatura, personale e mezzi, anche noi abbiamo seguito, e con fortuna, la stessa via. La istituzione a Messina, per opera dell'Ispettore generale della Pesca, prof. Brunelli qui presente, e che voglio qui pubblicamente e vivamente ringraziare, dell'Osservatorio di Pesca Marittima annesso al mio Istituto di Zoologia, ha permesso anche a noi, qui in Italia, e a Messina, di svolgere le nostre ricerche col predetto indirizzo, giungendo a risultati di non trascurabile importanza, non solo scientifici ma anche autarchici. Riunire tali risultati, insieme con quelli del nostro Istituto centrale di Biologia marina, nonché di altri Istituti in linea con tali studi, in una sintetica esposizione, facendoli precedere dai concetti generali sempre più sviluppatisi relativi al nesso fra la Talassografia, la Biologia marina e la Pesca, mi è sembrata opera degna da esporsi all'esame, al giudizio di un nuovo Convegno: è così nato, anche a Messina, il II Convegno di Biologia marina e sue applicazioni alla Pesca".

È interessante notare che gli argomenti applicativi trattati in questi convegni sono ancor oggi di attualità e riguardano la discussione sul controllo dell'attività dello strascico, sul ruolo del novellame, sulla differenziazione dei sistemi di pesca. Tuttavia a quei tempi molti erano ancora affascinati e tra questi alcune eminenti personalità come il Brunelli, dal concetto di *Mare inexhaustum*, cioè si poteva pescare praticamente senza limiti, almeno al di fuori delle acque costiere. Il concetto della inesauribilità delle risorse marine, sostenuto tra l'altro da Huxley, era basato sulla immensità dell'ambiente marino oceanico. Per il congresso era stata coniata una medaglia ricordo con la scritta "Mare inexhaustum" e tale simbolo è stato ripreso da A. Bolognari per il 4° Congresso SIBM da lui organizzato a Lipari nel 1972.

Nel 1929, con la creazione del C.N.R., il RCTI diviene Comitato di Consulenza del Consiglio Nazionale delle Ricerche in cui confluiscono anche i tre Istituti Talassografici per i quali inizia un periodo travagliato, con passaggio al Ministero dell'Agricoltura e Foreste nel 1945 e ritorno a C.N.R. nel 1975/77.

Con la fine della Seconda Guerra Mondiale, il RCTI divenuto Comitato Talassografico, viene in un primo tempo accorpato con la Geografia e la Geologia in un unico Comitato del C.N.R,. dalla cui denominazione poco dopo scompare il termine Talassografico. È un periodo buio per l'oceanografia e per la Biologia Marina, solo in parte interrotto nel 1946 con la creazione, a Venezia, del Centro Nazionale di Studi Talassografici che avrà un grande impulso sotto la direzione di Umberto D'Ancona e poi di Bruno Battaglia; tale iniziativa è stata la premessa per la costituzione dell'Istituto di Biologia del Mare del C.N.R. Viene in seguito istituita, in seno al C.N.R., una Commissione per l'Oceanografia che pur non avendo l'importanza dei Comitati, ha svolto in alcuni momenti un importante ruolo sia nel finanziamento di alcune ricerche, sia nell'acquisizione di natanti per la ricerca oceanografica.

Nel 1930 Issel avvia un piano coordinato di ricerche sulla "biologia dei fondi a scampi" in seguito allo spostamento della pesca a strascico ligure nei fondali batiali. Affida ad Alessandro Brian i Crostacei Decapodi Natanti, a Santucci i Reptanti e tiene per sé i Pesci e Cefalopodi (Issel 1930). È la prima ricerca organizzata nelle acque profonde italiane interessate dalla pesca a strascico.

Nel 1932 viene istituita a Cagliari la Stazione di Biologia Marina del Tirreno, che dal 1990 afferisce al Centro Interdipartimentale di Ricerche Marine (CIRCAM) dell'Università di Cagliari, del quale fa parte il Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia (DBAE), diretto dal prof. Angelo Cau, già presidente della SIBM. Il CIRCAM ha in assegnazione la motonave Barbara della Guardia Costiera di 220 TSL con una lunghezza fuori tutto di 32 m, e in concessione perpetua l'Isola dei Cavoli posta nella Sardegna Sud-orientale. Sull'isola è disponibile un laboratorio, aperto a tutti i ricercatori, una foresteria con 10 posti letto, un impianto fotovoltaico di 10 Kw e una piccola imbarcazione. Attualmente è utilizzata come base per i rilevamenti geomorfologici e conseguente cartografia, mentre sono in fase di allestimento un laboratorio a secco ed un laboratorio umido.

Nel 1933 viene fondato, sotto la direzione di Giuseppe Müller, l'Acquario Civico di Trieste, che entro certi limiti si inserisce come una propaggine della Stazione Zoologica di S. Andrea.

Nel 1939 iniziò l'attività del Laboratorio di Fano con l'affidamento a Scaccini da parte del Brunelli di una ricerca sulle triglie dell'Adriatico. Scaccini, grazie anche al sostegno di Alessandro Ghigi allora Rettore dell'Università di Bologna e alla collaborazione di colleghi tra cui Ghirardelli, in breve portò il Laboratorio ad essere noto in tutto il mondo.

Ghirardelli (1989, a questo lavoro si rimanda per le citazioni dei lavori di Scaccini) così descrive il Laboratorio e la sua attività: «La sede del Laboratorio era uno stanzone messo a disposizione dal Comune nel mercato all'ingrosso del pesce. Definire spartano l'arredamento di questo locale sarebbe già troppo, infatti questo consisteva in un tavolino ed una sedia, in alcuni strumenti di raccolta "fatti in casa" ed in pochi vasi di vetro che in mancanza di scaffali erano allineati in bell'ordine lungo le pareti. Tre anni dopo le cose erano già sensibilmente migliorate; grazie anche alla sensibilità manifestata dall'Amministrazione comunale, i locali erano diventati tre, c'era un impianto d'acqua di mare che alimentava gli acquari. Gli strumenti indispensabili erano dell'Istituto di Zoologia di Bologna, come una parte della dotazione bibliografica che stava arricchendosi anche grazie a pubblicazioni e riviste ricevute in cambio. Era possibile, e questo fu un notevole progresso, ospitare laureati e studenti che volevano far ricerche in mare. In quel periodo anche alcuni ospiti stranieri frequentarono il Laboratorio.

Purtroppo durante la guerra, con l'occupazione tedesca prima e poi con quella delle truppe alleate, il Laboratorio venne distrutto, anche se i locali non subirono gravi danni. Mobili, attrezzature, strumenti e libri vennero dispersi: gli strumenti ed i libri vennero recuperati quasi completamente grazie all'ammirevole interessamento di Enti e persone amiche che li avevano nascosti in luoghi sicuri.

Ottenuta la derequisizione dei locali occupati da militari alleati, furono rimessi in qualche modo in ordine da Scaccini e da sua moglie e da qualche altro volenteroso, fra questi c'ero anch'io. Ci siamo trasformati in imbianchini, idraulici ed elettricisti e già nell'ottobre del 1945 venne ripresa l'attività di ricerca con la fattiva collaborazione dei pescatori che offrirono la possibilità di compiere ricerche a bordo dei loro pescherecci. Nel gennaio del 1946 il Laboratorio venne ulteriormente ampliato, sempre in locali del mercato, con ulteriore lavoro dei soliti imbianchini, idraulici ed elettricisti. C'era persino una specie di foresteria ricavata in certe stanzette sotto il tetto che in origine erano depositi di attrezzi; stanzette caldissime d'estate e gelide d'inverno, perché il Laboratorio non aveva riscaldamento.

Nel 1947 inizia la stampa delle "Note" del Laboratorio e soltanto allora fu possibile pubblicare, nel primo e nel terzo numero, i risultati della ricerca sulle triglie (Scaccini, 1947).

Il Laboratorio, per una ventina di anni, non ha subito mutamenti di rilievo fino al 27 novembre 1966, quando vennero inaugurati i nuovi locali costruiti appositamente sulla terrazza fra le due torri del mercato.

Nonostante le difficoltà "logistiche", la produzione scientifica del Laboratorio è stata notevole. Ricordo oltre alle ricerche sulla biologia delle triglie quelle sui piccoli pelagici ancora in corso, una carta di pesca, le indagini sulla biologia e la pesca dei tonni dell'Adriatico e del Tirreno ed uno studio sulla pesca in acque profonde nei mari italiani (Scaccini *et al.*). Notevole la serie di dati idrologici e chimici elaborati da Marta Scaccini (1955, 1967)».

Nel maggio 1991 viene inaugurata ufficialmente la nuova sede del Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, intitolata al prof. Andrea Scaccini. Si tratta di una moderna e spaziosa costruzione che si erge in riva al mare e si sviluppa su 4 livelli per una superficie complessiva di 3.700 m^2. L'edificio è stato progettato per soddisfare l'esigenza di abbinare l'attività di ricerca a quella didattica e di divulgazione sul mare (si veda Notiziario SIBM 15/89: 15-17). La sala conferenze è stata già utilizzata nel settembre 1989 per la giornata inaugurale del 21° Congresso SIBM dedicata al tema della gestione della pesca anche per celebrare il 50° Anniversario della fondazione (1939), del Laboratorio. Grazie all'instancabile attività ed alla squisita ospitalità di Corrado e Gabriella Piccinetti, il Laboratorio di Fano è sede di importanti riunioni nazionali ed internazionali.

Nel 1940 viene fondata la Stazione Idrobiologica di Chioggia da parte dell'Università di Padova al cui Dipartimento di Biologia afferisce attualmente (Notiziario SIBM 36/99: 62-63).

Nel 1946 viene costituito, da parte del CNR, il Centro di Studi Talassografici la cui sede è la graziosa palazzina donata dal Senatore P. Canonica (Fig. 18), non lontana da piazza San Marco. Nel 1968 tale centro viene trasformato nell'attuale Istituto di Biologia del Mare del CNR che ha continuato la gloriosa tradizione di studi nella laguna veneta e nell'Alto Adriatico, sia di base che applicativi, come quelli rivolti alla maricoltura ed ai problemi dell'inquinamento.

L'Istituto pubblica la rivista *Archivio di Oceanografia e Limnologia*, iniziata nel 1941 come seguito delle "Memorie del Regio Comitato Talassografico"; purtroppo anche questa prestigiosa rivista è stata interrotta nel 1989 con il fascicolo 3 del volume 21 e non si sa se riprenderà a pubblicare.

Nel luglio del 1961 si svolge a Napoli, presso la Stazione Zoologica, il colloquio internazionale "Problemi ecologici delle zone litorali del Mediterraneo" al quale partecipo su suggerimento di Enrico Tortonese, allora Direttore del Museo di Storia Naturale di Genova che in quegli anni si occupava di Biologia Marina. Tortonese, oltre ad aver dato un contributo sostanziale alla conoscenza degli Echinodermi e dei Pesci (ben 4 volumi della Fauna d'Italia della Calderini sono opera sua) ha studiato insieme a Lucia Rossi la bionomia bentonica lungo le coste liguri ed in particolare sul Promontorio di Portofino.



Fig. 18 - Palazzina Canonica in Riva Sette Martiri a Venezia, sede dell'Istituto di Biologia del Mare del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche).
Palazzina Canonica, on Riva Sette Martiri in Venice, headquarters of the Institute of Marina Biology of the CNR (National Council for Research).

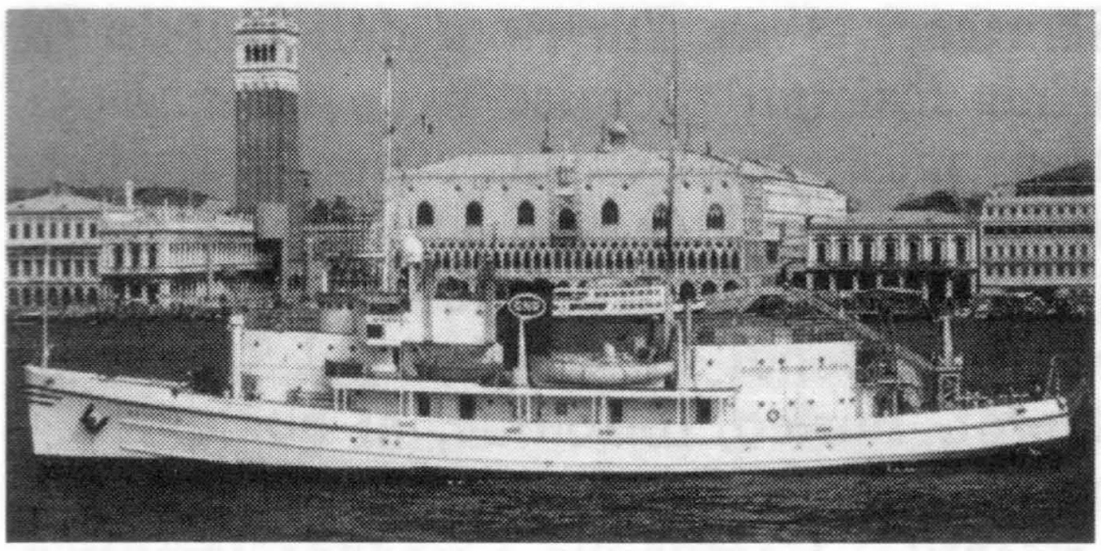
La mia partecipazione al Colloquio di Napoli – scusatemi questo aneddoto personale – è stata un'esperienza indimenticabile. Laureato un anno prima su un argomento che nulla aveva a che fare con il mare, rimasi affascinato dalla Stazione Zoologica e dai grandi personaggi che disquisivano sulle tematiche in programma: Montalenti, Pasquini, Dohrn, Sacchi, Petit, Drach, Pérès, Margalef, D'Ancona ed altri.

Al mio rientro a Genova, Giuseppe Scortecci allora Direttore dell'Istituto di Zoologia e con il quale avevo fatto la prima tesi, mi promise di mandarmi per qualche tempo da D'Ancona a Padova, ma questo non avvenne per la prematura scomparsa del prof. Umberto D'Ancona. Così mi dedicai alla seconda tesi di fisiomorfologia comparata e continuai a lavorare con Tortonese, pubblicando due noticine sulla fauna del porto di Genova e sui fondi strascicabili del Savonese. Nonostante i suggerimenti e gli aiuti del prof. Enrico Tortonese, al quale va la mia riconoscenza, sono un autodidatta; non provengo da alcuna scuola e di ciò forse la mia carriera universitaria ne ha risentito. Comunque i riconoscimenti e le soddisfazioni a livello nazionale ed internazionale non sono mancati e soprattutto sono onorato della stima dimostrata da tanti anni dai soci della SIBM.

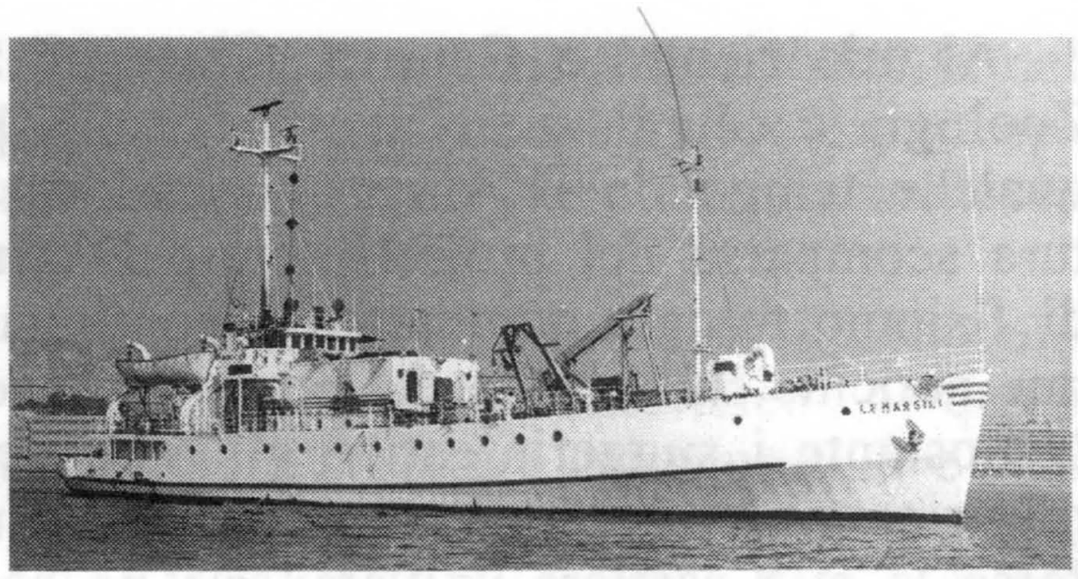
Nel 1962 viene acquisita dal CNR la prima nave oceanografica "Bannock", seguita poi dalle più piccole "Marsili", "U. D'Ancona", "S. Lo Bianco" (Fig. 19 A, B, C, D) e, più di recente, dall'affitto della "Minerva" e della "Urania" della Sopromar (Fig. 19 E, F).

Negli anni Sessanta si assiste ad una forte ripresa di interesse nei riguardi della Biologia Marina, il cui insegnamento si diffonde nelle Università italiane: vengono creati nuovi laboratori e centri come il Laboratorio Provinciale di Biologia Marina di Bari (1961, si veda Notiziario SIBM 36/99: 95-97) che ha contribuito all'organizzazione di ben tre convegni della SIBM (1970, 1980, 1997), il Centro Universitario di Studi sulla Fauna Marina di Cesenatico (1965), la Stazione di Biologia Marina di Porto Cesareo (1966), il Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno (1967), l'IRPEM-CNR e l'Istituto di Lesina del CNR (1968). Negli stessi anni anche a Trieste si assiste ad una svolta nella ripresa degli studi di biologia marina grazie alla nomina, nel 1962, quale direttore dell'Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata della locale Università, di Elvezio Ghirardelli, ormai dotato di una ventennale esperienza di ricerca iniziata all'Istituto Italo-Germanico di Rovigno, dove ha svolto in parte la sua tesi sui Chetognati, animali dei quali è una indiscussa autorità. Tre filoni principali di ricerca vengono sviluppati: plancton (soprattutto zooplancton), biocenosi bentoniche e loro modificazioni in relazione all'inquinamento, organismi di interesse per la pesca, in particolare pesce azzurro e molluschi bivalvi.

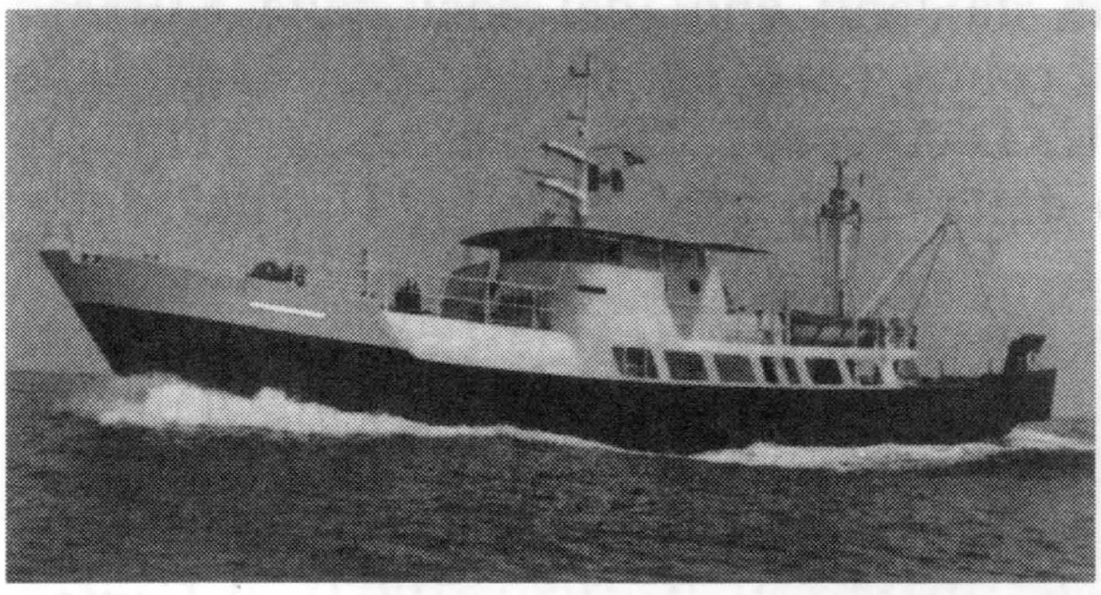
Nel 1965 viene costituito il summenzionato Centro Universitario di Studi sulla Fauna Marina Commestibile, in seguito denominato Centro Ricerche Marine di Cesenatico, grazie ad una convenzione tra l'Università di Bologna (Facoltà di Medicina Veterinaria) ed il Comune di Cesenatico per promuovere ed incrementare le attività didattiche e di ricerca sugli organismi marini eduli. Il centro è noto per le ricerche biochimiche, sulle fioriture algali e l'eutrofizzazione, sulle tossine prodotte dai dinoflagellati. Il centro è stato potenziato soprattutto sulla spinta delle crescenti preoccupazioni per i problemi legati all'eutrofizzazione e alle mucillagini e dal 1977 gestisce per conto della Regione Emilia Romagna il battello oceanografico DAPHNE. Nel 1993 viene trasformato in Società Consortile per Azioni ed assume l'attuale nome di Centro ricerche Marine (CRM). Attualmente al Centro fanno capo tre Unità Operative: il CRM, il battello oceanografico DAPHNE II (ARPA – Agenzia Regionale per l'Ambiente - Emilia Romagna), il CRISM (Università di Bologna). Nello stesso anno (1993) il CRM viene riconosciuto dalla CEE (GUCE NL 166/31 del 14/06/93) Laboratorio Nazionale di Riferimento per le Biotossine Marine.



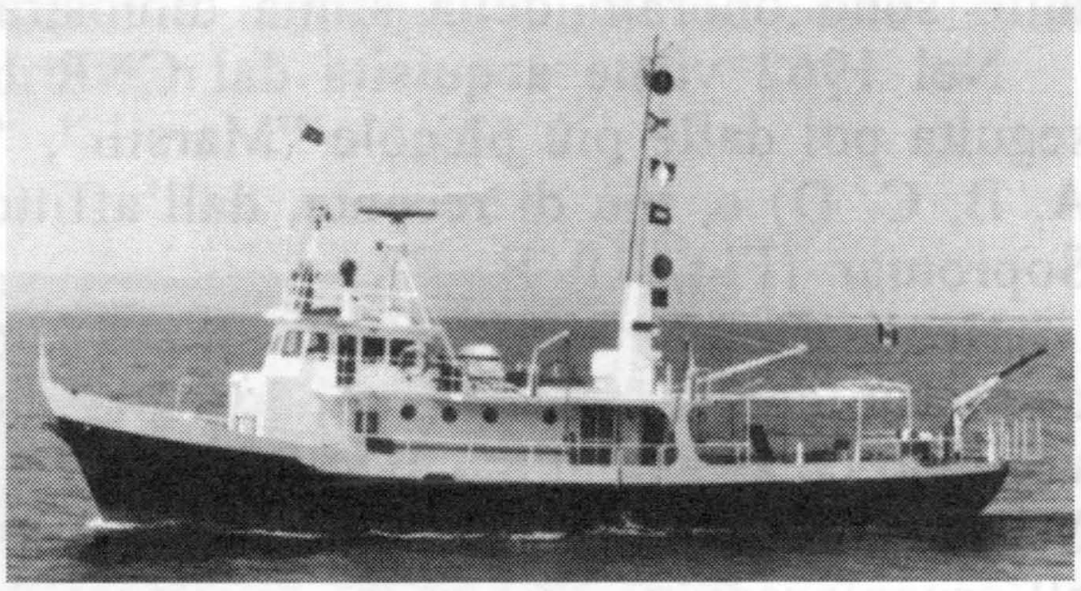
A



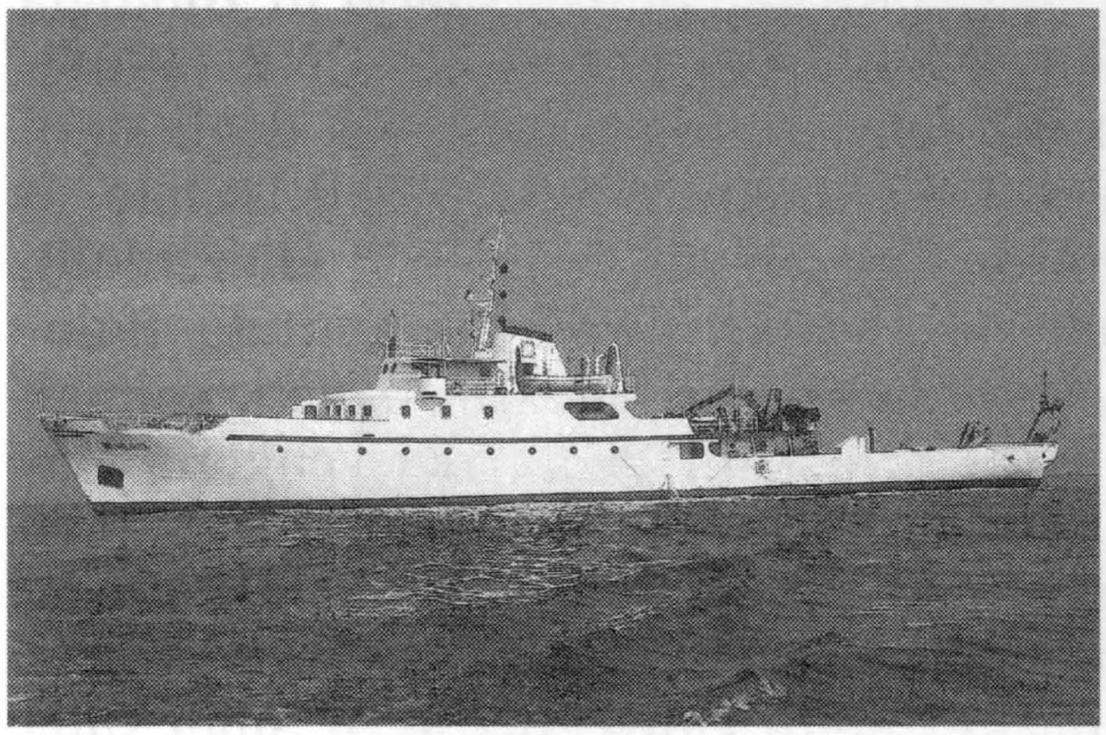
B



C



D



E



F

Fig. 19 - Navi utilizzate dal CNR per la ricerca in mare: A) La nave Bannock; B) F.L. Marsili; C) S. Lo Bianco, nave utilizzata dall'IRPEM; D) U. D'Ancona, nave oceanografica utilizzata dall'Istituto di Biologia del Mare di Venezia; E) Minerva, nave della Sopromar; F) Urania, nave della Sopromar affittata dal CNR.

Ships used by the CNR for marine research: A) Bannock; B) F.L. Marsili; C) S. Lo Bianco, the ship used by the Institute for Fishery in Ancona; D) U. D'Ancona, the ship used mainly by the Marine Biology Institute in Venice; E) Minerva, a ship belonging to the Sopromar company; F) Urania, at present the best Italian oceanographic ship, belongs to Sopromar and is hired by CNR.

Nel 1966 viene fondata da Pietro Parenzan (1902-1992) la Stazione di Biologia Marina (SBM) di Porto Cesareo, che afferisce all'Università di Lecce dal 1977 e al Dipartimento di Biologia dal 1988. Si compone di un Museo di Storia Naturale Marina, di una Biblioteca e di un Laboratorio Scientifico. Fa parte della rete MARS (rete delle Stazioni Marine Europee). Cura l'edizione della rivista

scientifica *Thalassia Salentina* fondata dal dinamico Pietro Parenzan. Sia pur con qualche difficoltà, sono usciti 33 numeri; è attiva e dal 1994 (n° 20) viene curata da G. Belmonte. Il rinnovato interesse da parte dell'Amministrazione Comunale di Porto Cesareo e dell'Amministrazione Provinciale di Lecce per il *Rilancio ed il potenziamento della SBM di Porto Cesareo* – come comunicatomi da Nando Boero – sta contribuendo all'inserimento della struttura in un ruolo di primo piano all'interno della neo-istituita Riserva Naturale Marina nelle acque antistanti il Comune di Porto Cesareo.

Nel 1967, sotto la spinta di Guido Bacci, viene costituito il Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno formato dal Comune di Livorno e dalle Università di Bologna, Firenze, Modena, Siena, Pisa e Torino, con sede presso l'Acquario Comunale D. Cestoni di Livorno (per ulteriori informazioni si veda Notiziario SIBM 23/93: 22-24; 22/92: 57-59).

Nel 1968 l'Acquario di Milano, da Sezione del Museo Civico di Storia Naturale della stessa città, diventa Istituto a se stante e nel 1969 viene nominato direttore il prof. Menico Torchio, valente figura di ittiologo e studioso di bioetica, che fa rinascere la Stazione di Idrobiologia del Comune di Milano fondata nel 1908 e distrutta dagli eventi bellici della seconda guerra mondiale. Nel 1970 inizia la pubblicazione dei *Quaderni della Civica Stazione Idrobiologica di Milano*, sui quali si trovano importanti contributi che riguardano la Biologia Marina. Ad esempio nel volume 22 del 1997 sono pubblicati gli Atti del primo Convegno Italiano sugli Elasmobranchi tenutosi a Milano. Gli Elasmobranchi sono uno dei temi del nostro Congresso di Vibo (30° SIBM).

Nel 1968, ad opera del CNR, vengono create due strutture di ricerca prima menzionate, una per la pesca, che è l'Istituto Ricerche Pesca Marittima (IRPEM) di Ancona e l'altra per l'acquacoltura, che è l'Istituto per lo studio degli Ecosistemi costieri di Lesina.

L'IRPEM, che tra l'altro ha organizzato il 10° Congresso SIBM (1978), è ancor oggi uno dei più importanti centri mediterranei per gli studi sulla pesca, dagli apetti biologici a quelli tecnologici (si veda Notiziario SIBM 36/99: 82-83). L'IRPEM pubblica dal 1970 i *Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca di Ancona* che dal 1985 (Vol. 4) prendono il nome di *Quaderni dell'Istituto Ricerche Pesca Marittima.* La rivista, ferma dal 1993 (Vol. 5, fasc. 2) dovrebbe riprendere le pubblicazioni nel 2000, secondo le indicazioni avute da Carlo Froglia.

Nel 1968 Guido Bacci prende l'iniziativa di creare una Società Scientifica che si occupi dei problemi biologici del mare e quindi organizza a Livorno, nel giugno 1969 (Fig. 20 A, B, C, D), un convegno e l'assemblea generale della Società.

Il dibattito sulle finalità e la denominazione della nuova Società fu ampio e vivace, soprattutto nei riguardi dell'inserimento della parte abiologica (oceanografia, chimica, fisica, geologia marina, ecc.). Avendo la maggioranza respinto la denominazione "Società Italiana di Biologia Marina ed Oceanologia", nel 1972 è stata fondata la Società consorella A.I.O.L. (Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia) alla quale aderiscono anche molti soci SIBM. Così, nel 1969, viene fondata la SIBM che nel 1988 a Vibo ha celebrato i suoi 20 Anni (Relini, 1990) ed oggi sempre a Vibo e grazie all'entusiasmo di Silvio Greco, celebra i 30 anni. Nella Tabella 2 sono riportati i Presidenti ed i Consigli Direttivi che si sono succeduti in questi tre decenni.

I° CONGRESSO
DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

Livorno - 3-5 Giugno 1969

Segreteria: Acquario Comunale
Piazzale Mascagni
Tel. 31.604 - 57100 Livorno

Livorno, 20 Maggio 1969

Caro Socio,

non siamo ancora in grado di inviare il programma completo del Convegno a causa del ritardo con il quale ci sono pervenute molte adesioni, che superano in questo momento le cento unità. Possiamo comunque fornire alcune indicazioni generali sullo svolgimento dei lavori.

Il giorno 3, alle ore 10, avrà luogo l'inaugurazione del Convegno al Palazzo della Provincia, dove proseguiranno poi tutti i lavori. La relazione inaugurale verrà tenuta dal Prof. Giuseppe Montalenti su « LA BIOLOGIA MARINA IN ITALIA IERI ED OGGI ».

Nel pomeriggio i lavori riprenderanno alle ore 16 con una relazione del Prof. Francesco Ghiretti sulla « FUNZIONE DEI PIGMENTI RESPIRATORI NEGLI ORGANISMI MARINI », cui seguiranno le comunicazioni scientifiche.

Il giorno 4 alle ore 9 il Prof. Enrico Tortonese terrà una relazione su « I RAPPORTI TRA LA FAUNA DEL MEDITERRANEO E QUELLE DEI MARI VICINI ». Seguiranno le comunicazioni scientifiche.

Nel pomeriggio alle ore 16 avrà luogo la Seduta amministrativa per la discussione, l'approvazione dello Statuto e la nomina delle cariche sociali.

Dato il gran numero di comunicazioni, finora oltre 40, l'intera giornata del 5 giugno dovrà essere quasi sicuramente dedicata alle comunicazioni stesse e il Comitato organizzatore si riserva di suddividerle in due sezioni distinte nel caso che il loro numero non consenta di svolgerle tutte in seduta plenaria.

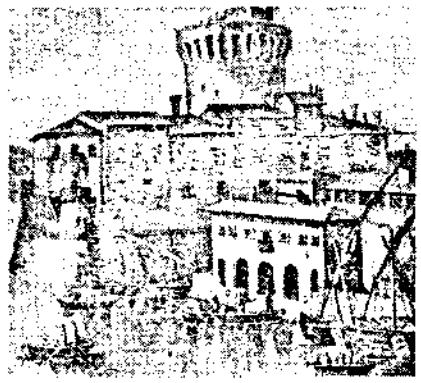
Durante le sedute verranno proiettati alcuni films di carattere tecnico-scientifico.

Le invio i saluti più cordiali.

GUIDO BACCI

A

I CONGRESSO
DELLA SOCIETA' ITALIANA
DI BIOLOGIA MARINA



LIVORNO 3 - 5 GIUGNO 1969

B

Società Italiana di Biologia Marina

I ricercatori che si dedicano allo studio della vita nel mare sono ormai numerosi anche in Italia. Molti di essi avvertono la necessità di superare i limiti della particolare disciplina personalmente coltivata per trovare un luogo di incontro nel quale possano prendere le iniziative comuni necessarie per assicurare l'affermazione della Biologia Marina nel nostro Paese.

Il carattere sintetico di questa scienza non richiede soltanto la collaborazione tradizionale dei botanici, degli zoologi e degli ecologi. Nella situazione attuale di progresso scientifico si rende ormai necessario l'apporto di fisiologi generali, di genetisti, di geologi ed anche di geofisici, chimici e fisici, oltre a quello di tutti coloro che vogliono approfondire i problemi scientifici della produttività e della conservazione delle risorse naturali.

Una Società Italiana di Biologia Marina, profondamente inserita nella scienza e nella vita presente, dovrà perciò approfondire e discutere accanto ai problemi generali che scaturiscono dallo studio degli organismi e dell'ambiente marino anche quelli sempre più gravi che vengono posti dai rapporti dell'Uomo con la vita nei mari.

Annunciando la fondazione della nuova Società i sottoscritti desiderano perciò sollecitare l'adesione di tutti coloro che si interessano alla Biologia Marina e ad un comune lavoro in questa scienza, quale che sia la loro specializzazione.

Chi vorrà inviare la propria adesione è pertanto invitato ad inoltrarla al Prof. G. Cognetti, Istituto di Zoologia della Università di Modena, Via dell'Università 1.

Guido Bacci	Elvezio Ghirardelli	Lucia Rossi
Bruno Battaglia	Giuseppe Montalenti	Michele Sarà
Arturo Bolognari	Carlo Morelli	Armando Sabbadin
Giuseppe Cognetti	Ferruccio Mosetti	Bruno Schreiber
Norberto Della Croce	Pasquale Pasquini	Enrico Tortonese
Eleonora Francini Corti	Rodolfo Pichi Sermolli	Enrico Vannini
	Alessandro Pignatti	

C

SOCIETA' ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA
ACQUARIO COMUNALE - PIAZZALE MASCAGNI, 1
57100 LIVORNO

Livorno, 3 Settembre 1969

E' stata fondata la Società Italiana di Biologia Marina. Essa si propone di promuovere gli studi relativi alla vita nel mare, di favorire i contatti tra i ricercatori, di diffondere tutte le conoscenze teoriche e pratiche derivanti dai moderni progressi. In occasione del suo primo congresso, svoltosi a Livorno (3 - 5 Giugno 1969), è stato discusso e fissato il regolamento, ed è stato eletto il Consiglio Direttivo. La Società ha sede presso l'Acquario Comunale di Livorno (Piazzale Mascagni, 1), ove si trova la Segreteria.

In dipendenza delle proprie norme istituzionali, la Società intende stabilire i migliori e più stretti rapporti con Enti e Società nazionali ed estere che hanno analoghe finalità, sia nel campo della ricerca fondamentale che nel campo applicato. Si fa presente che a norma di Statuto anche gli Enti, Laboratori, ecc. possono far parte della Società. Preghiamo comunque di voler inviare alla Segreteria tutte le informazioni che riguardano attività ed iniziative (ricerche, congressi, ecc.) di comune interesse.

Nel rivolgere questo invito si esprime l'augurio che venga così favorita quella stretta collaborazione che appare sempre più necessaria per i moderni studi relativi al mare.

IL SEGRETARIO
Giuseppe Cognetti

IL PRESIDENTE
Giuseppe Montalenti

D

Fig. 20 - Il primo congresso SIBM svoltosi a Livorno (1969): A) Programma invito; B) Copertina del programma. C, D) Annunci della fondazione della SIBM.

The first SIBM congress held in Leghorn (1969): A) The invitation/programme; B) Programme cover; C, D) Letters announcing the foundation of the Italian Society for Marine Biology (SIBM).

Tab. 2 - Elenco dei consigli direttivi SIBM dalla fondazione al 1999.
List of SIBM Executive Boards from its foundation to 1999

Biennio 1969-71 (giugno 1969-maggio 1971)

Presidente:	prof. Giuseppe Montalenti
Vice Presidente:	prof. Enrico Tortonese
Segretario:	prof. Giuseppe Cognetti
Consiglieri:	prof. Guido Bacci
	prof. Michele Sarà
	ing. Victor De Sanctis
	dott. Raimondo Sarà

Biennio 1971-73 (maggio 1971-maggio 1973)

Presidente:	prof. Guido Bacci
Vice Presidente:	prof. Enrico Tortonese
Segretario:	prof. Giancarlo Carrada
Consiglieri:	prof. Sebastiano Genovese
	prof. Elvezio Ghirardelli
	prof. Giuseppe Montalenti
	prof. Michele Sarà

Biennio 1973-75 (maggio 1973-maggio 1975)

Presidente:	prof. Giuseppe Cognetti
Vice Presidente:	prof. Bernardo Terio
Segretario:	prof. Giulio Relini
Consiglieri:	dr. Giovanni Bombace
	prof. Sebastiano Genovese
	sig. Guido Picchetti
	prof. Attilio Solazzi

Biennio 1975-77 (maggio 1975-maggio 1977)

Presidente:	prof. Bruno Battaglia
Vice Presidente:	prof. Arturo Bolognari
Segretario:	prof. Giulio Relini
Consiglieri:	dr. Giovanni Bombace
	dr. Francesco Cinelli
	prof. Attilio Solazzi
	prof. Michele Sarà

Biennio 1977-79 (maggio 1977-maggio 1979)

Presidente:	prof. Bruno Battaglia
Vice Presidente:	prof. Giovanni Bombace
Segretario:	prof. Eugenio Fresi
Consiglieri:	prof. Giuseppe Giaccone
	prof. Michele Sarà
	prof. Giuseppe Magazzù
	prof. Elvezio Ghirardelli

Biennio 1979-81 (maggio 1979-maggio 1981)

Presidente:	prof. Michele Sarà
Vice Presidente:	prof. Elvezio Ghirardelli
Segretario:	prof. Giulio Relini
Consiglieri:	ing. Paolo Donnini
	dr. Carlo Froglia
	prof. Giuseppe Giaccone
	prof. Paolo Tongiorgi

Biennio 1981-83 (maggio 1981-dicembre 1983)

Presidente:	prof. Michele Sarà
Vice Presidente:	prof. Elvezio Ghirardelli
Segretario:	prof. Giulio Relini
Consiglieri:	prof. Francesco Cinelli
	ing. Paolo Donnini
	dr. Carlo Froglia
	Prof.ssa Lidia Scalera Liaci

Biennio 1984-85 (gennaio 1984-dicembre 1985)

Presidente:	prof. Elvezio Ghirardelli
Vice Presidente:	prof. Giulio Relini
Segretario:	prof. Mario Specchi
Consiglieri:	prof. Francesco Cinelli
	prof. Giuseppe Colombo
	prof.ssa Lidia Scalera Liaci
	prof. Paolo Tongiorgi

Biennio 1986-87 (gennaio 1986-dicembre 1987)

Presidente:	prof. Elvezio Ghirardelli
Vice Presidente:	prof. Giulio Relini
Segretario:	prof. Mario Specchi
Consiglieri:	prof. Giuseppe Colombo
	dr. Antonio Miralto
	prof. Paolo Tongiorgi
	prof. Angelo Tursi

Biennio 1988-89 (gennaio 1988-dicembre 1989)

Presidente:	prof. Giulio Relini
Vice Presidente:	prof. Mario Innamorati
Segretario:	dr. Maurizio Pansini
Consiglieri:	prof. Giovanni Bombace
	prof. Elvezio Ghirardelli
	dr. Antonio Miralto
	prof. Angelo Tursi

Biennio 1990-91 (gennaio 1988-dicembre 1991)

Presidente:	prof. Giulio Relini
Vice Presidente:	prof. Mario Innamorati
Segretario:	dr. Maurizio Pansini
Consiglieri:	prof. Giovanni Bombace
	prof. Elvezio Ghirardelli
	dr. Donato Marino
	prof. Corrado Piccinetti

Biennio 1992-93 (gennaio 1992-dicembre 1993)

Presidente:	prof. Angelo Cau
Vice Presidente:	prof. Giulio Relini
Segretario:	dr. Gian Domenico Ardizzone
Consiglieri:	dr. Dino Levi
	dr. Donato Marino
	prof. Antonio Mazzola
	prof. Corrado Piccinetti

Biennio 1994-95 (gennaio 1994-dicembre 1995)

Presidente:	prof. Angelo Cau
Vice Presidente:	prof. Giulio Relini
Segretario:	prof. Gian Domenico Ardizzone
Consiglieri:	dr. Stefano De Ranieri
	prof. Antonio Mazzola
	prof. Remigio Rossi
	prof. Angelo Tursi

Biennio 1996-97 (gennaio 1996-dicembre 1997)

Presidente:	prof. Giulio Relini
Vice Presidente:	prof. Gian Domenico Ardizzone
Segretario:	dr. Stefano De Ranieri
Consiglieri:	dr. Romano Ambrogi
	prof. Angelo Cau
	prof. Giuseppe Giaccone
	prof. Angelo Tursi

Biennio 1998-99 (gennaio 1998-dicembre 1999)

Presidente:	prof. Giulio Relini
Vice Presidente:	prof. Gian Domenico Ardizzone
Segretario:	prof. Giovanni Marano
Consiglieri:	prof. Alberto Castelli
	prof. Angelo Cau
	prof. Giuseppe Giaccone
	prof. Corrado Piccinetti

Tra il 1975 e 76, grazie alla costituzione di un Consorzio tra Università, Provincia e Comune di Trieste, viene riaperto ufficialmente il Laboratorio di Biologia Marina di Aurisina (Fig. 21 A) (i locali erano già a disposizione dal 1968 ed il prof. E. Ghirardelli era stato nominato direttore). Nel 1979 viene stampato il 1° volume di *Nova Thalassia*, rivista sulla quale sono stati pubblicati anche ben quattro Atti di Congressi SIBM. Purtroppo dal 1994 (vol. 12, 1991-94) non viene più pubblicata. Tutti ci auguriamo che possa riprendere quanto prima.

Nel 1978 viene fondato l'Istituto di Idrobiologia e Acquacoltura "Gustavo Brunelli" sulle rive del Lago di Sabaudia per promuovere e diffondere studi e



A B

Fig. 21 - A) Un disegno del Laboratorio di Biologia Marina di Trieste; B) la sede dell'ex Istituto di Scienze Ambientali Marine dell'Università di Genova, attualmente afferente al DIP.TE.RIS.

A) A drawing of the Marine Biology Laboratory in Trieste; B) the building housing the former Institute for Marine Environmental Sciences of the University of Genoa, at present part of the DIP.TE.RIS.

ricerche di Idrobiologia, di scienze alieutiche e di acquacoltura. L'Istituto pubblica i *Quaderni dell'Istituto Brunelli* (si veda Notiziario SIBM 36/99: 93-94).

Nel 1980 nasce l'Istituto di Biologia ed Ecologia Marina di Piombino, diretto da Roberto Bedini che si occupa soprattutto di *Posidonia.*

Nel periodo 1976-1981 un fondamentale impulso alle ricerche in mare è stato fornito dal Progetto Finalizzato del C.N.R. "Oceanografia e fondi marini".

Il Progetto Finalizzato ha consentito di migliorare le attrezzature, di formare nuove leve attraverso borse di studio, di instaurare nuove collaborazioni

interdisciplinari, ma soprattutto è stato il primo tentativo di coordinamento e verifica della ricerca in mare. Inspiegabilmente, nonostante l'indiscutibile successo e le molteplici ricadute anche socio-economiche, non ha avuto la possibilità di continuazione ed ancor oggi, dopo quasi vent'anni, si discute sulle proposte di un nuovo Progetto Finalizzato per l'oceanografia, ripreso in più occasioni anche a livello del MURST (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica).

Io stesso, come altri dei presenti, ho fatto parte di una delle tante commissioni che aveva preparato, sotto il coordinamento di Brambati, una corposa relazione sullo stato dell'oceanografia in Italia, rilevando da una parte le grandi competenze disponibili, ma anche, dall'altra, le enormi carenze in particolare nei finanziamenti, strutture, navi, ecc. Erano state avanzate varie proposte di rilancio, ma tutto è rimasto allo stato di intenzioni.

Per fortuna la nuova legge sulla pesca 41/82 ha consentito all'allora Ministero Marina Mercantile di varare un'imponente serie di ricerche, recuperando almeno in parte le forze rimaste orfane dei Progetti Finalizzati. Nello stesso anno e nell'ambito della L. 41/82 viene istituito l'ICRAP, poi (1992) divenuto ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca Applicata al Mare) e nel 1994 passato sotto la vigilanza del Ministero dell'Ambiente (si veda Notiziario SIBM 36/99: 90-92).

Nel 1982 viene fondato l'Istituto di Scienze Ambientali Marine dell'Università di Genova con sede a Santa Margherita Ligure nella villa Costa-Carmagnola (Fig. 21 B) costruita ai primi dell'800. Attualmente afferisce al DIP.TE.RIS. (Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse) ed è anche sede legale del CONISMA (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare).

Sempre nel 1982 viene istituito ad opera del CNR l'Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato (ITPP-CNR) oggi Istituto Risorse Marine e Ambiente (IRMA-CNR), operante prevalentemente a supporto della pesca nel Canale di Sicilia, ma anche interessato con la sede distaccata di Castellammare alle problematiche della fascia costiera e delle barriere artificiali.

Ovviamente, le ricerche finanziate nell'ambito della 41/82 hanno un taglio fortemente applicativo e limitato ai soli problemi della pesca e dell'acquacoltura in Italia. Ma anche su questo si stanno addensando minacciose nubi di tempesta: la ristrutturazione e riaccorpamento dei Ministeri – ricordo che attualmente (giugno 1999) la Direzione Generale Pesca appartiene al Mi.P.A. (Ministero per le Politiche Agricole) – sono fonte di gravi preoccupazioni per il futuro della ricerca avente a supporto la L. 41/82. Sembra che in Italia sia impossibile la continuità nelle linee di ricerca marine. E così, dopo 15 anni di raccolta dei dati sulla valutazione delle risorse, in particolare tramite trawl survey, rischiamo l'interruzione della serie storica di dati, vanificando almeno in parte lo sforzo, non solo finanziario, finora fatto. Una sintesi della notevole mole di ricerche svolte nell'ambito della 41/82 è riportata negli Atti della Conferenza "Le ricerche sulla pesca e sull'acquacoltura nell'ambito della Legge 41/82", conferenza organizzata nel dicembre 1998 dalla SIBM su incarico della Direzione Generale Pesca e Acquacoltura del MiPA.

Nel settembre del 1983 viene inaugurato il Centro Ricerche Energia Ambiente dell'Enea (si veda Bianchi C.N., 1984, Notiziario SIBM 6/84: 48-49), che diventerà poi Centro Ricerche Ambiente Marino Enea di Santa Teresa di La Spezia (si veda Maffei e Bianchi, 1999, Notiziario SIBM 36/99: 77-78).

Nel 1990, come in precedenza riferito, viene creato a Cagliari il Centro Interdipartimentale di Ricerche Marine (CIRCAM).

Nel maggio 1991, come già detto, viene inaugurata ufficialmente la nuova sede del Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano (Fig. 22) che assume un ruolo sempre più importante nelle ricerche sulla pesca in Adriatico ed in particolare nelle collaborazioni con i nuovi stati dell'altra sponda dell'Adriatico. Nell'ambito di un programma di cooperazione tra Croazia ed Italia, il Laboratorio è stato dotato di una nave di 29 m e 1.350 Hp per la pesca scientifica (si veda Notiziario SIBM 35/99: 32-34).

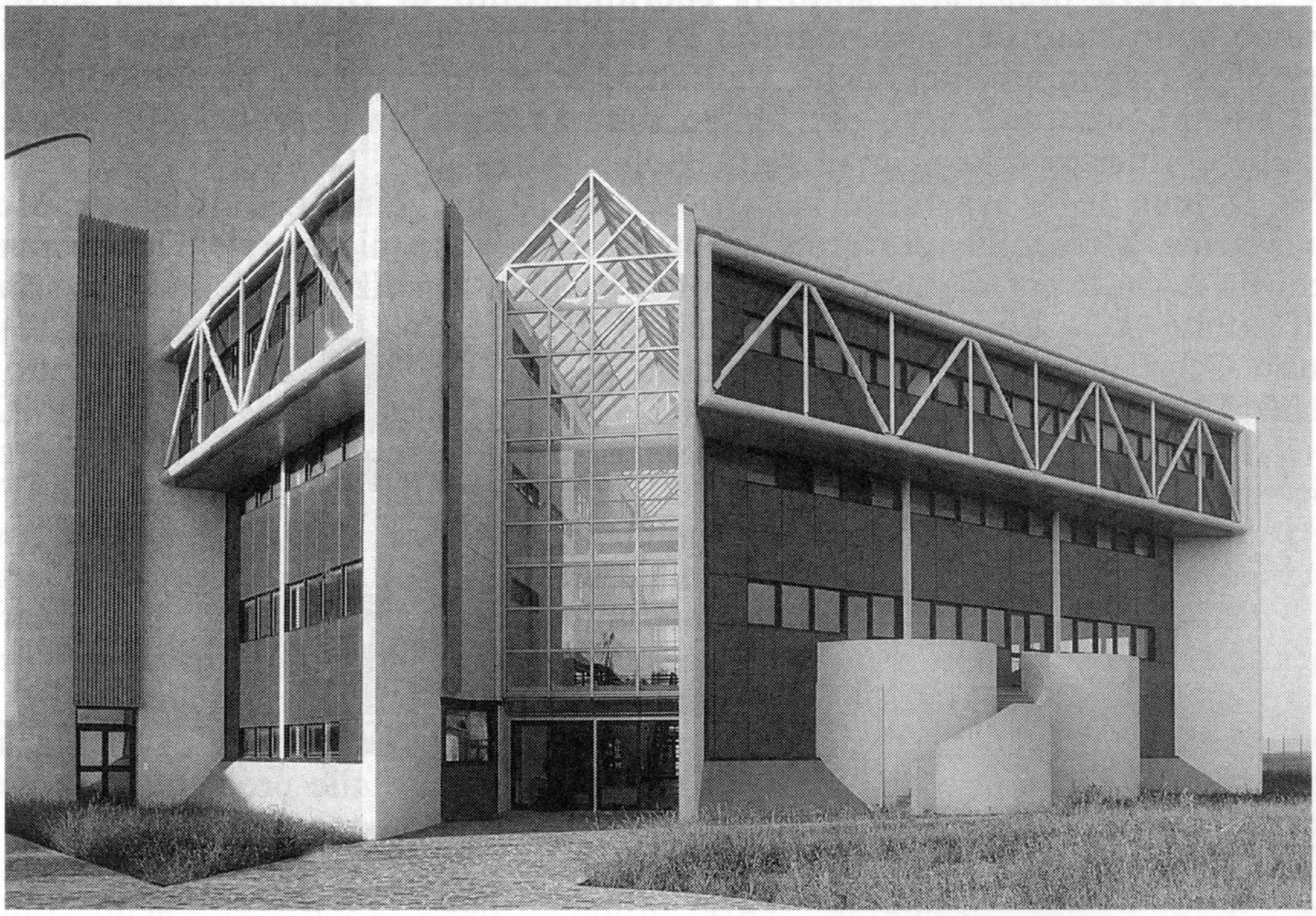


Fig. 22 - Il nuovo Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano inaugurato il 4 maggio 1991.
The new Fano Laboratory of Marine Biology and Fishery, opened on 4th May 1991.

Problematiche attuali

Nel campo della Biologia Marina esistono in Italia potenzialità intellettuali, professionalità, competenze specialistiche tra le migliori in Mediterraneo, a cui l'insufficienza di mezzi (nautici in primo luogo, ma anche di Laboratori e carriera) e di coordinamento nazionale impedisce di esprimersi al meglio. In particolare, in Italia manca una seria politica per gli studi marini.

Di particolare gravità è la mancanza di un finanziamento della ricerca di base, indispensabile non solo per la ricerca applicata, ma per la nostra cultura che rischia di essere sempre più colonizzata dall'estero. Si parla molto di biodiversità, indici biotici, qualità dell'ambiente, ma nessuno finanzia gli studi che stanno alla loro base, come la sistematica e la tassonomia degli organismi, che per fortuna in Italia hanno ancora parecchi cultori, anche tra i giovani. Speriamo che l'onda americana arrivi presto anche in Italia; negli USA, infatti, da alcuni anni sono state riscoperte l'autoecologia e la tassonomia, alcuni Laboratori di Biologia molecolare

sono stati trasformati in laboratori per lo studio della tassonomia di animali e piante.

Nonostante ciò, si assiste ad un sempre maggiore interesse – in particolare dei giovani – nei riguardi della Biologia Marina e di ciò si deve tenere conto nella attuale ristrutturazione dei corsi di laurea; "Biologia Marina" potrebbe essere la denominazione di Corso di Laurea di ambedue i livelli ed in particolare del 2° livello.

Anche al fine di raggiungere una sufficiente massa critica per essere competitivi a livello delle iniziative internazionali, Istituti universitari e del CNR hanno creato strutture di coordinamento per la ricerca in mare quali il CONISMA e l'ISMARE. I Presidenti di tali strutture, F. Faranda e G. Bombace, sono nostri attivi soci fin dalla fondazione della SIBM.

I biologi marini italiani possono svolgere un ruolo di primo piano almeno nel contesto mediterraneo, ma devono essere messi in grado di poter rispondere alle pressanti domande che provengono dalle realtà sociali, economiche, politiche sulle problematiche dell'inquinamento, salvaguardia e gestione del territorio e delle risorse, maricoltura, ecc. Scrive Doumenge (1982): «*Dans l'état actuel de remise en cause par la crise mondiale des structures économiques et sociales de la haute croissance une interrogation majeure demeure sur l'orientation qu'il convient de donner aux activités humaines sur les rivages marins et sur les océans. Un nouvel ordre économique et politique se met en place péniblement. Mais il apparaît déjà à l'évidence que l'un des créneaux dont peut encore disposer l'humanité pour déboucher sur des perspectives nouvelles aux XXIe siècle réside dans une véritable utilisation intégrée des ressources marines. ... La biologie marine reste le fondement de cette demande de l'humanité à étendre sa maîtrise sur les espèces pour pouvoir se lancer dans la valorisation des associations biologiques aquatiques. Toutes les disciplines biologiques sont intéressées par cette aventure qui demande du temps et de la patience. ... Ainsi la biologie marine est impulsée par une demande sociale pressante et multiple. Elle ne pourra y répondre qu'en associant intimement la recherche fondamentale et les applications technologiques*».

Ruolo della SIBM

Quale ruolo ha avuto la SIBM nella storia della Biologia Marina negli ultimi 30 anni e, soprattutto, quale ruolo potrà o dovrà avere nel futuro? La SIBM è la sede ideale per affrontare gli studi sulla vita nel mare, per coordinare le attività, per diffondere le conoscenze.

Per il passato e per il presente si può affermare che la stragrande maggioranza delle attività nel campo della vita del mare in Italia sono state svolte da soci SIBM e gli Atti dei nostri Congressi rappresentano una fedele testimonianza delle tematiche affrontate sia nella ricerca che nella didattica.

I temi sono l'espressione degli interessi culturali del momento e soprattutto dei filoni di ricerca che riescono ad avere un finanziamento (Tabella 3). Lo sviluppo della SIBM anche in termini numerici di soci dai 110 del 1969 agli attuali 720, è andato di pari passo con l'incremento delle attività didattiche e di ricerca nel settore della Biologia Marina.

Oggi la nostra materia è insegnata in almeno 16 Università (Tabella 4).

La diffusione delle conoscenze e lo scambio delle informazioni sono di primaria importanza. Nel maggio 1980 inizia la pubblicazione del Notiziario SIBM (Fig. 23 A), bollettino di informazione e discussione prevalentemente nell'ambito della Società. Notizie sull'attività della SIBM sono state pubblicate anche prima del 1980, come riportato in Relini (1990).

Gli Atti dei Congressi SIBM avrebbero dovuto essere ospitati sulle Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli, che era la più prestigiosa rivista di Biologia Marina italiana. In effetti gli Atti dei primi quattro Congressi uscirono come

Tab. 3 - I Congressi della SIMB temi ed atti. - *Congresses of the SIBM, topics, Proceedings.*

1. Livorno 3-5.6.69 - Atti in: Pubblicazioni Stazione Zoologica Napoli, suppl. Vol. 37 (1969) (402 pp.)
2. Bari 16-18.5.1970 - Atti in: Pubblicazioni Stazione Zoologica Napoli, Vol. 38 suppl. 1 (1970) (104 pp.)
3. Napoli 18-20.6.1971 - Atti in: Pubblicazioni Stazione Zoologica Napoli, Vol. 30 suppl. 2 (1970) (180 pp.)
4. Lipari 18-20.5.1972 - Atti in: Pubblicazioni Stazione Zoologica Napoli, Vol. 39 suppl. 3 (1975) (150 pp.)
5. Nardò 17-20.5.1973 - Atti in volume pubblicato a cura del Comune di Nardò (Ed. Salentina) (365 pp.)
6. Livorno 22-25.5.1974 - Atti in: Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia, Vol. 4 n. 4-5-6 (1974) (575 pp.)
7. Venezia 21-24.5.1975 - Atti in: Archivio di Oceanografia e Limnologia, Vol. 18 suppl. 3 (1976) (556 pp.)
8. Taormina 19-21.5.1976 - Riassunti in: Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia, Vol. 6 suppl. 6 (1979) (138 pp.); la maggior parte dei lavori in: Bollettino di Pesca e Idrobiologia, Vol. 31 fasc. 1-2 (1976) stampato nel 1979 (367 pp.)
9. Ischia 19-22.5.1977 - Atti nel volume Atti del IX Congresso della Società Italiana di Biologia Marina stampato da"La Seppia" di Firenze (470 pp.)
10. Ancona 29.5-1.6.1978 - Atti in: Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca di Ancona, Vol. 3 suppl. 1 (1981) (700 pp.)
11. Orbetello 23-26.5.1979 - Atti in "La Biologia Marina e la gestione della fascia costiera", in: Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie ser. B, suppl. Vol. 86 (1980) (401 pp.)
12. Bari 27-31.5.1980 - Atti in: Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia, Vol. 10 suppl. 6 (1980) (452 pp.)
13. Cefalù 25-29.5.1981 - Atti in: Il Naturalista Siciliano, Vol. 6 ser. 4, suppl. (1983). Fascicolo I: Fitobiologia marina e posters (172 pp.). Fascicolo II: Ecologia e valorizzazione degli stagni, lagune, saline. Problemi della pesca (262 pp.). Fascicolo III: Caratteristiche e potenzialità del sistema fitale: metodologie di studio e prospettive per la valorizzazione della fascia costiera (232 pp.). I vari fascicoli sono separati.
14. Massalubrense 20-24.9.1982 - Atti in: Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova, Vol. 50 suppl. (1982) (400 pp.)
15. Trieste 28.9-2.10.1983 - Atti in: Nova Thalassia, Vol. 6 suppl. (1983-84) (765 pp.)
16. Lecce-Alimini 25-30.9.1984 - Atti in: Oebalia, Vol. 11, 1-2-3 n.s. (1985) (920 pp.); tre fascicoli separati
17. Ferrara 11-15.6.1985 - Atti in: Nova Thalassia, Vol. 7 suppl. 3 (1985) (439 pp.)
18. Cesenatico 9-12.9.1986 - Atti in: Nova Thalassia, Vol. 8 suppl. 3 (1986) (693 pp.)
19. Napoli 24-28.9.1987 - Atti in: Oebalia, Vol. 15 1-2 (1989) due fascicoli (941 pp.)
20. Vibo Valentia 24-28.9.1988 - Atti in: Oebalia, Vol. 16 suppl. 1-2 (1990) due fascicoli (820 pp.)
21. Fano 11-16.9.1989 - Atti in: Nova Thalassia, Vol. 10 suppl. 1 (1989) (698 pp.)
22. Cagliari - S. Margherita di Pula 20-24.5.1991 - Atti in: Oebalia, Vol. 17 fasc. 2 (1992) suppl. (601 pp.)
23. Ravenna 8-12.6.1992 - Atti in: Biologia Marina, suppl. Notiziario S.I.B.M., Vol. 1 (390 pp.)
24. San Remo 1-5.6.1993 - Atti in: Biologia Marina Mediterranea, Vol. 1 fasc. 1 (1994) (452 pp.)
25. Alghero 24-28.5.1994 - Atti in: Biologia Marina Mediterranea, Vol. 2 fasc. 2 (1995) (665 pagi ne)
26. Sciacca 22-27.5.1995 - Atti in: Biologia Marina Mediterranea, Vol. 3 fasc. 1 (1996) (667 pp.)
27. Portoferraio 20-25.5.1996, Atti in: Biologia Marina Mediterranea, Vol. 4 fasc. 1 (1997) (704 pp.)
28. Trani 26-31.5.1997 - Atti in: Biologia Marina Mediterranea, Vol. 5 fasc. 1, in due parti (896 pp. in totale)
29. Ustica 15-20.6.1998 - Atti in : Biologia Marina Mediterranea, Vol. 6 fasc. 1 (733 pp.)

supplementi di tale rivista. Con la crisi della Stazione Zoologica negli anni '70 però si decise la cessazione delle Pubblicazioni, anche se Marine Ecology PSZN ne è in qualche modo la continuazione. A partire dal 5° Congresso, gli Atti sono stati

Tab. 4 - L'insegnamento della Biologia Marina nelle Università italiane.
The teaching of Marine Biology in Italian Universities.

Genova	CCL Scienze Biologiche e Scienze Naturali	Lidia ORSI RELINI
Napoli	CCL Scienze Biologiche	Giancarlo CARRADA
Palermo	CCL Scienze Biologiche	Antonio MAZZOLA
Bari	CCL Scienze Biologiche	Gaetano PISCITELLI
Trieste	CCL Scienze Biologiche e Scienze Naturali	Serena FONDA UMANI
Pisa	CCL Scienze Biologiche CCL Scienze Naturali	Giuseppe COGNETTI Paolo MAGAGNINI
Parma	CCL Scienze Biologiche e Scienze Naturali	Daniele BEDULLI
Roma Tor Vergata	CCL Scienze Biologiche	Eugenio FRESI
Sassari	CCL Scienze Naturali	Marco CURINI GALLETTI
Catania	CCL Scienze Biologiche	Grazia CANTONE
Catania	CCL Scienze Naturali	Giuseppina GALLUZZO CUSCANI
Roma La Sapienza	CCL Scienze Naturali e Scienze Biologiche	Carla CHIMENZ
Pavia	CCL Scienze Biologiche	Alberto TORELLI
Cagliari	CCL Scienze Biologiche	Angelo CAU
Messina	CCL Scienze Biologiche	Luigi MOIO
Torino	CCL Scienze Biologiche e Naturali	Daniela PESSANI
Lecce	CCL Scienze Biologiche	Ferdinando BOERO

affidati ad altre riviste italiane o stampati in volumi *ad hoc* (vedi Tabella 3). La SIBM ha anche pubblicato, con fondi del Ministero dell'Ambiente, il Manuale per lo studio del plancton *Metodi nell'ecologia del Plancton marino* (Fig. 23 B) e *Protezione della fauna marina ed introduzione di specie alloctone* (Fig. 23 C).

Nel 1994, dopo molti tentennamenti, viene presa la decisione di avviare una rivista della Società: viene così pubblicato il 1° volume di Biologia Marina Mediterranea che per il momento ha stampato solo Atti dei Congressi SIBM (Fig. 23 D), o di attività svolte sotto l'egida o con il patrocinio della SIBM. Di rilievo sono gli Atti della Conferenza Nazionale "Le ricerche sulla pesca e sull'acquacoltura nell'ambito della L. 41/82" (Fig. 23 E); tre volumi per oltre 2.500 pagine, più un quarto volume contenente le relazioni principali della conferenza, ancora in stampa.

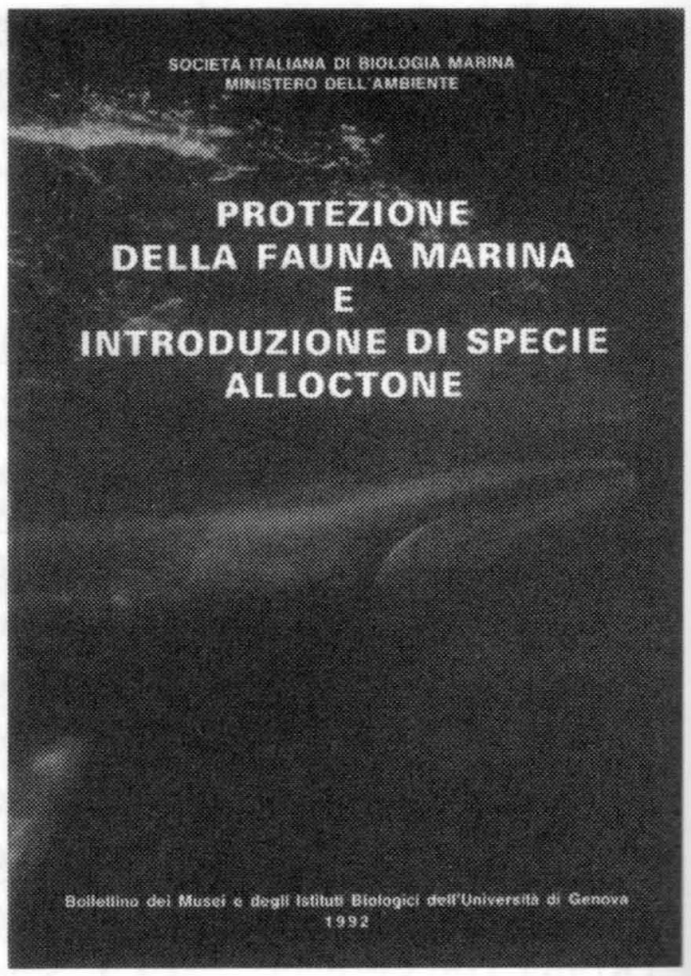
Quest'anno (1999) inauguriamo la nuova serie dei supplementi di Biol. Mar. Medit., bilingue e dedicata alla stampa di monografie, guide, manuali, etc. Il 1° volume stampato con il contributo della DG XIV CEE è dedicato a Syndem *(Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in Central Mediterranean – Italy and Corsica*) (Fig. 23 F) (Relini *et al.*, 1999).

Dal 1994 la SIBM coordina importanti ricerche finanziate dalla CEE e dal MiPA, quali Medits (Bertrand *et al.*, 1997) e dal 2000 sarà il referente italiano per ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts), essendo già stato firmato un accordo con la FAO.

Per adeguarsi ai tempi e per meglio svolgere il suo ruolo, la SIBM si sta riorganizzando anche sul piano formale, mirando al riconoscimento quale Onlus dotata di personalità giuridica.









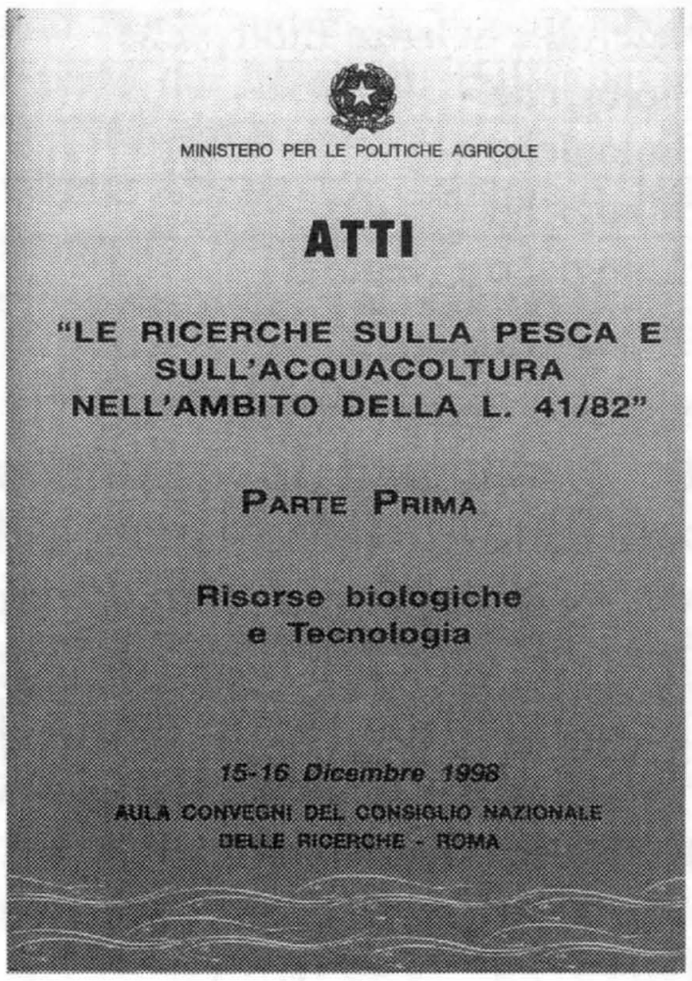




Fig. 23 - Alcune pubblicazioni della SIBM: **A**) copertina del Notiziario SIBM iniziato nel 1980; **B**) copertina del Manuale "Metodi nell'Ecologia del Plancton Marino" del 1990; **C**) copertina del Volume "Protezione della fauna marina e introduzione di specie alloctone"; **D**) copertina della rivista della SIBM "Biologia Marina Mediterranea"; **E**) copertina di uno dei quattro volumi degli Atti della Conferenza "Le ricerche sulla pesca e sull'acquacoltura nell'ambito della L. 41/82"; **F**) copertina del Volume Syndem "Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo Centrale (Italia e Corsica)".

*Some SIBM publications: **A**) cover of the SIBM Newsletter that appeared in 1980; **B**) cover of the handbook on methods for the study of marine plankton; **C**) cover of the volume "Protection of Marine Fauna and Introduction of Allochthonous Species"; **D**) cover of the SIBM journal "Biologia Marina Mediterranea"; **E**) cover of one of the four volumes of the Proceedings of the national conference "Research on Fishery and Aquaculture within the Framework of the Law 41/82"; **F**) cover of the volume Syndem ("Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in the Central Mediterranean (Italy and Corsica)").*

Per una migliore presenza sul territorio verranno istituiti i corrispondenti regionali, grazie ai quali sarà più facile diffondere le informazioni riguardanti le attività locali.

Ma è con il contributo di tutti che riusciremo a valorizzare sempre di più il ruolo della Biologia Marina e a far riconoscere la sua importanza nel contesto della Società, in modo che essa possa avere adeguate strutture e mezzi e, soprattutto, possa aprire occasioni di lavoro per i giovani. Solo con un buon reclutamento, come avviene nelle popolazioni naturali, la Biologia Marina avrà la possibilità non solo di sopravvivere, ma di svilupparsi. È questa la maggiore preoccupazione dei Biologi Marini un po' stagionati come me.

Summary

Different definition of Marine Biology and differences with other disciplines as biological oceanography are referred. The Author suggest the following definition "Marine Biology is the study of life in the sea in all aspects dealing with classification, structure, organisation, ecology, function, behaviour and applied aspects of marine organisms".

Founder of Marine Biology is considered the count Ferdinando Marsili (1658-1730) author of "Histoire phisique de la mer" the fourth part of which is dealing with marine organisms.

Important contributions on the knowledge of marine life in the Adriatic sea were given by Vitaliano Donati (1717-1762, author of "Della storia naturale marina dell'Adriatico"), Giuseppe Olivi (1769-1725, author of Zoologia Adriatica and founder of Biometry), Giovanni Domenico Nardo (1802-1877), M. Stossich (1879-83). For other Italian seas important pubblications were made by Lazzaro Spallanzani, who was the first to recognise red coral as animal and not as plant, and founded a small marine laboratory near La Spezia in 1797 (probably the first in the world), Giuseppe Saverio Poli (1746-1825), Filippo Cavolini (1756-1810) who initiated scientific diving with the exploration of some marine caves near Sorrento; Enrico Hillyer Giglioli (1845-1909) who was the first to describe a rich fauna in deep sea.

In 1846 the Natural History Museum in Trieste is founded, an istitution that play an important role for the study of the Adriatic Sea and publish the journal "Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali".

The foundations of the Zoological Station in Naples were laid in March, 1872, while by September, 1873, the whole building was finished. The first department was that of Morphology, followed in 1876 by a botanical department. Although there was no room initially in the main building, physiology was added in 1882 by renting a small building near the Station. The space problem was alleviated by adding two new sections to the main building, one in 1885-1888, and another in 1903-1906. A department of bacteriology was added in 1887. In 1906 Dohrn built a summer home, the Villa Acquario, on island of Ischia, today Station's Ecology Department.

Thanks to the inventiveness and skill of preparator Salvatore Lobianco (1860-1910), who entered in the service of the Station at the age of 14, the Zoological Station soon became known for the beauty and the perfection of its collections of preserved marine animals. These were sold to the museums, institutes and individuals all over the world.

In 1879-80 the Zoological Station started three different publications: the *Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel* (Vol. 1, 1879), intended for the research results of staff and guest scientists; the series of monographs *Fauna und Flora des Golfes von Neapel* (Vol. 1, 1880) as an inventory of the Mediterranean; and finally the *Zoologischer Jahresbericht* (Vol. 1, 1880), a reference journal that soon became famous for its rapid publication and accuracy.

Two main aspects of the Naples Station have inspired the foundation of similar institutes all over the world, was its complete freedom of research and the technical perfection of instruments and service (animal supply, sea water tanks, staining and section-cutting techniques, library), the high standard of research offered at Naples.

In 1875 the Zoological Station of Trieste (S. Andrea) is founded, very important center for marine studies in the Adriatic Sea, up to 1915, when it was closed because of the first world war. It was re-opened only in 1975.

In 1891 was constituted the Rovinj Station by the Berlin Aquarium that after the first world war belonged to Italy and then became the Italian-German Institute of Marine Biology. Many famous

Italian scientists (Issel, Steur, Sella, Vatova, etc.) has contributed to its development. In particular, Vatova has published a fundamental work on the biocoenoses of Adriatic Sea, that is still a reference paper and allows a comparison between the present and past situations.

In 1900 the Unione Zoologica Italiana (UZI) is founded and among its members there are many marine zoologists and biologists.

In 1909 the "Comitato Talassografico", then Regio Comitato Talassografico (Royal Italian Oceanographic Committee) is constituted. A fundamental improvement was given to all Italian oceanographic activities and results were published in *Memorie del regio Comitato Talassografico Italiano*. The best Italian scientists of the period have contributed to this publication: Volterra, Grassi, Issel, Sanzo, Remotti, Sella, Brunelli, Colosi, D'Ancona, etc.

In 1911 a small marine laboratory is built on the rocky shore of Genoa-Quarto by Brian, who has published important works on plankton, fish parasites and with Issel on bathyal fauna of the Ligurian Sea.

In 1913 the Istituto Sperimentale Talassografico (Oceanographic Institute) and the Istituto Tecnico per la Molluschicoltura (Institute for Mollusc farming) in Taranto were created, while the Istituto Sperimentale Talassografico in Trieste was founded in 1918. These three institutes were created in the frame of RCTI activity and in spite of a troubled history they had and have at present an important role in marine science. Trieste Institute is mainly involved in abiotic aspects while the other two in biological aspect of the sea studies. In Messina relevant results were obtained mainly by Sanzo in the knowledge of fish, larvae and life span. The wonderful color drawings of Filiberto Mazza are worldwide known.

In 1918 is published by Raffaele Issel the first Italian book on Marine Biology, a reference text also for university students.

In 1919 the Prince of Monaco, Albert I, has founded CIESM (Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediterranée), an important organization for marine studies in the Mediterranean Sea, in which Italian scientists has played always an important role. At present one of the scientific committees is chaired by prof. F. Boero.

Between 1924 and 1927 the "Laboratorio Centrale di Idrobiologia" (National Laboratory for Hydrobiology) was organized in particular by Gustavo Brunelli: with the main aim to give a scientific support to the Central Administration of Fishery. The Laboratorio has published the journal *Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia*, that was one of the widespread and best known Italian fishery and marine biology journals. Unfortunately the journal was stopped in 1976 and the role of the Laboratory decreased in the last decades, in particular with the establishment of ICRAP (National Institute for Applied fishery research in the frame of Fishery Law 41/82).

In 1928 in Messina a conference on Marine Biology applied to Fishery is organized by Giuseppe Mazzarelli followed in 1939 by a second one. During these meetings, that probably are the first conferences in the world dealing with marine biology and fishery, it was discussed the role of zoologists and biologists in the fishery management though some strange beliefs like that of *mare inhexaustum* (no problem of sea resources depletion by fishery if carried out in offshore waters) were still surviving.

In 1929 the CNR (Italian National Council for Research) was constituted and RCTI became a Committee of CNR and some years later desappeared and began a difficult period for marine research in Italy up to sixties.

In 1939 began the activity of the Laboraty of Fano with a research on red mullet carried out by Scaccini. The Laboratory was enlarged several times and in 1991 a new wonderful building was opened, thanks to care of Corrado and Gabriella Piccinetti.

In 1940 the Stazione Idrobiologica in Chioggia and in 1946 the Centro Studi Talassografici in Venice were founded, the last one became the Institute of Marine Biology of CNR in Venice and published the Journal *Archivio di Oceanografia e Limnologia.*

In the sixties there is a renewed interest in Marine Biology, both in the research and teaching in the Italian Universities.

The CNR received the first oceanographic ship "Bannock", followed by the smaller "Marsili". In these years are founded the Laboratorio Provinciale di Biologia Marina di Cesenatico, the Stazione di Biologia Marina di Porto Cesareo, the Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno, the Aquarium of Milan, the IRPEM-CNR in Ancona, that is still one of the main institutions working in fishery and publishes the journal *Quaderni dell'Istituto di Ricerche Pesca Marittima.*

In June 1969 is founded the Società Italiana di Biologia Marian (SIBM) Italian Society for Marine Biology during the first meeting held in Livorno and organized by Guido Bacci.

Between 1975 and 1976 the Marine Laboratory in Trieste is again opened and thanks to the cooperation with University, and in particular with prof. E. Ghrirardelli, many works are carried out, in particular on plankton, eutrophication, dirt-sea and marine-snow.

In the period 1976-81 an important impulse to marine studies was given by the Finalized Project "Oceanography and sea Bottom" promoted by CNR but unfortunately it was stopped in spite of good success and promising results. So Italy has lost once again most of the organization and young people recruited. The Fishery Law 41/82 partially has filled the gap produced by too early end of the above mentioned CNR finalized project. In the frame of L. 41/82 a large amount of research was made in fishery and aquaculture, that was presented during the Conference "Le ricerche sulla pesca e sull'acquacultura in Italia nell'ambito della L. 41/82" , organized in December 1998 by SIBM on behalf of General Fishery Directorate of Ministero per le Politiche Agricole, and results were published in three volumes proceeding of more than 2.500 pages. But also for these funds there is a strong concern due to the reorganization of the Ministry and repartition of tasks between Central Government and Regional Governments. So once again a well organized system of research, though limited to fishery and aquaculture, risks to disappear and to stop the collection of data, like those on resources evaluation for which 15 year data sets are at present available.

In the eighties the following institutions were founded: ICRAP then ICRAM (National Institute for Marine Applied Research – Ministry of Environment), Istituto di Scienze Ambientali Marine of the University of Genoa, at present belonging to the Department for the Study of Territory and its Resources and legal seat of CONISMA (Consortium of Italian Universities interested in Marine Research), Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato (CNR) at present Institute for the Study of Marine Resources and Environment (IRMA), sited in Mazara del Vallo, Centro Ricerche Energia Ambiente of Enea in La Spezia.

In 1991 the new building of Marine Biology and Fishery Laboratory in Fano is opened.

In spite of all difficulties, there is an increasing interest of Italian young people in Marine Biology. The SIBM is a point of reference to discuss different subject and to diffuse information dealing with all aspects of Marine Biology, as reported since 1969 in the Proceedings of Annual Congress of the Society. Since 1994 the Society is editing the journal Biologia Marina Mediterranea and has the coordination of the Mediterranean International Trawl Survey, an European Project targeted to the evaluation of demersal resources.

Ringraziamenti

Ringrazio vivamente per il materiale fornito, i preziosi suggerimenti e le stimolanti discussioni i colleghi Giovanni Bombace, Cristina Gambi, Fabrizio Ferrari, Elvezio Ghirardelli, Sergio Panella.

Sarò grato a chiunque vorrà inviarmi ulteriore materiale, informazioni ed anche critiche.

Bibliografia

ALEFFI F., DELLA SETA G., GORIUP F., LANDRI P., OREL G. (1995) – Fattori climatici ed edafici e popolamenti bentonici dell'Adriatico Settentrionale e del Golfo di Trieste. Presentato alla Conferenza: Evoluzione dello stato trofico in Adriatico: analisi degli interventi attuati e future linee di intervento (Marina di Ravenna, 28-29 settembre 1995): 81-99.

CIBIN C. (1995) – La *Zoologia Adriatica* nel contesto storico-scientifico del Settecento. In: *Giuseppe Olivi – Zoologia Adriatica*. Ristampa anastatica. T&G Edizioni, Conselve (Padova).

CIBIN C. (1999) – Il "Saggio" Della Storia naturale Marina dell'Adriatico: una ricerca pionieristica. In: Vitaliano Donati, *Della Storia Naturale Marina dell'Adriatico*. Ristampa anastatica. T&G edizioni, Conselve (Padova).

COGNETTI G., SARÁ M., MAGAZZÚ G. (1999) – *Biologia Marina*. Ed. Calderini, Bologna.

CNR (1999) – *L'Istituto Sperimentale Talassografico di Messina, 1916-1996 ottant'anni di ricerche.* A cura di A. Cavaliere, E. Crisafi, G. Magazzù. GEM, Messina.

DALLA VENEZIA L. (1993) – Ricordo di Aristocle Vatova. Pubblicazioni di A. Vatova. *Notiziario S.I.B.M.*, **23**: 3-10.

D'ANCONA U. (1926) – Dell'influenza della stasi peschereccia del periodo 1915-1918 sul patrimonio ittico dell'Alto Adriatico. *Mem. R. Comit. Talass. It.*, **126**: 5-95.

D'ANCONA U. (1934) – Ulteriori osservazioni sulle statistiche della pesca dell'Alto Adriatico. *Mem. R. Comit. Talass. It.*, **215**: 3-27.

D'ANCONA U. (1949) – Biologia marina, Oceanografia biologica e Biologia della pesca. *Scientia*. Anno 40, Ser. 6: 351-356.

DONATI A., PASINI P. (1997) – *Pesca e pescatori dell'antichità*. Leonardo Arte srl Milano. Elemond Editori Associati e C.I.R.S.P.E. , Roma, 180 p.

DOUMENGE F. (1982) – Biologie Marine et réalité sociale. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** (Suppl. 1): 24-31.

FANTINI B. (1989) – La formazione disciplinare della biologia marina e la sua influenza sulla biologia del Novecento. *Oebalia,* Vol. **15** (1), N.S.: 5-21.

GHIRARDELLI E. (1989) – Storia della ricerca applicata alla Pesca in Italia. *Nova Thalassia,* **10** (Suppl. 1): 9-55.

FONDA UMANI S., GHIRARDELLI E., SPECCHI M. (1989) – *Gli episodi di "mare sporco" nell'Adriatico dal 1729 ai giorni nostri.* Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione Regionale dell'Ambiente, Trieste: 178 pp.

FRESI E., SCARDI M., CREMA R., OREL G., DI DATO P. (1998) – Variazioni a lungo termine delle comunità bentoniche dell'Alto Adriatico. *XXIX Congresso SIBM, Ustica (PA) 15-20 giugno 1998. Volume riassunti:* 98.

GROEBEN C. (1982) – *Charles Darwin – Anton Dohrn. Correspondence*. Macchiaroli, Napoli: 118 pp.

GROEBEN C. (1984) – The Naples Zoological Station and Woods Hole. *Oceanus*, **27** (Spring): 60-69.

GROEBEN C. (1985) – Anton Dohrn – The statesman of Darwinism to commemorate the 75th anniversary of the death of Anton Dohrn. *Biol. Bull.*, **168** (Suppl.): 4-25.

HEUSS T. (1959) – *L'«Acquario di Napoli e il suo fondatore Anton Dohrn»*. Edizioni Casini, Roma: 280 pp.

ISSEL R. (1930) – La biologia del fondo a "Scampi" nel mare Ligure. *Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. R. Univ. Genova*, **10** (n° 40): 1-3.

LEVINTON J.S. (1995) – *Marine Biology. Function, Biodiversity, Ecology.* Oxford University Press.

LO BIANCO S. (1890) – Metodi usati nella Stazione Zoologica per la conservazione degli animali marini. *Mitt. Zool. Sta. Neapel*, **9**: 434-474.

LO BIANCO S. (1909) – Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mitt. Zool. Sta. Neapel*, **19** (4): 513-761.

MONTALENTI G. (1969) – La Biologia Marina in Italia ieri e oggi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **37** (Suppl.): 5-15.

MONTALENTI G. (1989) – Relazione introduttiva al XIX Congresso della Società italiana di Biologia Marina. *Oebalia,* **15** (1) n.s.: 1-3.

PANELLA S. (1994) – *Il Laboratorio Centrale di Idrobiologia. Evoluzione storica, stato attuale e prospettive.* Relazione al Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali: 40 pp.

PARONA C. (1883) – *Il Corallo in Sardegna.* Relazione a S.E. il Min. Agr. Ind. e Comm. Roma, Tipografia Bolta.

PARONA C. (1897) – Notizie storiche sopra i grandi cetacei nei mari italiani ed in particolare sulle quattro balenottere catturate in Liguria nell'autunno 1896. *Atti Società Italiana di Scienze Naturali,* Milano, **36**: 1-77.

PARONA C. (1898) – La pesca marittima in Liguria. *Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Univ. Genova*, **3** (n° 66): **1-69**.

PARONA C. (1919) – Il tonno e la sua pesca. *R. Comitato Talassografico Italiano, Memoria*, **68**: 1-260, più 26 tavole.

PÉRÈS J.M. (1968) – Un précurseur de l'étude du benthos de la Méditerranée: Louis-Ferdinand, comte de Marsilli. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **Spécial 2** (1[st] Congr. int. Hist. Océanogr. 1966, 1): 369-376.

RELINI G. (1990) – I venti anni della SIBM: breve storia della Società. *Oebalia*, **16** (1) Suppl.: 1-22.

RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. Eds. (1999) – Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Synthesis of the knowledge on Bottom Fishery Resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1): 868 pp.

RIEDL R. (1980) – Marine Ecology – A century of changes. *Mar Ecol. – PSZN*, **1**: 3-46.

SPECCHI M. (1965) – La Stazione Zoologica di S. Andrea a Trieste. *Boll. Soc. Adriatica Scienze*, Trieste, **53**: 183-196.

TORTONESE E. (1968) – Il Museo di Storia Naturale di Genova e cento anni di attività ittiologica. *Annuali del Museo Civico di Storia Naturale Giacomo Doria*, Genova, **77**: 371-385.

VINCIGUERRA D. (1899) – Il primo Congresso italiano di pesca *Rivista marittima*, novembre 1899: 1-18 (estratto).

VOLTERRA V. (1926) – Variazioni e fluttuazioni del numero di individui in specie animali conviventi. *Mem. Accad. Lincei*, **6** (2): 31-112.

ZAVODNIK D. (1995) – A North Adriatic centenarian: the marine research station at Rovinj. *Helgol. Meeresunters*, **49**: 441-453.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 78-84

G. CASTALDELLI, M. BARTOLI*, R. ROSSI

Dipartimento di Biologia, Università di Ferrara, Via Luigi Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.
*Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma, Italia.

RILASCIO DI AMMONIO E CONSUMO DI OSSIGENO NELLA COLONNA D'ACQUA IN SEGUITO A RISOSPENSIONE DEL SEDIMENTO SUPERFICIALE

AMMONIUM RELEASE AND OXYGEN CONSUMPTION IN THE WATER COLUMN DUE TO SUPERFICIAL SEDIMENT RESUSPENSION

Abstract

Ammonium release and oxygen consumption in the water column after superficial sediment resuspension (0-20 cm), were measured at three sampling locations in the Sacca di Goro, an eutrophic lagoon of the Po River Delta (Northern Italy). In muddy sediments ammonium release accounted for a few g N m^{-2} and oxygen consumption, within one hour after resuspension, was of the same order of magnitude. Sandy sediment showed about five-fold lower ammonium release.

Key-words: *sediment resuspension, ammonium, oxygen.*

Introduzione

La Sacca di Goro è la più meridionale delle lagune del Delta del Po. Si tratta di una laguna infralitorale, di forma approssimativamente triangolare, con una superficie complessiva 26 km^2 ed una profondità media di 1,5 m. Nell'ultimo decennio si sono verificate sempre più estese e durature crisi anossiche estive, legate allo sviluppo ed accumulo di macroalghe flottanti ed in particolare di *Ulva laetevirens,* Areschough, nel periodo primaverile (Viaroli *et al.* 1992, 1993, 1996) e di *Cladophora sp.* ed *Enteromorpha intestinalis*, (L.) Nees, nei mesi di agosto, settembre ed ottobre. La crescita delle macroalghe sembra essere sostenuta non solo da consistenti carichi alloctoni primaverili di azoto nitrico, ma anche dal rilancio del carico sedimentario di azoto ammoniacale (Bartoli *et al.*, 1996). L'entità di tale carico oltre che dipendere dalla quantità e dalla qualità della sostanza organica sedimentaria, è direttamente proporzionale all'entità e alla frequenza delle azioni fisiche, naturali ed antropiche, che aumentano gli scambi diffusivi tra il sedimento e l'acqua. Tra gli interventi antropici, l'escavo e la ricalibrazione di canali sommersi e le pratiche di raccolta di bivalvi fossori, causando la risospensione del sedimento superficiale, favoriscono tali scambi.

In questo studio è stato valutato il rilascio potenziale di azoto ammoniacale ed il consumo potenziale di ossigeno determinati dalla risospensione dei primi 20 cm di sedimento superficiale che è stato campionato in tre stazioni, indicate come G, 4 e 7 (Fig. 1), scelte nella zona occidentale della Sacca di Goro, dalla foce del Po di Volano, un canale che drena terreni principalmente agricoli, alla bocca principale della laguna. La stazione G (Tab. 1) è caratterizzata da sedimento fangoso (81% fango, 19% sabbia), ricco di sostanza organica di origine fluviale. La stazione 4, interessata durante il periodo estivo da anossia e distrofia, presenta un sedimento fangoso fine (95% fango, 5% sabbia), mentre la stazione 7, sita in prossimità dello scanno che divide la laguna dal mare, presenta il sedimento con maggiore percentuale di sabbia (58% fango, 42% sabbia) (Dal Cin e Pambianchi, 1991).

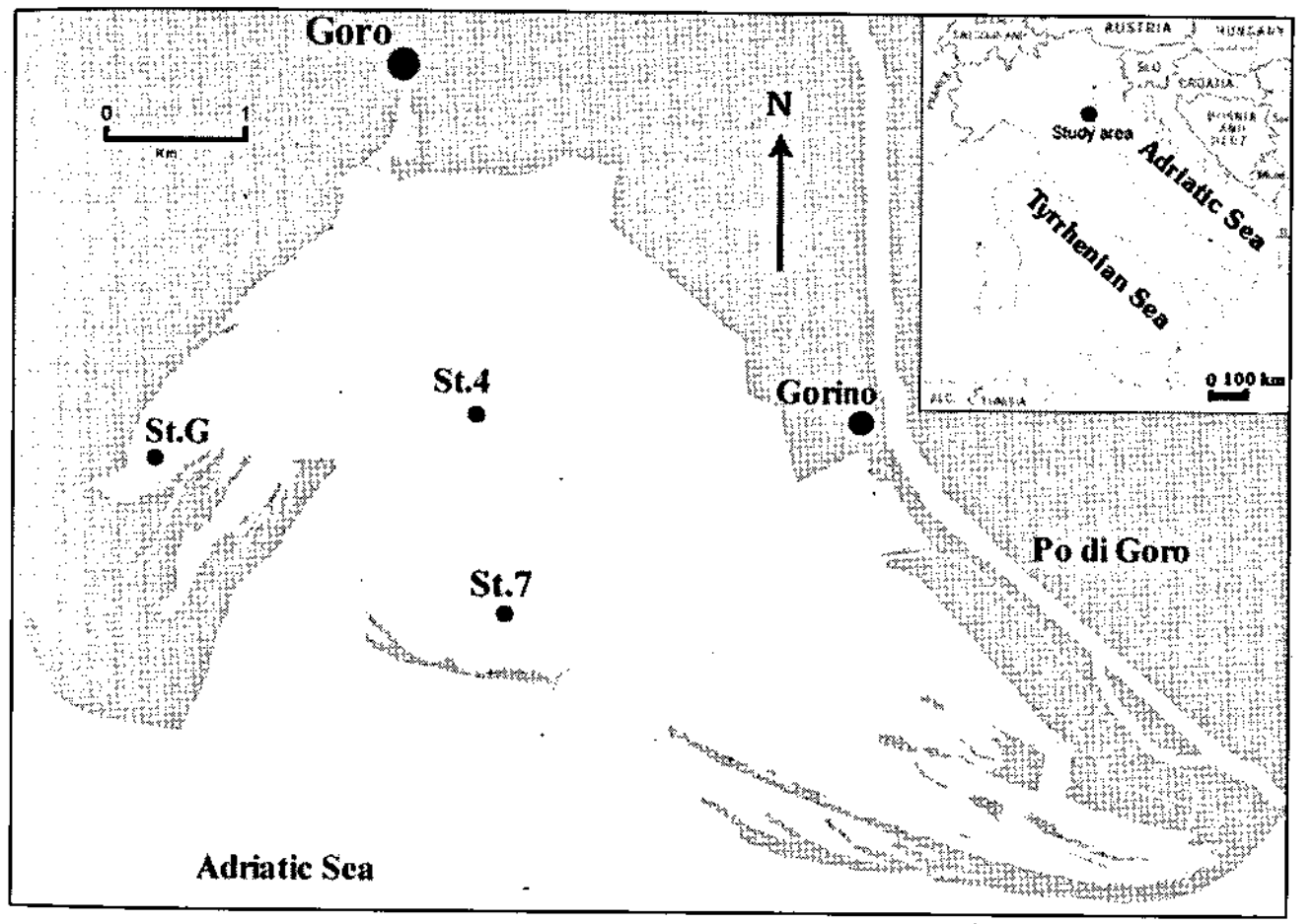


Fig. 1 - Mappa della Sacca di Goro con indicate le stazioni di campionamento.
Map of the lagoon with indicated the sampling sites, labelled G, 4 and 7.

Tab. 1 - Caratteristiche generali delle stazioni di campionamento, da dati di monitoraggio mensile (dal 1988 al 1994).
General features of the sampling sites, monthly monitored from Genuary, 1988 to December, 1994.

Sacca di Goro	Stazione G	Stazione 4	Stazione 7
Profondità (m)	0,3-1,1	1,5-2,3	0,5-1,3
Composizione del sedimento	19% sabbia 81% fango	5% sabbia 95% fango	42% sabbia 58% fango
Salinità (colonna d'acqua): media e range (ppt)	23,1 (0-34)	25 (13-34)	26 (14-35)
NO_3^- (colonna d'acqua): media e range ($\mu gatN\ l^{-1}$)	35,2 (l.r.-192,4)	23,2 (l.r.-105,3)	23,5 (l.r.-75,1)
NH_4^+ (colonna d'acqua): media e range ($\mu gatN\ l^{-1}$)	16,5 (l.r.-98,3)	8 (l.r.-66,2)	4,1 (l.r.-30,7)
Produttori primari	Diatomee bentiche	*Ulva laetevirens*, *Gracilaria spp*	*Ulva laetevirens*
Crisi anossiche	Mai osservate	Più di una volta all'anno	Non tutti gli anni

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nei mesi di marzo e maggio del 1996. Le carote di sedimento sono state campionate utilizzando tubi in plexiglass di

diametro interno di 5 cm e mantenute ossigenate in un contenitore con acqua della stazione. In laboratorio, le carote utilizzate per le stime riguardanti l'ammonio, sono state sezionate in strati di 2 cm di spessore, dall'interfaccia acqua sedimento sino alla profondità di 20 cm. Per ogni stazione sono state campionate tre carote ed i tre strati, tagliati alla stessa profondità, sono stati mescolati in modo da ottenere un pool omogeneo di sedimento, una aliquota del quale è stata utilizzata per il calcolo della porosità e della densità (in stufa a 105°C sino al raggiungimento di un peso costante); la rimanente parte è stata utilizzata per l'estrazione dell'ammonio. L'ammonio complessivamente presente nel campione di sedimento è stato estratto utilizzando una soluzione 2N di KCl, mentre la quantità di ammonio (disciolto nell'acqua interstiziale ed adsorbito al particellato inorganico ed organico) che è rilanciata nella colonna d'acqua quando il sedimento viene risospeso, è stata estratta utilizzando come estraente acqua di mare, preparata in laboratorio alla salinità di 25 ppt ed a una concentrazione di ione ammonio prossima al limite di rilevabilità. In entrambi i protocolli di estrazione, due grammi di sedimento fresco sono stati risospesi in 20 ml di soluzione e mantenuti su un agitatore a piatto rotante alla velocità di 60 rpm, per 45 minuti. La sospensione è stata poi centrifugata (4000 rpm per 15') ed il surnatante è stato filtrato (0,45 μm). L'ammonio negli estratti (KCl 2N e acqua di mare a 25 ppt) è stato dosato secondo il metodo di Bower e Holm-Hansen (1981), utilizzando lo spettrofotometro Spectracomp 601 (Carlo Erba Strumentazione). La quantità di ammonio ($mgN*m^{-2}$) che potenzialmente passa dal sedimento alla colonna d'acqua, conseguentemente alla risospensione di un'area nota di sedimento, sino alla profondità di 20 cm, è stata calcolata integrando la curva fittata sul profilo di concentrazione ($\mu gN*cm^{-3}$ sed. fresco) dell'ammonio estratto con la soluzione salina a 25 ppt.

Per la misura del consumo potenziale di ossigeno le operazioni di taglio delle carote di sedimento sono state condotte in modo da ridurre al minimo l'esposizione all'atmosfera. Il sedimento fresco è stato trasferito in un beker contenente 100 ml di acqua della stessa stazione di campionamento, saturata di ossigeno. I beker contenenti la sospensione di sedimento ed una barretta magnetica sono stati chiusi con un coperchio galleggiante è posti su di un agitatore magnetico multiplo. Tutti gli strati di sedimento di una stazione sono stati trattati ed incubati contemporaneamente. La concentrazione dell'ossigeno nello slurry è stata misurata prima e dopo un'ora dall'aggiunta del sedimento, utilizzando un microelettrodo di tipo polarografico con riferimento interno della Diamond Corporation, collegato con un picoamperometro Keithley 575. Dalla differenza di concentrazione, prima e dopo la risospensione, riferita al volume di sedimento fresco utilizzato, è stato calcolato il consumo potenziale di ossigeno, espresso in $mgO_2*cm^{-3}*ora^{-1}$, per ogni strato di sedimento utilizzato. Integrando la curva fittata sul profilo verticale del consumo di ossigeno è stato calcolato il consumo potenziale di ossigeno ($mg\ O_2*m^{-2}$), conseguente alla risospensione di un'area nota di sedimento, sino alla profondità di 20 cm.

Risultati

La quantificazione dell'ammonio complessivamente presente (disciolto ed adsorbito) nel sedimento e la stima della quantità di ammonio che potenzialmente viene rilanciata alla colonna d'acqua dopo la risospensione del sedimento, è

stata ripetuta in due date, a distanza di una settimana. I risultati sono riportati in figura 2. Entrambe le frazioni del pool sedimentario dell'ammonio presentano i valori maggiori alla stazione G, con un sedimento ricco di sostanza organica e caratterizzato da minori valori di salinità dell'acqua interstiziale. I valori più bassi sono stati rilevati alla stazione 7, con un sedimento a maggiore contenuto di sabbia e a minore concentrazione di sostanza organica. La stazione 7 è inoltre maggiormente esposta all'entrata di acqua marina e presenta una più alta salinità dell'acqua interstiziale.

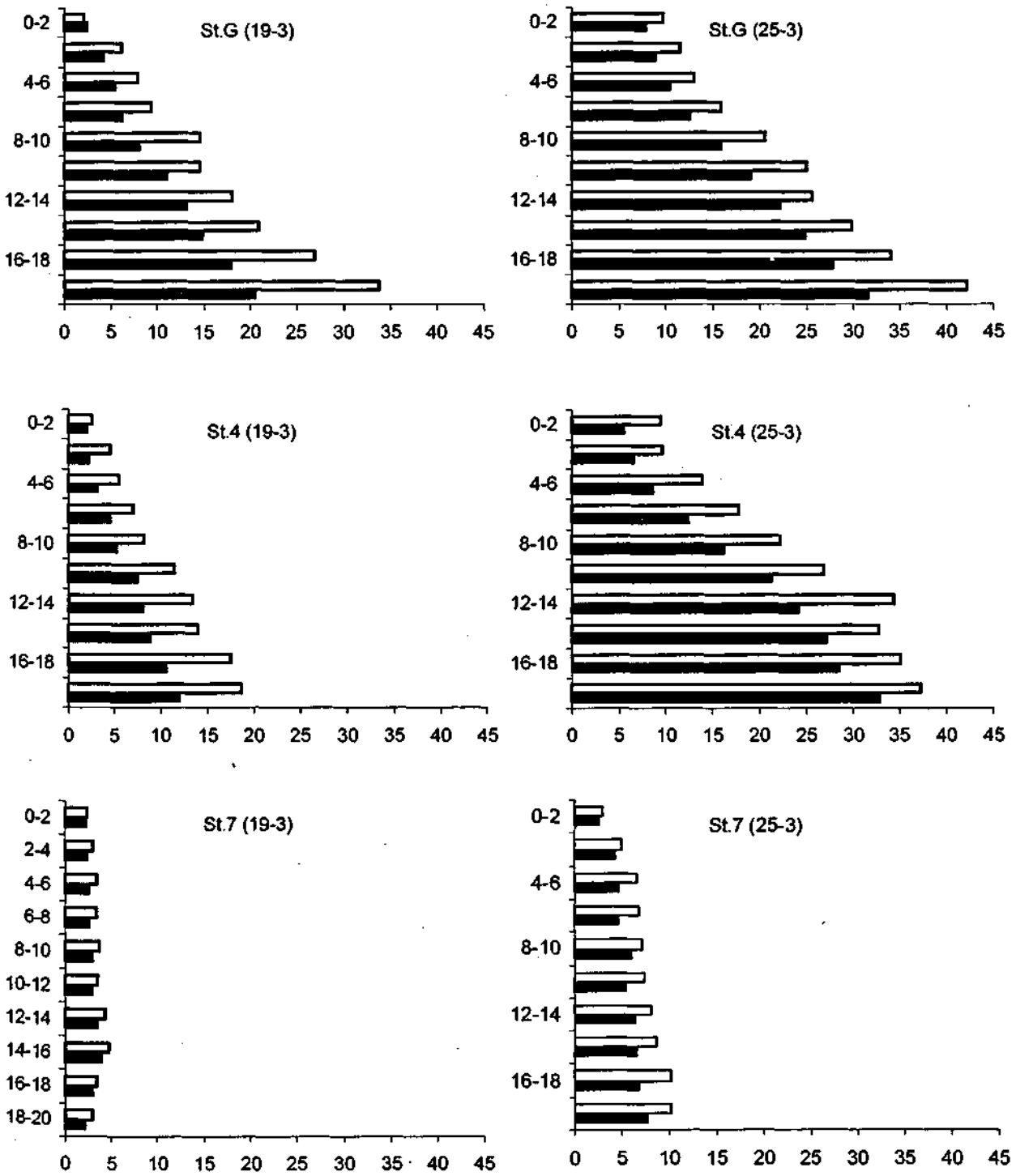


Fig. 2 - Profili, da 0 a 20 cm di profondità, dell'ammonio (µg $N\text{-}NH_4^+$ cm^{-3} sed. fresco) estratto con una soluzione di KCl 2N (barre vuote) e con acqua di mare alla salinità di 25 ppt (barre piene), alle stazioni G, 4 e 7, il 19-03-96 ed il 25-03-96.

Sediment profiles (0-20 cm) of 2N KCl extractable ammonium (empty bars) and artificial sea water (25 ppt) extractable ammonium (filled bars), at stations G, 4 e 7 in the Sacca di Goro. Sediment cores were sampled on March 19 and 26, 1996; values are expressed in µg $N(NH_4^+)$ cm^{-3} *(wet sediment).*

Per tutte e tre le stazioni sono evidenti differenze tra le due date di campionamento, sia per quanto riguarda l'ammonio complessivamente presente che per quello estratto usando acqua di mare (25 ppt); i valori maggiori sono stati misurati il 25-03-96 (Fig. 2). Tale evidenza è riconducibile a differenze della salinità dell'acqua interstiziale, mediamente più bassa in tutte tre le stazioni il 25-03-96. Una minore salinità dell'acqua interstiziale equivale ad una minore concentrazione di cationi, quali K^+ e Na^+, in grado di competere con lo ione ammonio per i siti di adsorbimento presenti sul particellato sedimentario (argille e sostanze umiche) e conseguentemente determina una maggiore quantità di ammonio (adsorbito e disciolto) presente nel sedimento (Rosenfeld, 1979; Mackin e Allen, 1984; Simon e Kennedy, 1987; Seitzinger *et al.*, 1991).

Integrando le curve fittate sui profili dell'ammonio, estratto dall'acqua di mare alla salinità di 25 ppt, è stata calcolata la quantità di ammonio che potenzialmente viene rilanciata nella colonna d'acqua in caso di risospensione di un'area nota di sedimento, sino alla profondità di 20 cm. I risultati indicano che la risospensione del sedimento può rilanciare nella colonna d'acqua quantità di azoto pari ad alcuni grammi per metro quadro, in zone con sedimento fangoso (stazioni G e 4) e ad alcune centinaia di milligrammi per metro quadro, in un sedimento con percentuale di sabbia di circa il 40 % (Stazione 7) (Fig. 3). Nella figura 3 sono ancora più evidenti le differenze tra le due date di campionamento, con valori maggiori il 25-3-96.

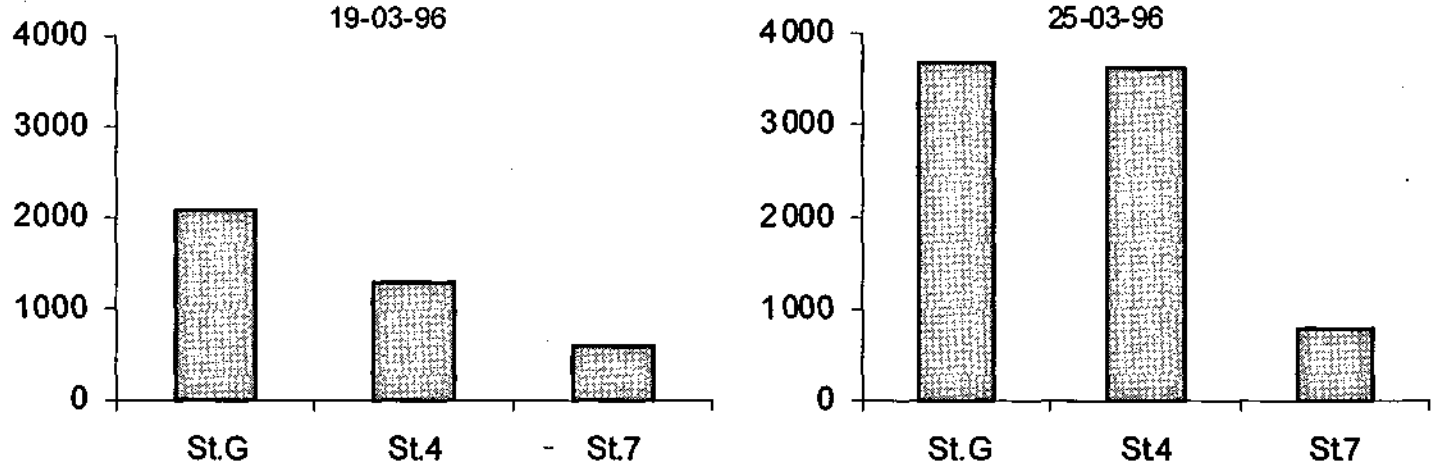


Fig. 3 - Ammonio rilanciato nella colonna d'acqua (mg $N*m^{-2}$) in seguito alla risospensione del sedimento superficiale (0-20 cm), alle stazioni G, 4 e 7, il 19-03-96 ed il 25-03-96.
Ammonium released into the overlaying water column after superficial sediment resuspension, at stations G, 4 and 7 in the Sacca di Goro. Sediment cores were sampled on March 19 and 26, 1996; values are expressed in mg $N*m^{-2}$ (wet sediment).

Le misure del consumo di ossigeno nella colonna d'acqua, in seguito a risospensione del sedimento delle stazioni G e 4, hanno evidenziato consumi di alcuni grammi di ossigeno per metro quadro (Fig. 4). I valori maggiori sono stati misurati in maggio, quando, soprattutto nella stazione 4, il contenuto di sostanza organica e di composti ridotti nel sedimento superficiale aumenta rispetto ai valori del mese di marzo (Viaroli *et al.*, 1992; Bartoli *et al.*, 1996).

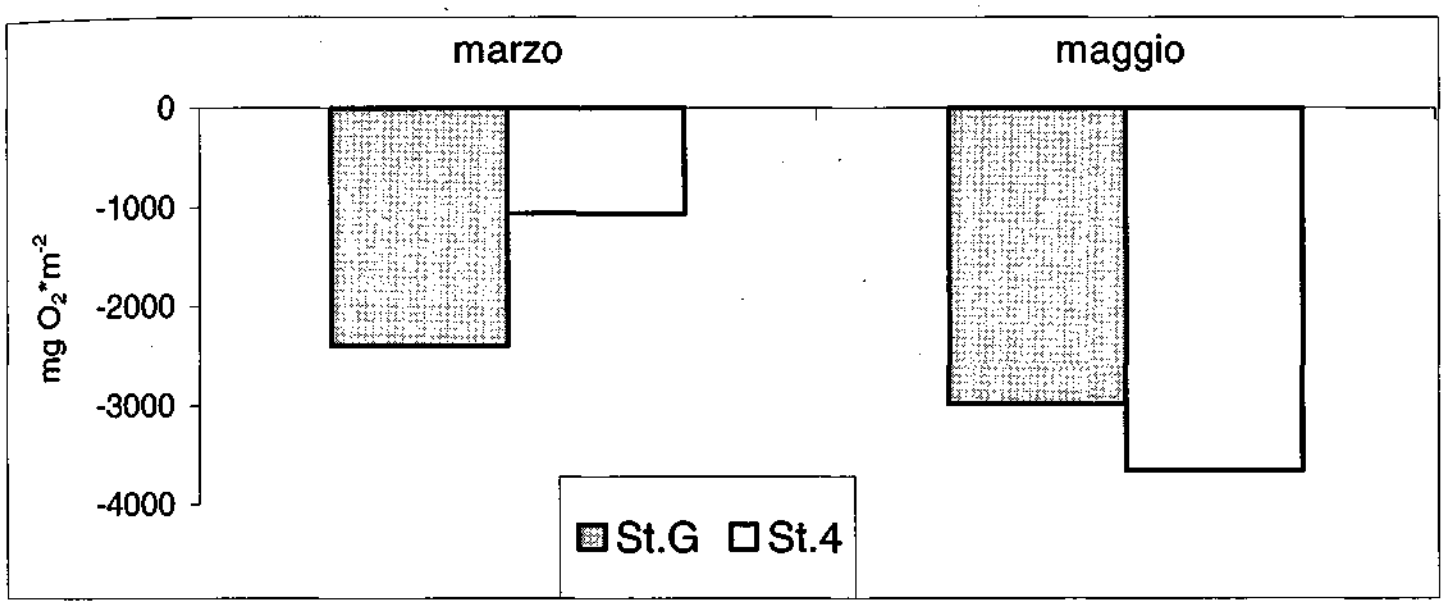


Fig. 4 - Consumo di ossigeno in seguito alla risospensione del sedimento delle stazioni G e 4 nella Sacca di Goro, in marzo e maggio del 1996.

Oxygen consumption in the water column after superficial sediment resuspension at stations G and 4, sampled in March and May, 1996.

Conclusioni

Riferendo i risultati non al metro quadrato ma ad una unità di superficie maggiore, quale ad es. l'ettaro, la massa di azoto ammoniacale rilanciato è di decine di kg (stazioni G e 4) ed appare evidente quanto questa fonte di rigenerazione del carico interno possa essere importante per la crescita delle macroalghe, soprattutto nei mesi caldi quando il carico alloctono di azoto minerale si riduce.

Il consumo di ossigeno misurato nelle stazioni con sedimento fangoso in seguito a risospensione, è apparso tale da ridurre sensibilmente la concentrazione dell'ossigeno nella colonna d'acqua soprattutto se si verifica in condizioni di temperatura elevata e con stratificazione delle acque.

Summary

In lagoons and coastal environments natural disturbance, such as strong wind end tidal currents, or human activities, such as the digging of submerged canals and clam harvesting, may lead to the substantial release of ammonium and other reduced compounds from the sediment to the water column. In this study ammonium release and oxygen consumption in the water column, after superficial sediment resuspension (0-20 cm), were measured at three sampling locations in the Sacca di Goro, an eutrophic lagoon of the Po River Delta (Northern Italy). The sampling stations were chosen along a transept from fresh to marine water inlet and from fine muddy to coarse sandy-muddy sediments. In muddy sediments, which are more frequently interested by the excavation, the ammonium release accounted for a few grams of nitrogen per squared meter and oxygen consumption, within one hour after resuspension, was of the same order of magnitude. In coarse sandy-muddy sediments, interested by clam harvesting activities, resuspension caused about five-fold lower ammonium release.

Ringraziamenti

Questo studio è stato finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica (MURST) 40% del 1996; è inoltre un contributo al programma ELOISE della Commissione della Comunità Europea, nell'ambito del progetto NICE (MAS3-CT96-0048). Siamo grati a S. Bencivelli, G. Grigatti

e T. Zappata del Servizio Ambiente della Provincia di Ferrara per l'assistenza messa a disposizione durante il campionamento.

Bibliografia

BARTOLI M., CATTADORI M., GIORDANI G., VIAROLI P. (1996) - Benthic oxigen respiration, ammonium and phosphorus regeneration in superficial sediments of the Sacca di Goro (Northern Italy) and two French coastal lagoons: a comparative study. *Hydrobiologia,* **329**: 143-159.

BOWER C.F., HOLM-HANSEN T. (1980) - A salicylate-hypoclorite method for determining ammonia in seawater. *Can J. Aquatic Sci.,* **37**: 794-798.

DAL CIN R., PAMBIANCHI P. (1991) - I sedimenti della Sacca di Goro (Delta del Po). In: Bencivelli S. e Castaldi N. (eds), *Studio integrato sull'ecologia della Sacca di Goro*, Francoangeli, Milano: 253-263.

MACKIN J.E., ALLER R.C. (1984) - Ammonium adsorption in marine sediments. *Limnol. Oceanogr.,* **29** (2): 250-257.

ROSENFELD J.K. (1979) - Ammonium adsorption in near shore anoxic sediments. *Limnol. Oceanogr.,* **24**: 356-364.

SEITZINGER S.P., GARDNER S.W., SPRATT K.A. (1991) - The effect of salinity on ammonium adsorption in aquatic sediments: implication for benthic nutrient recycling. *Estuaries,* **14**: 167-174.

SIMON N.S., KENNEDY M.M. (1987) - The distribution of nitrogen species and adsorption of ammonium in sediments from the tidal Potomac River and estuary. *Est. Cost. and Sh. Sci.,* **25**: 11-26.

VIAROLI P., NALDI M., BONDAVALLI C., BENCIVELLI S. (1996) - Growth of the seaweed *Ulva rigida* C. Agardh in relation to biomass densities, internal nutrient pools and external nutrient supply in the Sacca di Goro (Northern Italy). *Hydrobiologia,* **329**: 93-103.

VIAROLI P., NALDI M., CHRISTIAN R.R., FUMAGALLI I. (1993) - The role of macroalgae and detritus in the nutrient cycles in a shallow-water dystrophic lagoon. *Verh. int. Ver. Limnol.,* **25**: 1048-1051.

VIAROLI P., PUGNETTI A., FERRARI I. (1992) - *Ulva rigida* growth and decomposition processes and related effects on nitrogen and phosphorus cycles in a coastal lagoon (Sacca di Goro, Po River Delta). In: Colombo G, Ferrari I, Ceccherelli VU, Rossi R (eds), *Marine eutrophication and population dynamics*, Olsen & Olsen, Fredensborg: 77-84.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 85-92

C. De Vittor, C. Falconi, S. Predonzani, S. Fonda Umani

Laboratorio di Biologia Marina, Via A. Piccard, 54 – 34010 Trieste, Italia.

EFFETTI DELLA MITILICOLTURA SUI SEDIMENTI COSTIERI DEL GOLFO DI TRIESTE

MUSSEL CULTURE IMPACT ON SEA FLOOR SEDIMENTS IN THE GULF OF TRIESTE

Abstract

Mytilus galloprovincialis *is intensively cultivated in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). The high accumulation of detritus and faeces under the cultures gradually modifie the benthic biocoenoses. The research carried out from May up to October 1998 aimed to obtain more information about mussel cultures impact on the sediments.*

Key-words*: mussel culture, sediment, Adriatic Sea.*

Introduzione

L'allevamento di *Mytilus galloprovincialis* in colture in sospensione su barili flottanti rappresenta la principale attività di maricoltura del Golfo di Trieste, con una capacità produttiva totale di 7050 ton/anno (Franzosini, 1998).

L'intensa attività di mitilicoltura influenza l'ambiente pelagico ed il sedimento modificando la composizione delle biocenosi e la loro diversità specifica. La produzione di materiale fecale e di pseudofeci nonché dei resti dei mitili caduti sul fondale determinano un aumento della velocità di sedimentazione che può essere anche 1,7 volte maggiore rispetto ad un area distante 100 m dall'allevamento (Dahlback e Gunnarson, 1981). L'arricchimento di sostanza organica e la sua conseguente mineralizzazione determina un forte rilascio di nutrienti inorganici e di altre specie chimiche dal sedimento alla colonna d'acqua (Asmus *et al.*, 1995). L'incremento dell'attività batterica induce inoltre un maggior consumo di ossigeno, una riduzione dei solfati (Dahlback e Gunnarson, 1981) ed un'intensa attività di denitrificazione (Smaal, 1991) provocando spesso intense anossie.

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare gli effetti degli allevamenti di mitili sui sedimenti costieri del Golfo di Trieste.

Materiali e metodi

L'area oggetto di studio è situata nel Golfo di Trieste, in prossimità del Laboratorio di Biologia Marina (LBM), ad una distanza di circa 80 m dalla linea di costa. La profondità media è di 13 m ed il sedimento è di tipo pelitico.

Da maggio ad ottobre 1998 sono stati eseguiti campionamenti mensili di sedimento in due stazioni: la stazione M, posizionata in corrispondenza di un impianto di mitilicoltura su barili flottanti attivo da più di dieci anni e la stazione B che rappresenta il controllo, collocata in un'area non influenzata dall'allevamento. In ogni stazione sono state prelevate in immersione tre carote di sedimento. In ambiente inerte ogni carota è stata suddivisa in 7 sezioni dello spessore di 1,5 cm ciascuna, sulle quali si è immediatamente determinato il potenziale di ossido-riduzione (Eh), utilizzando un elettrodo di platino ed il pH

con un elettrodo di vetro combinato. Su ogni sezione sono state inoltre eseguite le analisi della clorofilla *a* e dei feopigmenti secondo il metodo di Lorenzen e Jaffrey (1980), dei carboidrati, secondo il metodo di Gerchacov e Hatcher (1972) e del fosforo secondo il metodo di Aspila *et al.* (1976). Le concentrazioni di carboidrati riportate sono da considerarsi come unità glucosio-equivalenti. Tutti i valori sono stati normalizzati al peso secco.

Per valutare la percentuale di degradazione della clorofilla *a* è stato inoltre calcolato il fattore acido introdotto da Tietjen (1968). Tale fattore si ottiene dividendo il valore di fluorescenza registrato prima (Fo) e dopo l'acidificazione (Fa) del campione.

La separazione dell'acqua interstiziale dalla fase solida è stata ottenuta tramite centrifugazione a 3500 rpm per 40 minuti. L'acqua interstiziale è stata filtrata su membrana con porosità di 0.45 μm e sottoposta ad analisi dei nutrienti ($N\text{-}NH_4^+$, $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NO_2$, $P\text{-}PO_4$, $Si\text{-}Si(OH)_4$) seguendo le metodiche descritte da Koroleff (1983).

Risultati

I valori di Eh alla superficie oscillano tra i 100 e 300 mV nella stazione B mentre in M sono spostati di 50-100 mV verso potenziali più negativi.

I profili di pH non evidenziano differenze sostanziali tra le due stazioni. I valori riscontrati, simili a quelli di altri sedimenti marini (pH = 7.06 - 7.79), presentano andamento opposto a quello dell'Eh, in accordo a quanto riportato da Price (1976) per gli ambienti costieri.

Le concentrazioni di clorofilla *a* variano tra 0.15 e 7.33 μg/g raggiungendo i massimi in agosto. Nello strato superficiale, i valori sono compresi tra 3.37 e 7.33 μg/g nella stazione B, mentre sono significativamente inferiori, tra 1.62 e 3.08 μg/g nella M ($p<0.05$). Gli strati più profondi mostrano un caratteristico decremento della concentrazione (Fabiano e Danovaro, 1994). I feopigmenti hanno sempre valori estremamente elevati in entrambe le stazioni e a tutte le quote variando da 5.76 a 40.98 μg/g con un andamento decrescente verso il fondo.

Nella Tab. 1 è riportato il fattore acido (Fo/Fa) del primo strato di sedimento. Il rapporto risulta sempre inferiore in M ($p<0.05$). Un valore Fo/Fa uguale o minore di 1.35, indica che il 50% o più della clorofilla è presente in forma degradata. Il rapporto feopigmenti/clorofilla (Tab. 2) è sempre molto più alto (di quasi tre volte) in M.

Tab. 1 - Rapporto acido Fo/Fa nello strato superficiale del sedimento.
Fo/Fa ratio in the sediment surface layer.

Stazioni	**B**	**M**
Mesi	Fo/Fa	
Maggio	1.96	1.37
Giugno	2.18	1.48
Luglio	2.39	1.58
Agosto	2.23	1.71
Settembre	1.87	1.42
Ottobre	1.95	1.39

Tab. 2 - Rapporto feopigmenti/clorofilla *a* nello strato superficiale del sedimento.
Phaeopigment/chlorophyll a ratio in the sediment surface layer.

Stazioni	**B**	**M**
Mesi	Feo/Cha	
Maggio	6.57	17.25
Giugno	5.44	15.59
Luglio	4.09	11.34
Agosto	4.84	9.10
Settembre	7.29	16.14
Ottobre	6.38	16.98

L'analisi dei carboidrati solubili non ha permesso di evidenziare differenze significative tra le due stazioni. Le concentrazioni più elevate sono state rilevate in agosto: 594.9 µg/g nella stazione B e 573.7 µg/g in M. I valori più alti corrispondono sempre al primo orizzonte (0-1.5 cm) a cui segue un decremento verso gli strati inferiori. Il carbonio organico risulta invece distribuito più omogeneamente lungo le carote in entrambe le stazioni ed in tutto il periodo di campionamento (Tamberlich, comunicazione personale).

La concentrazione media del fosforo totale è simile nelle due stazioni: 0.432 mg/g in B e 0.461 mg/g in M. La componente organica risulta sempre prevalente su quella inorganica, costituendo il 51.3 % del fosforo totale.

L'analisi dei nutrienti nelle acque interstiziali ha evidenziato un elevato incremento di concentrazione rispetto alla sovrastante colonna d'acqua, per l'ammoniaca, la silice reattiva e il fosforo disciolto. Le concentrazioni delle altre specie, cioè i nitriti e nitrati, sono invece sempre inferiori a quelle trovate lungo la colonna d'acqua.

Discussione e conclusioni

I sedimenti dell'area presa in esame risultano essere in uno stato che varia dall'ipossico all'anossico in tutto il periodo considerato (Meyer-Reil, 1987).

Le principali differenze tra le due stazioni studiate riguardano il contenuto di sostanza organica. I valori di Eh sono, infatti, più negativi in M dove risulta maggiore il contenuto di carbonio organico. La stazione B invece è caratterizzata da una maggiore biomassa.

Il rapporto Fo/Fa, più alto in B rispetto ad M, indica che la percentuale di clorofilla degradata sotto le mitilicolture è maggiore rispetto ad aree non influenzate da allevamenti come evidenziato anche da Dahlback e Gunnarson (1981). Secondo questi autori ciò è dovuto all'effetto di filtrazione che la coltura esercita sulle masse d'acqua sottraendo le microalghe planctoniche che raggiungono il fondale sotto forma di feci e pseudofeci. Il ruolo di filtrazione svolto dai molluschi è confermato dall'elevato rapporto feopigmenti/clorofilla *a* evidenziato in M.

Le alte concentrazioni di carboidrati e clorofilla *a* sono in accordo con quanto rinvenuto in zone di estuario ed aree costiere (Fabiano e Danovaro, 1994). Questi parametri rappresentano un buon indice per valutare la biodegradabilità della sostanza organica. La generale diminuzione nella concentrazione di composti organici con la profondità del sedimento, corrisponde al classico decremento del

materiale organico nel tempo e con la profondità, dovuto ai processi di decomposizione microbica aerobia ed anaerobia (Jorgernsen, 1983).

Il marcato decremento della concentrazione dei carboidrati lungo il sedimento dimostra come gli stessi rappresentino una risorsa energetica potenzialmente disponibile per gli organismi bentonici (Danovaro *et al.*, 1993). La scarsa diminuzione del carbonio organico totale con la profondità supporta l'ipotesi che lungo gli strati si accumuli invece il materiale refrattario.

La buona correlazione lineare tra clorofilla *a* e carboidrati in entrambe le stazioni ($r^2 = 0.893$ per la stazione B e $r^2 = 0.790$ per M; $n = 36$) (Fig. 1), conferma che anche in quest'area del Golfo di Trieste la comunità microfitobentonica è costituita principalmente da diatomee in grado di rilasciare essudati polisaccaridici (Welker e Nichetto, 1996; Paterson, 1989). La minor biomassa riscontrata nella stazione M, fa supporre che le stesse vengano negativamente influenzate dalla presenza delle sovrastanti mitilicolture.

Nel periodo di campionamento l'andamento del fosforo è pressoché costante. Il periodo considerato è peraltro quello in cui l'attività bentonica è massima in tutte le sue manifestazioni e quindi possono coesistere processi di uguale intensità ma di segno opposto. La concentrazione di questo elemento nel sedimento e nelle acque interstiziali è infatti influenzata dalla solubilità della fase minerale, da processi di adsorbimento ed equilibri di scambio ionico che avvengono principalmente sulle argille. Inoltre elevate concentrazioni di ortofosfato possono convertire la calcite a sistemi di carbonato-apatite e si è visto che queste formazioni sono legate alla decomposizione dei composti organofosforati ed alle diatomee (Sucevic e Dujmov, 1988).

Le relazioni lineari tra il fosforo totale ed il rapporto fosforo organico/inorganico (Fig. 2) confermano come in ambedue le stazioni il fosforo organico incida maggiormente sul budget del fosforo totale. Nella stazione M l'incremento del fosforo organico sul fosforo totale, all'aumentare di quest'ultimo, presenta un andamento più regolare rispetto a B, ciò potrebbe essere indice del più costante apporto di materiale organico da parte delle sovrastanti mitilicolture.

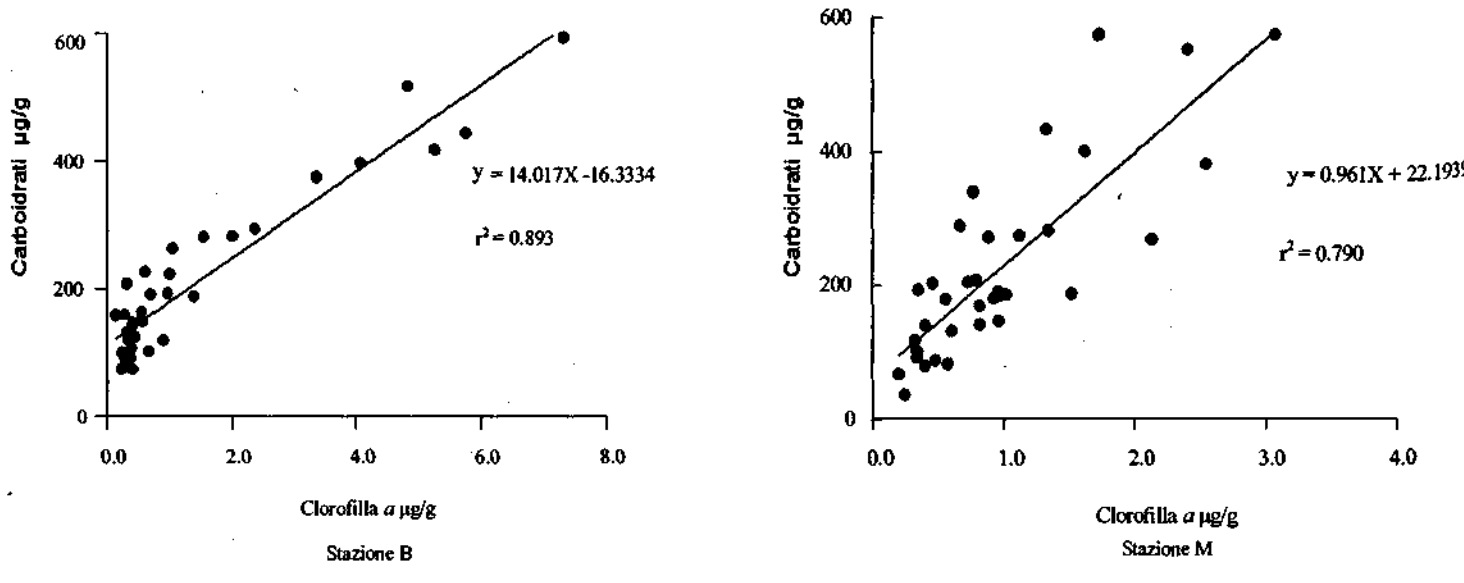


Fig. 1 - Regressione lineare tra carboidrati e clorofilla *a*.
Correlation between carbohydrates and chlorophyll a.

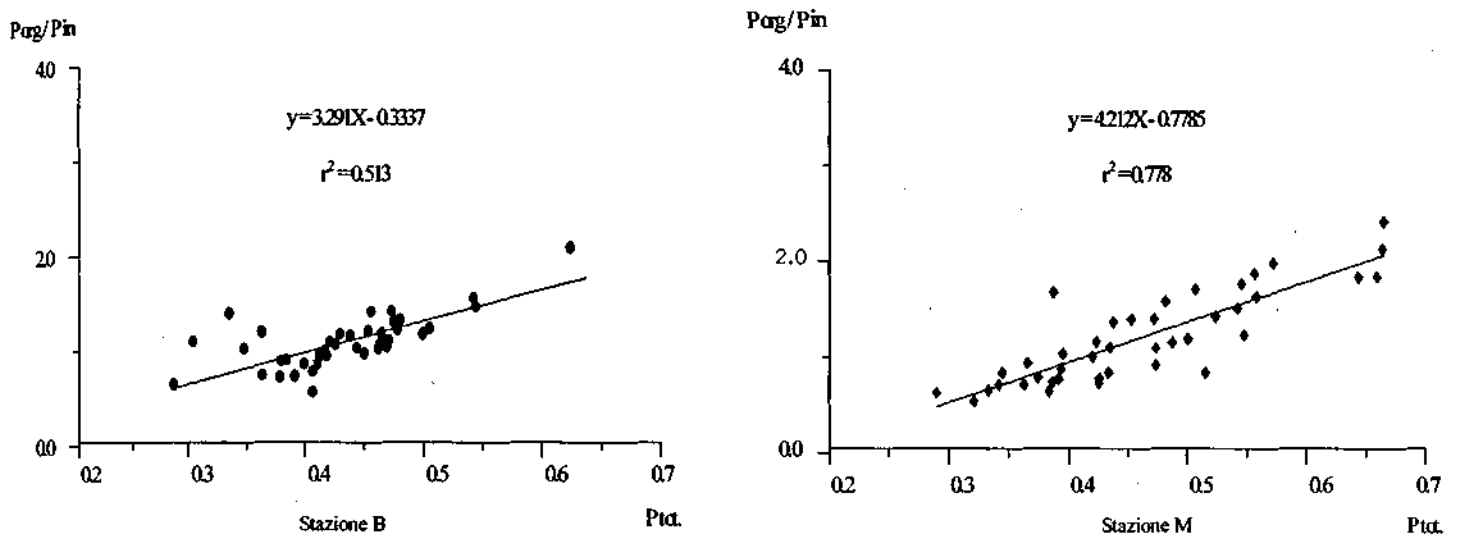


Fig. 2 - Regressione lineare tra Porg./Pinorg. e P tot.
Correlation between Porg./Pinorg. and P tot.

Gli elevati gradienti di concentrazione dell'ammonio, del fosforo reattivo e della silice reattiva riscontrati durante tutto il periodo di campionamento, rappresentano una situazione comune nei sedimenti anossici (Berner, 1980) dovuta principalmente ai processi di mineralizzazione della sostanza organica ed in particolare alla deaminazione delle proteine ed alla riduzione dello ione nitrato per la formazione di ammonio. La silice deriva principalmente dalla dissoluzione dei frustuli delle diatomee.

Per evidenziare in termini quantitativi l'esistenza di una diversità tra le stazioni B ed M sono stati calcolati i flussi diffusivi dei nutrienti all'interfase acqua-sedimento. I valori medi, calcolati secondo la I^a legge di diffusione di Fick modificata per i sedimenti da Berner (1980), sono riassunti in Tab. 3.

Tab. 3 - Valori medi dei flussi diffusi dei nutrienti.
Mean diffusion rates of ammonium, reactive phosphorus and reactive silicate.

	$N\text{-}NH_4$	$P\text{-}PO_4$	$Si\text{-}SiO_4$
stazione B:	-1.28	0.103	2.945
stazione M:	4.00	0.285	5.187
		mmol m^{-2} g^{-1}	

(I coefficienti di diffusione sono stati tratti da McCaffy *et al.* (1980) e da Krom e Berner (1980)).

I risultati ottenuti sono paragonabili a quanto riportato da Spagnoli e Bergamini (1997) per l'Adriatico settentrionale, ma differiscono sensibilmente da quanto osservato da Faganeli (1987) e Bertuzzi (1994) per il Golfo di Trieste. Risulta evidente la netta differenza tra le due stazioni confermando che l'area sottostante le mitilicolture è soggetta ad un carico elevato di sostanza organica particellata che, raggiunto il sedimento, viene velocemente mineralizzata dal popolamento batterico.

Il presente lavoro, sebbene condotto per tempi relativamente brevi, ha permesso di valutare alcune modificazioni indotte dalle mitilicolture sui sedimenti marini nei mesi più caldi dell'anno (da maggio ad ottobre), quando l'attività biologica dei mitili è massima ed ha quindi un ruolo più importante nel determinare l'accumulo di sostanza organica. Il blocco, soprattutto nel periodo estivo, della raccolta dei molluschi dovuto alla tossicità indotta da microalghe (Del Negro *et al.*, 1993), ha provocato negli ultimi anni un incremento notevole di materia organica sul fondo causato anche dalla caduta del prodotto non utilizzato. Sono pertanto aumentati i processi di rimineralizzazione batterica che hanno portato ad un incremento del consumo di ossigeno che talvolta supera la produzione fotosintetica e porta alla formazione di aree anossiche con conseguente danno al popolamento bentonico. E' quindi proprio nel periodo estivo che si possono meglio evidenziare gli effetti delle mitilicolture sull'ecosistema marino ed operare un confronto con aree non influenzate da questa attività.

I dati acquisiti in questa ricerca potranno fornire informazioni utili per la definizione dei criteri da adottare nella progettazione di nuovi impianti di allevamento per prevenire effetti indesiderati sull'ecosistema che potrebbero ripercuotersi sull'attività produttiva stessa. Le informazioni assunte hanno infatti permesso di valutare le modificazioni indotte dalle mitilicolture sui sedimenti sottostanti e potranno quindi costituire una base per stabilire le misure da adottare per la futura gestione di quest'area.

Summary

Mytilus galloprovincialis is intensively cultivated in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) with a total production of 7050 tons/year. Bivalve cultures cause severe modifications to coastal systems; suspension feeding by bivalves reduces the amount of phytoplankton, but massive biodeposition leads to a continuous organic enrichment of the sediments which increases the oxygen demand and may lead to temporary anoxia. In recent years these phenomena were accentuated, because mussels were not harvested in the periods of toxic microalgae presence. It was thus considered important to evaluate the changes induced to the sediments by the mussel culture in order to better understand the present state of the coastal environment and establish the basis for an improved management of the area. The study area is located in the Gulf of Trieste at about 80 m off shore on an average depth of 13 m.

In order to evaluate the impact on sediments of mussel cultures, two different sites with (station M) and without farms (station B) were analysed. Samples were collected from May to October 1998 by SCUBA diving using plexiglas corers. Sediments corers were cut into seven sections, 1.5 cm each. All samples were analysed for the redox potential, pH, photosynthetic pigments, soluble carbohydrates, organic and inorganic phosphorous and interstitial nutrients.

The data collected demonstrated that the sediments of both stations were in suboxic or anoxic conditions. At station M anoxic conditions prevailed.

Chlorophyll *a* values ranged between 0.15 and 7.33 μg/g dry sediment. The highest values were observed in August at the surface sediments of both stations, but at B the concentrations were always higher than at M ($p<0.05$). The deepest layers of sediments showed characteristic decrease in concentration. The highest carbohydrate values were also recorded at surface layers as well. The close relationship between Chlorophyll *a* and carbohydrates indicated that the latter probably derived from microphytobenthic diatoms, but lower biomass at M suggested that the diatoms were negatively influenced by mussel culture.

Analyses of organic and inorganic phosphorous indicated that the organic component constituted about 51.3% (mean) of total phosphorous in both stations. At M the ratio of organic phosphorous on total phosphorous was less variable than at B, indicating a constant input of organic matter from the suspended mussel culture.

Diffusive fluxes across the sediment-water interface of NH_4^+, PO_4^{3-} and $Si(OH)_4$, calculated by Fick' diffusion law, confirmed the high accumulation of organic matter on sediments under the mussel farm and that rapid remineralisation process occured.

The data presented in this paper may serve as a basis for the evaluation of environmental impact due to existing mussel farms, and for the decision making when projecting and constructing new mussel farming sites with low environmental impact and high yields.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare il dott. Francesco Tamberlich per i dati relativi al carbonio organico e i sigg. Deborah Spinola e Alessandro Acquavita per il contributo tecnico nelle analisi.

Bibliografia

ASMUS H., ASMUS R.A., ZUBILLAGA G.F. (1995) - Do mussel beds intensify the phosphorus exchange between sediment and tidal waters. *Ophelia,* **41:** 37-55.

ASPILA K.I., AGEMIAN H., CHAU A.S.Y. (1976) - A semi-automated method for the determination of inorganic, organic and total phosforus in sediments. *Analyst,* **109**: 189-197.

BERNER R.A. (1980) - *Early diagenesis. A theoretical approach*. Princeton University Press, New Yersey: 241 pp.

BERTUZZI A. (1994) - *Rilascio dei nutrienti carbonio, fosforo, azoto e silice nei sedimenti superficiali del Golfo di Trieste (Nord Adriatico)*. Tesi di dottorato in scienze ambientali, Università di Trieste.

DAHLBACK B., GUNNARSON L.A.H. (1981) - Sedimentation and Sulfate Reduction Under a Mussel Culture. *Mar. Biol.*, **63**: 269-275.

DANOVARO R., FABIANO M., DELLA CROCE N. (1993) - Labile organic matter and microbial biomasses in deep-sea sediments (Eastern Mediterranean Sea). *Deep-Sea Res.*, **40**: 953-965.

DEL NEGRO P., CABRINI M., TULLI F. (1993) – Toxic dinoflagellates in mussel and in seawater: a new assessment in shellfish farming water quality evaluation. *Prod. Environ. and Qual.*, **18**: 555-562.

FABIANO M., DANOVARO R. (1994) - Composition of organic matter in sediments facing a river estuary (Tyrrhenian Sea): relationships with bacteria and microphytobenthic biomass. *Hydrobiol.*, **277**: 71-84.

FAGANELI J., DOLENEC T., PEZDIC J., OGORELEC B., MISIC M. (1987) - Nutrients in sediment pore water of the gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Boll. Oceanol. Teor. ed Appl.*, **5**: 95-108.

FRANZOSINI C. (1998) - *Mitilicoltura nel golfo di Trieste: analisi del settore e opportunità di innovazione*. Consorzio per l'Area di ricerca - Area Science Park, Trieste: 183 pp.

GERCHACOV S. M., HATCHER J. (1972) - Improved technique for analysis of carbohydrates in sediments. *Limnol. Oceanogr.*, **17**: 938-943.

JORGERNSEN B.B. (1983) - Process at the sediment-water interface. In: Bolin B., Cook R. (eds), *The major biogeochemical cycles and their interactions,* Wiley, New-York: 477-509.

KOROLEFF F. (1983) - Determination of nutrients. In: Grasshoff K., Ehrhardt M., Kremling K. (eds), *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim: 125-187.

KROM M.D., BERNER R.A. (1980) - The diffusion coefficients of sulfate, ammonium and phosphate ions in anoxic marine sediments. *Limnol. Oceanog.*, **25**: 327-337.

LORENZEN C., JAFFREY J. (1980) - Determination of chlorophyll in sea water. *Unesco Technical Papers in Marine Science,* **35**: 1-20.

MC CAFFEY R.J., MYERS A., DOVEY E., MORRISON G., BENDER M., LUEDTKE N., CULLEN D., FROELICH P., KLINKHAMMER G. (1980) - The relation between pore water chemistry and benthic fluxes of nutrients and manganese in Narragansett Bay, Rhode Island. *Limnol. Oceanog.*, **25**: 31-44.

MEYER-REIL L.A. (1987) - Seasonal and spatial distribution of extracellular enzymatic activities and microbial incorporation of dissolved organic substrates in marine sediments. *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**: 1748-1755..

PATERSON D.M. (1989) – Short-term changes in the erodibility of intertidal cohesive sediments related to the migratory behaviour of epipelic diatoms. *Limnol. Oceanog.*, **34**: 223-234.
PRICE N.B. (1976) - Chemical diagenesis in sediments. In: Riley J.P. and Chester R. (eds), *Chemical Oceanography*, Academic Press, **6**: 1-58.
SMAAL A.C. (1991) - The ecology and cultivation of mussels: new advances. *Aquaculture*, **94**: 245-261.
SPAGNOLI F., BERGAMINI M.C. (1997) - Water-sediment exchange of nutrients during early diagenesis and resuspension of anoxic sediments from the northern Adriativ sea shelf. *Water, Air and Soil Pollution*, **99**: 541-556.
SUCEVIC P., DUJMOV J. (1988) - Distribution of phosphorus and organic carbon in surface marine sediments of the near-shore area of Split. *Acta Adriat.*, **29**: 21-40.
TIETJEN J.H. (1968) - Chlorophyll and pheo-pigments in estuarine sediments. *Limnol. Oceanogr.*, **13**: 189-192.
WELKER C., NICHETTO P. (1996) – The influences of mucous aggregates on the microphytobenthic community in the Northern Adriatic Sea. P.S.Z.N. *Mar. Ecol.*, **17**: 473-489.

Ricerca in parte finanziata dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Ufficio di Piano.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 93-100

A. MELLEY, M. INNAMORATI, G. MORI

Laboratorio di Ecologia, Dipartimento di Biologia Vegetale, Università Di Firenze,
Via P.A. Micheli, 1 - 50121 Firenze, Italia.

CAMBIAMENTI TERMOALINI E DELLE RISORSE TROFICHE DELLE ACQUE INTERMEDIE LEVANTINE NEL MEDITERRANEO

THERMOHALINE AND TROPHIC CHANGES IN THE MEDITERRANEAN LEVANTINE INTERMEDIATE WATERS

Abstract

In a previous paper we described the thermohaline and trophic conditions of the Tyrrhenian Sea from 1982 to 1995 and we pointed out an increase of temperature, salinity and nitrogen and a decrease of phosphates with a consequent increase in the N/P ratio. In order to investigate the possible relation of these variations with the Levantine Intermediate Water (LIW) we examined data from 24 oceanographic cruises carried out from 1982 to 1998, considering the LIW layer (200-1000 m) only. Temporal and spatial variations of temperature, salinity, nitrogen and phosphates of the LIW are evident and can be ascribed to modifications which actually occurred in the Eastern Mediterranean Sea, as described by other authors.

Key-words: *Tyrrhenian Sea, LIW, trophic change.*

Introduzione

La comparsa delle mucillaggini nel Mar Tirreno nel 1991 e la conseguente ricerca di una relazione tra la loro comparsa e le condizioni ambientali (Innamorati, 1995), ci indusse a riesaminare tutti i dati delle nostre campagne nel Tirreno dal 1982 al 1995 (Innamorati *et al.*, 1998). Le serie temporali risultanti hanno presentato un sensibile cambiamento delle caratteristiche trofiche e termoaline nel senso di un aumento della temperatura, della salinità, della concentrazione dell'azoto ed una contemporanea diminuzione del fosforo, con il conseguente aumento del rapporto N/P. Le acque intermedie levantine (LIW) costituiscono a nostro avviso la sorgente di nutrienti quasi esclusiva per le acque fotiche tirreniche, che sono oligotrofiche. Essendo gli apporti tellurici trascurabili rispetto al volume di queste, concludemmo che tale cambiamento avrebbe potuto essere stato indotto dalle LIW e che si sarebbe quindi dovuto riscontrare lungo tutto il loro percorso seguendolo verso la loro zona di origine. Pensammo che si dovesse trattare di un cambiamento prodottosi nelle zone di provenienza o formazione delle LIW e che, data la circolazione di queste, avrebbe dovuto avere effetti generali su tutti gli strati intermedi e superficiali del Mediterraneo Centrale e Occidentale.

Per appurare questa eventualità abbiamo focalizzato la nostra attenzione sulle LIW, cioè solo sullo strato tra 200 e 1000 m.

Abbiamo riconsiderato i dati di tutte le nostre campagne oceanografiche, aggiungendovi quelli di altre 6 dal 1996 al 1998, ed abbiamo esaminato anche dati di altri colleghi (Civitarese, 1998; De Domenico, 1998; Gasparini, 1998).

Materiali e metodi

I dati elaborati provengono da 24 campagne oceanografiche effettuate dal 1982 al 1998 prevalentemente nel Mar Tirreno, ma anche nello Ionio e ad ovest

della Sardegna (Fig. 1). In Tab. 1 sono riportati i periodi, il numero di stazioni di ciascuna campagna ed il numero di quelle selezionate per questa elaborazione. Su un totale di 1095 stazioni ne sono state scelte 352, che presentavano lo strato tra 200 e almeno 800 m, ma anche fino a 1000. Sono state scartate tutte le stazioni sottocosta e quelle in qualche modo influenzabili da apporti fluviali.

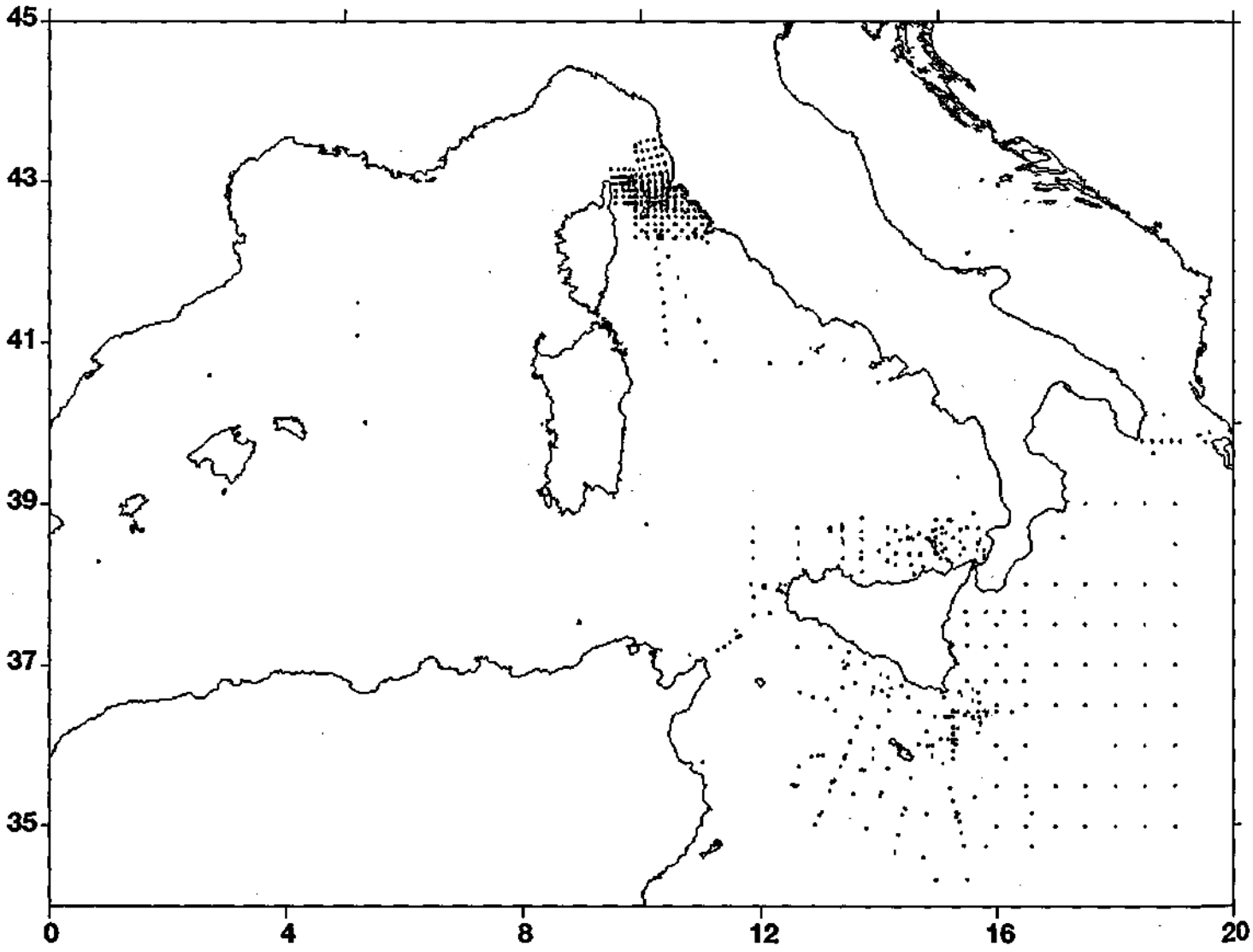


Fig. 1 - Ubicazione delle stazioni.
Stations location.

I campioni per l'analisi dei nutrienti sono stati raccolti mediante bottiglie (generalmente Niskin). Sono stati filtrati con Whatman GF/C o GF/F e analizzati a bordo (campagne oceanografiche dal 1983 al 1989), congelati a -20°C (dal 1991 al 1993), o fissati con alcune gocce di $HgCl_2$ allo 0.3 % (dal 1994 al 1998) ed in seguito analizzati secondo Strickland e Parsons (1972) e Grasshoff *et al.* (1983). I dati fornitici da Civitarese, De Domenico e Gasparini (per i metodi dei quali cfr. rispettivamente: Civitarese *et al.* 1996; Faranda, 1985 ed Astraldi *et al.*, 1995), presentano lievi differenze nelle modalità di filtrazione (Millipore), di conservazione (tutti congelati) e di analisi per uso di autoanalyzer in alcuni casi.

Temperatura e salinità sono state misurate con varie sonde multiparametriche (Idronaut Ocean Seven, KMS Meerestechnik, Neil Brown).

Tab. 1 - Campagne, periodi, zone, numero di stazioni rilevate e di quelle scelte per l'elaborazione dei grafici e delle mappe.

Periods and area of the cruises. The number of total stations and of those used for the present work are indicated

Campagna	Periodo	Zona	Stazioni	
			rilevate	scelte
Marsili 82[1]	6-19.6.1982	Tirreno Meridionale Canale di Sicilia Ionio Occidentale	17 21	17 18
Elba2	5-12.7.1983	Canale di Corsica Arcipelago Toscano	101	18
ATT1	3-12.9.1985	Canale di Corsica	69	10
ATT2	21-28.11.1986	Canale di Corsica Arcipelago Toscano	64	12
ATT3	12-23.3.1987	Canale di Corsica Arcipelago Toscano	92	9
ATT4	6-18.4.1988	Canale di Corsica Ligure Orientale	120	14 13
ATT5	5-11.7.1988	Ligure Orientale	63	14
ATT6	22.11-4.12.88	Canale di Corsica Ligure Orientale	75	4 4
ATT7	15.2-2.3.1989	Canale di Corsica Ligure Orientale	114	12 12
ATT8	25.7-3.8.1989	Canale di Corsica	86	11
Tempo1[2]	22.9-9.10.1989	Tirreno Settentrionale	12	12
Tempo2[2]	16-23.2.1990	Tirreno Settentrionale	12	12
Arci2	7-17.5.1991	Canale di Corsica	23	2
Arci3	3-22.9.1991	Canale di Corsica Tirreno Settentrionale	28	8
POEM-BC-091[3]	10 1991	Ionio Occidentale	56	28
MARET	26.5-1.6.1993	Tirreno Settentrionale	18	7
EOCUMM94	7-12.7.1994	Tirreno Meridionale	19	13
EOCUMM95	22-28.7.1995	Tirreno Meridionale	23	19
SYMPLEX 96	15.4-15.5.1996	Canale di Sicilia		27
SYMPLEX97	20.7-10.8.1997	Canale di Sicilia	24	7
SALE2	14-25.8.1997	Tirreno Meridionale Canale di Sicilia Ionio Occidentale	13	7 6
SYMPLEX 98	27.3-20.4.1998	Canale di Sicilia	37	28
NUGLOB[4]	6-9.1998	Arcipelago Toscano	1	1
Fronti 98	14-26.7.1998	Mediterraneo Occidentale	7	7

[1] Campagna svolta dal Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università di Messina (Faranda, 1985)

[2] Campagna svolta da ISDGM, CNR ed ENEA-CRAM La Spezia (Gasparini, 1988)

[3] Campagna svolta con la partecipazione dell'Istituto Talassografico del CNR di Trieste (Civitarese, 1998)

[4] Campagna svolta su un'unica stazione (42°25'N - 10°55'E) campionata mensilmente

L'identificazione delle LIW, particolarmente del "core", è stata fatta in base ai profili verticali rilevati dalle batisonde, a quelli dei nutrienti ed ai diagrammi T-S.

Risultati

In Tab. 2 sono riportati il numero di campioni (N), la deviazione standard (DS) e il coefficiente di variazione (CV) delle campagne, con Marsili e Sale2 suddivise nelle due zone b e c. In Fig. 2 le campagne sono ordinate temporalmente, riaccorpando Marsili e Sale2 e aggiungendo l'ATT5 successivamente elaborata. Le curve sono state ottenute prima per perequazione manuale di una prima curva approssimativa e poi interpolando una regressione di 5° grado tra i punti rilevati sulla curva perequata. Sembra di poterne dedurre che l'azoto disciolto (NO_2+NO_3), dopo un incremento subito tra l'83 e l'89, presenti una diminuzione di quasi 2 μM. Anche il fosfato può essere interpretato come un'onda che aumenta prima, diminuisce poi ed incrementa di nuovo. L'effetto sul rapporto N/P non sembra univocamente determinabile ed anche se si volesse tenere conto delle variazioni in azoto e fosforo che lo generano, non sembrerebbe potersi escludere anche una certa stabilità entro un campo di variabilità tra 17 e 28.

Tab. 2 - Medie delle concentrazioni dei nutrienti e del rapporto N/P nel Tirreno Centro-Settentrionale (a), Tirreno Meridionale (b) e nel Canale di Sicilia-Ionio Occidentale (c) N = numero di campioni; DS = deviazione standard; CV = coefficiente di variazione.
Nutrient concentration and N/P ratio averages.

	Campagna	N	NO_2+NO_3			PO_4			N/P		
			μM	DS	CV	μM	DS	CV		DS	CV
a	Elba2	29	5.307	0.173	3.3%	0.313	0.024	7.7%	19.3	1.3	6.7%
	ATT1	21	6.565	0.253	3.9%	0.276	0.011	3.9%	24.3	1.0	4.1%
	ATT2	18	6.838	0.225	3.3%	0.289	0.012	4.1%	23.9	0.5	2.2%
	ATT3	30	6.919	0.288	4.2%	0.292	0.023	8.0%	27.6	2.1	7.7%
	ATT4	27	5.154	0.158	3.1%	0.310	0.012	3.8%	17.2	0.7	4.3%
	ATT6	8	7.126	0.323	4.5%	0.278	0.018	6.3%	25.9	1.1	4.0%
	ATT7	15	7.534	0.199	2.6%	0.344	0.017	4.9%	22.4	0.7	3.2%
	ATT8	14	7.150	0.308	4.3%	0.247	0.016	6.4%	29.5	0.8	2.6%
	TEMPO1	49	6.018	0.192	3.2%	0.270	0.005	1.8%	22.2	0.6	2.5%
	TEMPO2	48	6.624	0.103	1.6%	0.376	0.006	1.7%	17.8	0.4	2.0%
	Arci2	4	6.519	0.237	3.6%	0.254	0.014	5.7%	26.0	2.0	7.6%
	Arci3	10	6.967	0.342	4.9%	0.151	0.012	7.9%	49.1	4.9	10.0%
	MARET	23	6.393	0.215	3.4%	0.263	0.011	4.2%	24.6	0.6	2.5%
	NUGLOB	14	6.557	0.133	2.0%	0.297	0.024	8.2%	23.6	1.5	6.3%
	Fronti	7	6.537	0.071	1.1%	0.308	0.013	4.4%	21.4	0.9	4.4%
b	Marsili	37	5.455	0.169	3.1%	0.228	0.009	4.0%	25.0	1.1	4.3%
	EOCUMM94	26	5.275	0.096	1.8%	0.172	0.004	2.2%	30.8	0.5	1.7%
	EOCUMM95	34	5.906	0.143	2.4%	0.182	0.005	2.8%	32.8	0.8	2.3%
	SALE2	40	6.141	0.045	0.7%	0.277	0.003	1.3%	22.3	0.2	1.1%
c	Marsili	40	3.932	0.174	4.4%	0.171	0.006	4.8%	24.9	1.5	6.2%
	POEM91	99	5.031	0.043	0.9%	0.188	0.005	2.7%	28.5	0.7	2.5%
	SYMP96	76	5.528	0.106	1.9%	0.234	0.005	2.0%	24.1	0.6	2.4%
	SYMP97	27	5.647	0.053	0.9%	0.212	0.005	2.5%	27.0	0.6	2.3%
	SALE2	39	6.002	0.058	1.0%	0.273	0.017	6.1%	23.3	0.6	2.7%
	SYMP98	23	5.591	0.094	1.7%	0.204	0.008	3.9%	29.7	3.0	10.1%

La distribuzione spaziale e temporale delle medie per stazione delle concentrazioni di (NO_2+NO_3), di PO_4, del rapporto N/P e del massimo della temperatura e della salinità del "core" delle LIW sono state esaminate raggruppando i valori di queste grandezze in tre periodi: 1982-91; 91-95; 96-98. Le medie sono quindi state riportate su carte idrografiche in corrispondenza delle rispettive stazioni. Successivamente sono state interpolate le isoplete di ciascuna grandezza (SURFER.6) separatamente per le due zone di Fig. 1 per le quali si ha il maggior numero di stazioni: Tirreno Centro-Settentrionale e Tirreno Meridionale-Ionio. Dalle 30 mappe, che per brevità non vengono qui riportate (Melley, 1999), si è osservato che le aree interessate dalle più alte concentrazioni di azoto aumentano al passare del tempo, mentre quelle relative al fosfato passano da un'estensione media ad una piccola, che nel 96-98 diventa molto grande. Al contrario procede il rapporto N/P, che, dopo un aumento, torna a valori medio bassi (20-24).

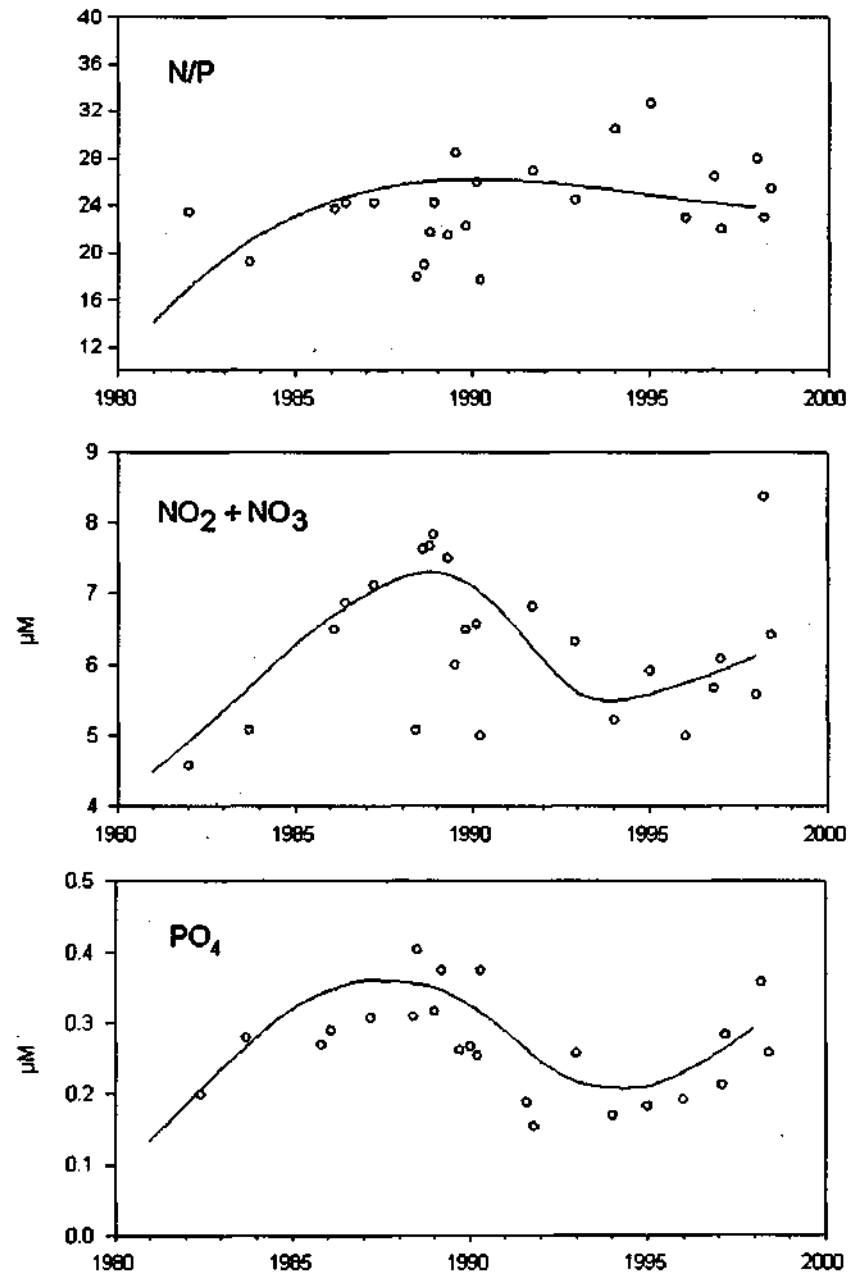


Fig. 2 - Distribuzione temporale delle medie per ciascuna delle 24 campagne del rapporto N/P e delle concentrazioni di NO_2+NO_3 e di PO_4 in mM.

Time distribution of the means of N/P ratio, NO_2+NO_3 and PO_4 (micromolar concentrations) for the 24 cruises.

Analogamente la temperatura e la salinità del "core" della LIW presentano inizialmente un aumento nel Tirreno Centro-Meridionale e nello Ionio per poi diminuire lievemente nel 96-98.

Nella Fig. 3, è riportata la successione spaziale delle medie delle 24 campagne ordinate da W ad E in miglia nautiche di distanza dalla campagna più orientale. A partire da oriente e proseguendo lungo il percorso delle LIW verso occidente sia l'azoto che il fosfato aumentano continuamente: l'azoto quasi del 90% e il fosfato del 129%. Nelle quasi 2000 miglia considerate, il rapporto N/P, diminuisce da circa 27 a 22.

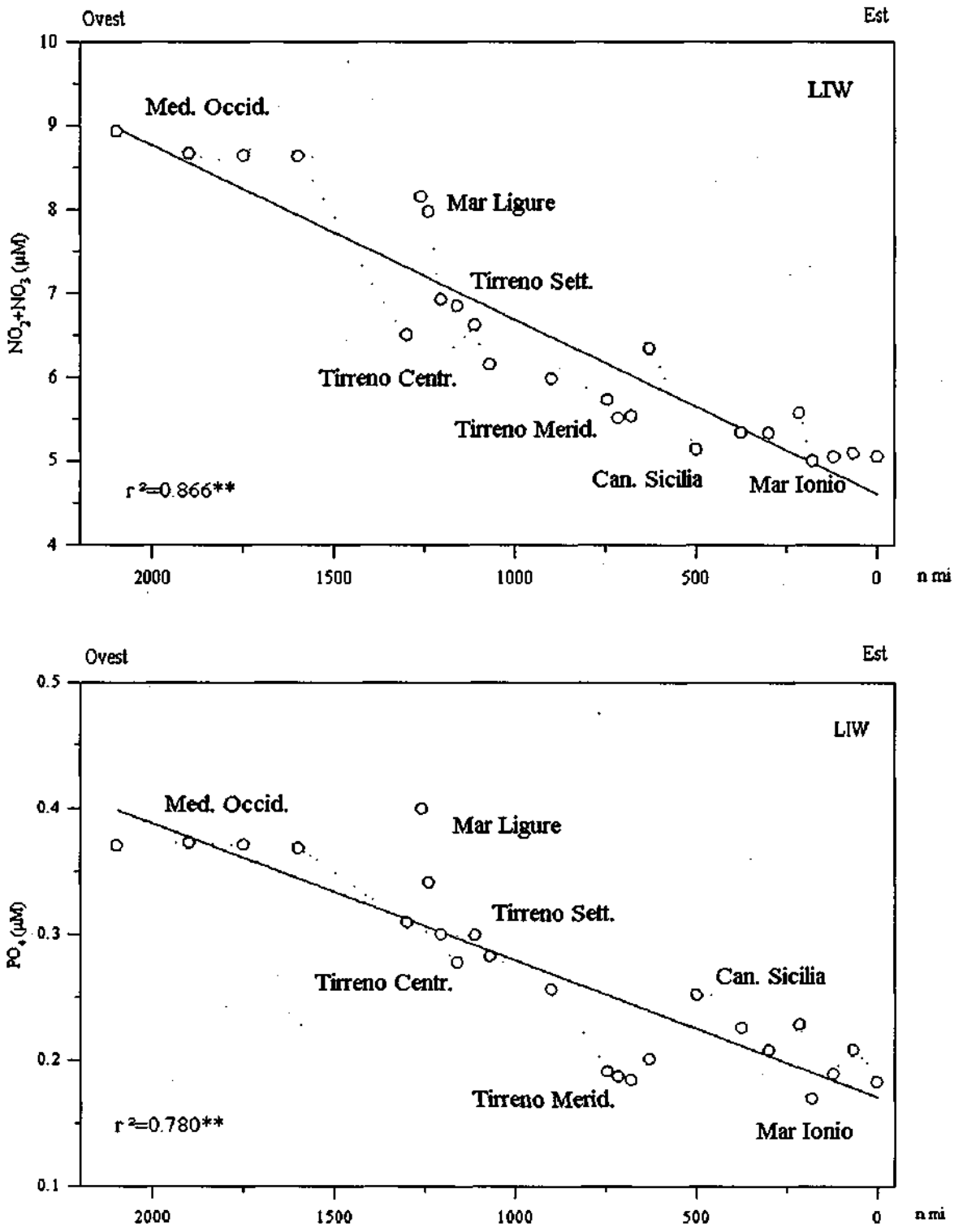


Fig. 3 - Medie per ciascuna delle 24 campagne della concentrazione micromolare dell'azoto e del fosfato nelle LIW in funzione della distanza in miglia nautiche dalla zona della campagna più orientale.

Means of NO_2+NO_3 and PO_4 concentrations versus the nautical miles from the most eastern cruises to the western ones, for the 24 cruises.

Discussione e conclusioni

Rispetto alle nostre precedenti osservazioni (Innamorati *et al.*, 1998), relative allo strato superficiale ($z < 90$ m) ed al primo di quello intermedio ($100 \leq z \leq 400$ m), queste, relative al "core" delle LIW, si presentano più complesse e differenziate, anche perché è notevolmente aumentata l'area di indagine. E' evidente che l'aver dovuto utilizzare dati che, per esaminare la variazione temporale, comprendono anche quella spaziale e viceversa, ha complicato la variabilità. Ciò nonostante, considerata la numerosità dei dati e delle stazioni è comunque possibile dire che tra il 1982 e il 1998 nel Mediterraneo Centrale si è verificata una variazione delle caratteristiche trofiche e termoaline che sembra abbia assunto la forma di un evento transitorio, con la tendenza a ritornare sui valori di partenza. Questo non figurava nei nostri dati di superficie del Tirreno Settentrionale, dai quali sembrava di poter ravvisare un unico cambiamento repentino avvenuto circa nel 1991. E' da notare che i dati da noi esaminati precedentemente per il Tirreno Settentrionale arrivavano fino al 95, lasciando l'incognita del dopo. Tuttavia la ricerca nelle LIW della causa della variazione di quelle tirreniche superficiali e delle acque atlantiche modificate, sembra abbia fornito un'indicazione nel senso che le LIW hanno subìto un cambiamento che è stato trasmesso in superficie all'incirca negli stessi anni o con un certo ritardo di fase (Innamorati *et al.*, 1998).

Queste variazioni da noi osservate ci sembra che possano essere ricollegate all'evento rilevato nel Mar di Levante (Roether *et al.*, 1996; Roether e Klein, 1998). Infatti tra il 1984 ed il 1995 si è avuto lo sversamento dal Mar Egeo di acque più dense sprofondate al di sotto degli strati intermedio e profondo del Mar di Levante, sconvolgendo la circolazione del Mediterraneo Orientale e Centrale. Ci sembra plausibile che tale evento, influenzando le LIW, abbia anche influenzato le acque superficiali tirreniche.

Summary

The presence of mucilages in the Tyrrhenian Sea in 1991 and the studies carried out to find a possible relationship between them and the environmental conditions, has led us to reexamine all oceanographic cruises in the Tyrrhenian Sea from 1982 to 1995. The time series showed a remarkable change in the trophic and thermohaline characteristics of the 0-90 m and 200-400 m layers: temperature, salinity and nitrogen concentration increased, while phosphates concentration decreased, with the consequent increase in the N/P ratio. As Levantine Intermediate Waters (LIW) constitute the main source of nutrients for the Tyrrhenian Waters, we speculated that the trophic change could have begun in the LIW. In the present work we have focused our attention on the layer 200-1000 m, examining data of 24 cruises in the Tyrrhenian, Ionian and W of Sardinian Seas from 1982 to 1998. The results confirm that the trophic and thermoaline characteristics have changed during this time also in the layer between 200-1000 m, where the trophic variations are wave-shaped and not quite the same as in the upper layer. We should speculate on the transfer of energy and matter as possibly being related to a phase retard and to the mixing effects of the surface layer which showed an abrupt change in 1991, even though we have to keep in mind that surface data were available until 1995 only. Anyway we have found that the Central Mediterranean Sea waters have undergone thermohaline and trophic changes during 1990-1995; this can be related to the changes occurred, during 1987-1995, in the Eastern Mediterranean deep waters which can be transferred to the West via LIW, affecting the Tyrrhenian Sea too.

Ringraziamenti

Siamo particolarmente riconoscenti a Giuseppe Civitarese, Emilio De Domenico, Gian Pietro Gasparini ed a Giuseppina Pulicanò per la gentilezza, cordialità e collaborazione dimostrataci met-

tendoci a disposizione i loro dati, che ci hanno permesso di confrontare le variazioni delle caratteristiche delle acque levantine da loro rilevate con quelle rilevate da noi, permettendoci così di operare in un più ampio ambito spaziale e temporale.

Bibliografia

ASTRALDI M., GASPARINI G.P. (1994) – The seasonal characteristics of the circulation in the Tyrrhenian Sea. In: P.E. La Violette (ed.), *Seasonal and interannual variability of the Western Mediterranean Sea*, Geophysical Union, USA: 115-134.

ASTRALDI M., BORGHINI M., GALLI C., GASPARINI G.P., LAZZONI E. (1995) – La circolazione nel Canale di Corsica durante l'estate. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A*, **102** (Suppl.): 9-21.

CIVITARESE G., CRISE A., CRISPI G., MOSETTI R. (1996) – Circulation effects on nitrogen dynamics in the Ionian Sea. *Oceanol. Acta*, **19** (6): 609-622.

CIVITARESE G. (1998) – Comunicazione personale.

DE DOMENICO E. (1988) – Comunicazione personale.

FARANDA F.M. (a cura di), 1985 - Studio globale delle interrelazioni dell'ecosistema pelagico dei mari meridionali italiani. *Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università di Messina, Rapporti*, **1**: 1-54.

GASPARINI G.P. (1998) – Comunicazione personale.

GRASSHOFF K., EHRHARDT M., KREMLING K. (eds.) (1983) – *Methods of Seawater Analysis*. Second Ed.. Verlag Chemie.

INNAMORATI M., FERRARI I., MARINO D., RIBERA D'ALCALA' M. (a cura di) (1990) - Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thalassia*, **11**: 372 pp..

INNAMORATI M., MELLEY A., NUCCIO C. (1998) – Cambiamento generale delle caratteristiche trofiche del Mar Tirreno. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 35-40.

MELLEY A., (1999) – *La variazione dell'azoto e del fosforo nell'Acqua Intermedia levantina.* Tesi Dottorato di ricerca in Scienze Ambientali, Ecologia Marina. XI Ciclo. Università degli Studi di Pisa.

ROETHER W., MANCA B., KLEIN B., BREGANT D., GEORGOPOULOS D., BEITZEL V., KOVACEVIC V., LUCCHETTA A. (1996) – Recent changes in Eastern Mediterranean Deep Waters. *Science*, **271**: 333-335.

ROETHER W., KLEIN B. (1998) – The great Eastern Mediterranean Deep-Water transient. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **35**: 12-16.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972) – A practical handbook of seawater analyses. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **167**: 49-90.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 101-106

M. VALLISNERI, C. PICCINETTI[1], A.M STAGNI, A. COLOMBARI[2], F. TINTI[2]

Dipartimento di Biologia Evoluz. Sperim., Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italia.
[1]Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, V.le Adriatico, 1/N - 61032 Fano, Pesaro, Italia.
[2]Laboratorio di Biologia e Fisiologia Animale, Via Tombesi dall'Ova, 55 - Ravenna, Italia.

DINAMICA DI POPOLAZIONE, ACCRESCIMENTO, RIPRODUZIONE DI *SOLEA VULGARIS* (QUENSEL 1806) NELL'ALTO ADRIATICO

POPULATION DYNAMICS, GROWTH AND REPRODUCTION OF SOLEA VULGARIS *(QUENSEL 1806) IN THE UPPER ADRIATIC SEA*

Abstract

Samples of populations of Solea vulgaris *(Pisces, Soleidae) from the upper Adriatic Sea were studied. Gonadosomatic index peak values were reached during the winter months in both sexes. Growth in females was more rapid than in males.*

Key-words: Solea vulgaris, *sex, age, growth, upper Adriatic Sea.*

Introduzione

Lo studio della biologia di *Solea vulgaris*, specie di considerevole importanza economica, se da un lato è stato ben trattato in letteratura in relazione a diversi mari (Horwood, 1993), dall'altro è stato poco considerato in relazione al mare Adriatico (Ghirardelli, 1959; Piccinetti e Giovanardi, 1984). Il presente lavoro ha lo scopo di approfondirne la dinamica di popolazione e il ciclo riproduttivo in alto Adriatico in rapporto ai sessi ed all'età.

Materiali e metodi

Sono stati utilizzati 316 esemplari di *S. vulgaris* pescati nell'alto Adriatico con 10 campionamenti mensili tra novembre 1996 e ottobre 1997. I campioni sono stati ottenuti mediante catture commerciali con i rapidi fra le 3 e le 20 miglia dalle coste romagnole. Su di essi sono stati rilevati i seguenti parametri biometrici: Lt = lunghezza totale in cm; P = peso corporeo in g; Pgo = peso delle gonadi in g; IGS = rapporto gonado-somatico. Su ogni esemplare è stata determinata l'età mediante il conteggio del numero di *annuli* della scaglia. Per il rilevamento delle misure biometriche è stato utilizzato un analizzatore computerizzato di immagini Kontron M15 con programma semi-automatico IBAS1.

Risultati

Nelle femmine la lunghezza totale è compresa fra 14 e 37 cm (Fig. 1); il peso corporeo varia tra 27 e 398 g (Fig. 2a), il peso gonadico fra 0,015 e 15 g (Figg. 2b, 3a).

Nei maschi la lunghezza totale è compresa fra 14 e 34 cm (Fig. 1), il peso corporeo varia fra 24 e 279 g (Fig. 2a), il peso gonadico fra 0,06 e 0,654 g (Figg. 2b, 3b).

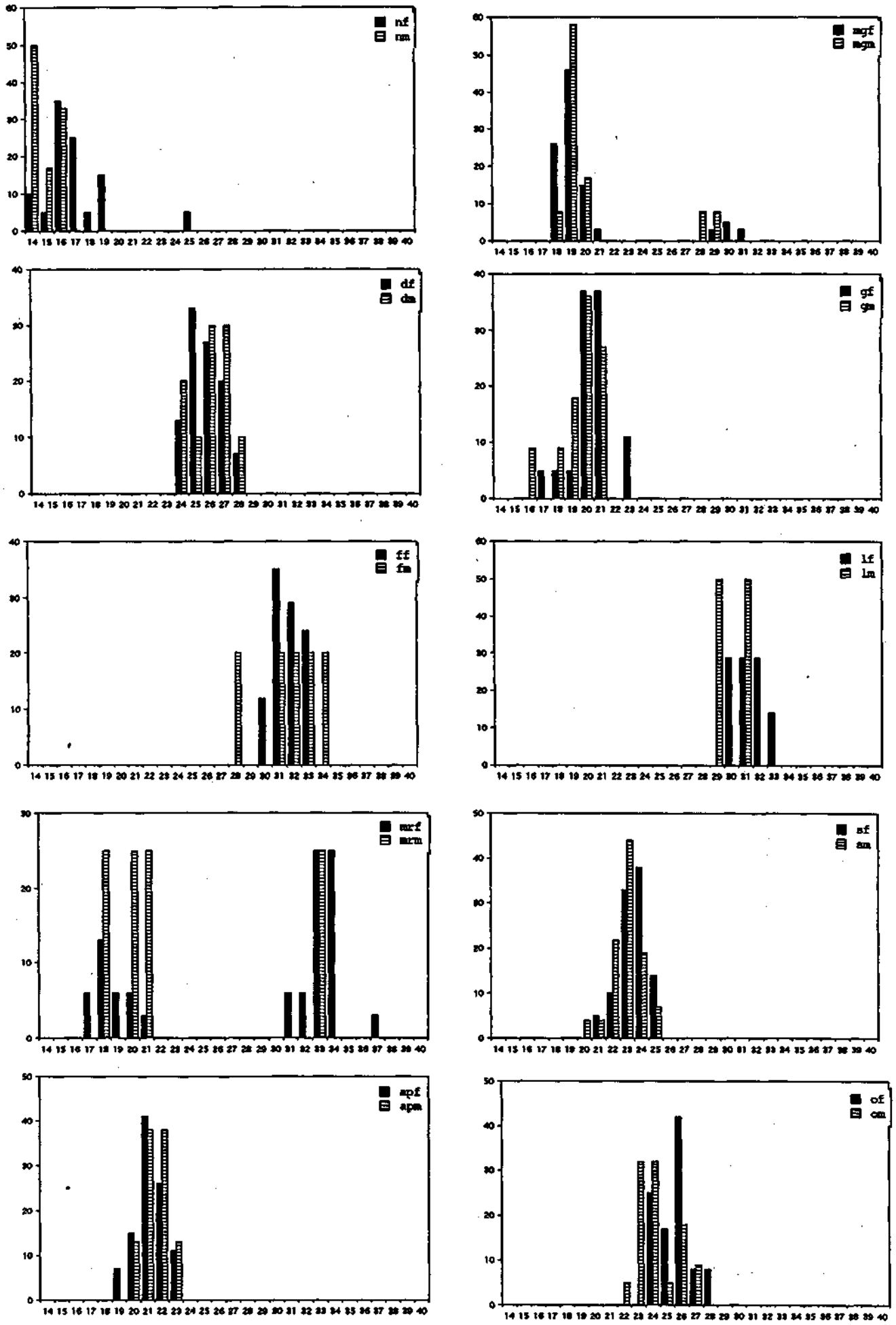


Fig. 1 - Distribuzione mensile della frequenza della lunghezza secondo i sessi (da novembre 1996 a ottobre 1997; alto Adriatico).

Monthly frequency based on length according to sex (from November 1996 to October 1997; upper Adriatic Sea).

La relazione taglia-peso presenta leggere differenze fra i sessi (Fig. 2a). L'età, in entrambi i sessi, è compresa fra 0+ (quando non è ancora stato compiuto l'anno, attorno ai 15-16 cm) e 6 anni (attorno ai 33-37 cm); le femmine crescono più velocemente, in particolare dal 2° anno (Tab. 1).

Il peso delle gonadi aumenta nel periodo da dicembre a febbraio, per ridursi a marzo e ritornare ai livelli minimi da aprile in poi, indicando un periodo riproduttivo invernale (Fig. 3). Limitatamente agli esemplari pescati in inverno, le femmine mostrano un notevole incremento del peso gonadico dopo i 25 cm di Lt, incremento molto più contenuto anche se parallelo, nei maschi, indicando questa come taglia di prima maturità sessuale (Fig. 2b).

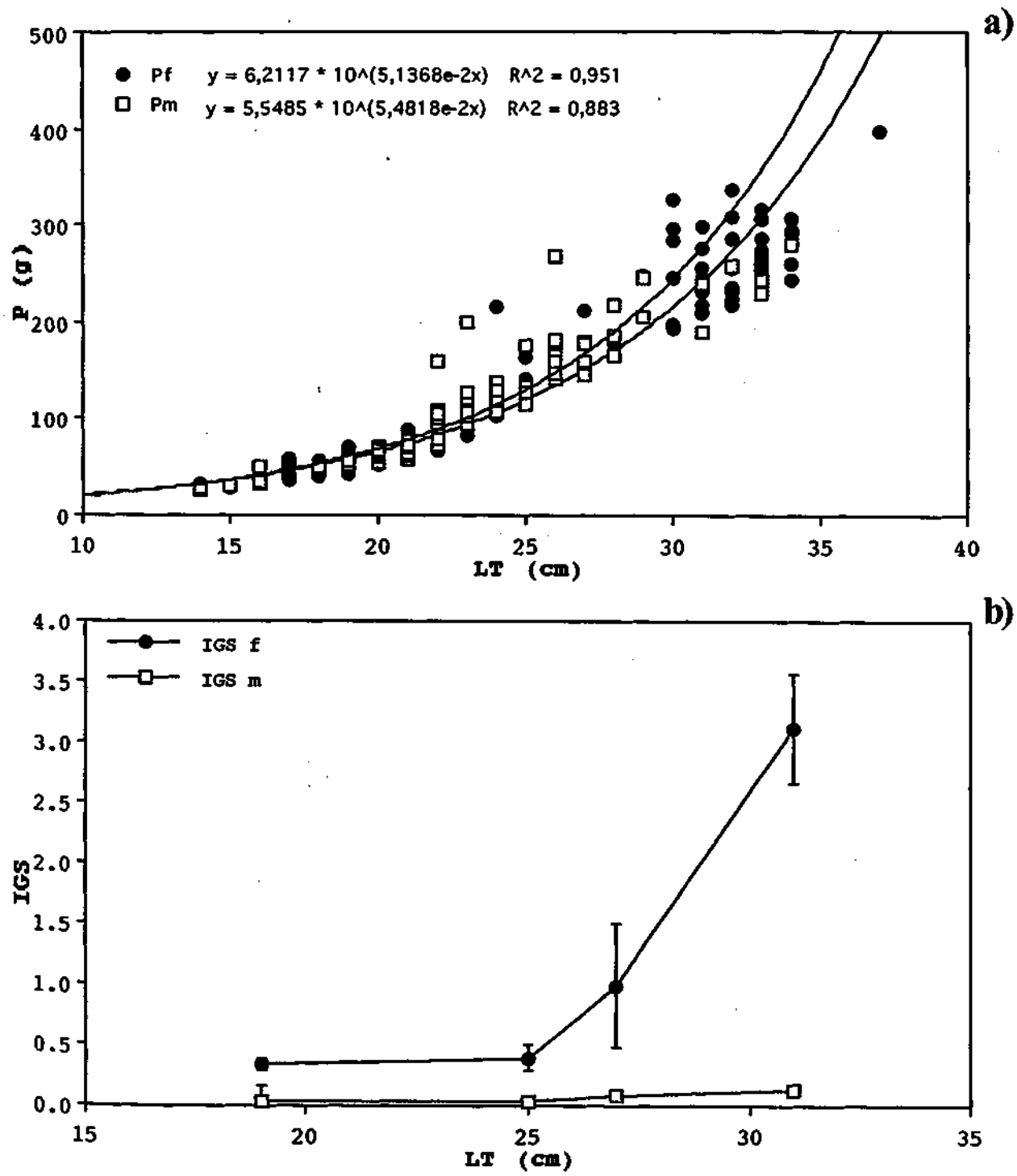


Fig. 2 - a) Variazione del peso in funzione della lunghezza distinta per sesso; b) Variazione dell'indice gonado-somatico (IGS) durante il periodo riproduttivo in funzione della lunghezza (Lt) e distinta per sesso.

a) Body weight variations based on length and sex; b) Gonadosomatic index variations during the reproduction time, based on length and sex.

Discussione e conclusioni

Le classi di taglia più abbondanti sono comprese fra 18 e 22 cm (circa 1 anno di età) (Fig. 1). Le femmine presentano un intervallo di taglia più ampio rispetto ai maschi, in accordo con i dati di Ramos (1982) per il Mediterraneo occidentale, probabilmente in relazione al diverso accrescimento. Dal confronto coi dati bibliografici risultano differenze di accrescimento nelle diverse aree geografiche: in generale le sogliole del Mediterraneo crescono meno rispetto a quelle dell'Atlantico (Tab. 1), pur tenendo conto del fatto che la corrispondenza fra taglia ed età in letteratura non è determinata sempre allo stesso modo: per esempio, le dimensioni delle sogliole pescate a maggio e a ottobre sono diverse, ma sono attribuibili alla stessa classe di età. L'accrescimento delle femmine è diverso da quello dei maschi, in quanto esse si accrescono più rapidamente e raggiungono dimensioni maggiori, in accordo coi dati bibliografici. La prima maturità sessuale è raggiunta attorno ai 25 cm di lunghezza totale, ciò sia per le femmine che per i maschi, rispetto ai 27-28 cm delle latitudini più fredde (Horwood, 1993). L'andamento degli istogrammi taglia-frequenza mette in evidenza che molti animali catturati non hanno raggiunto la taglia di prima maturità sessuale (Figg. 1, 2a, 2b).

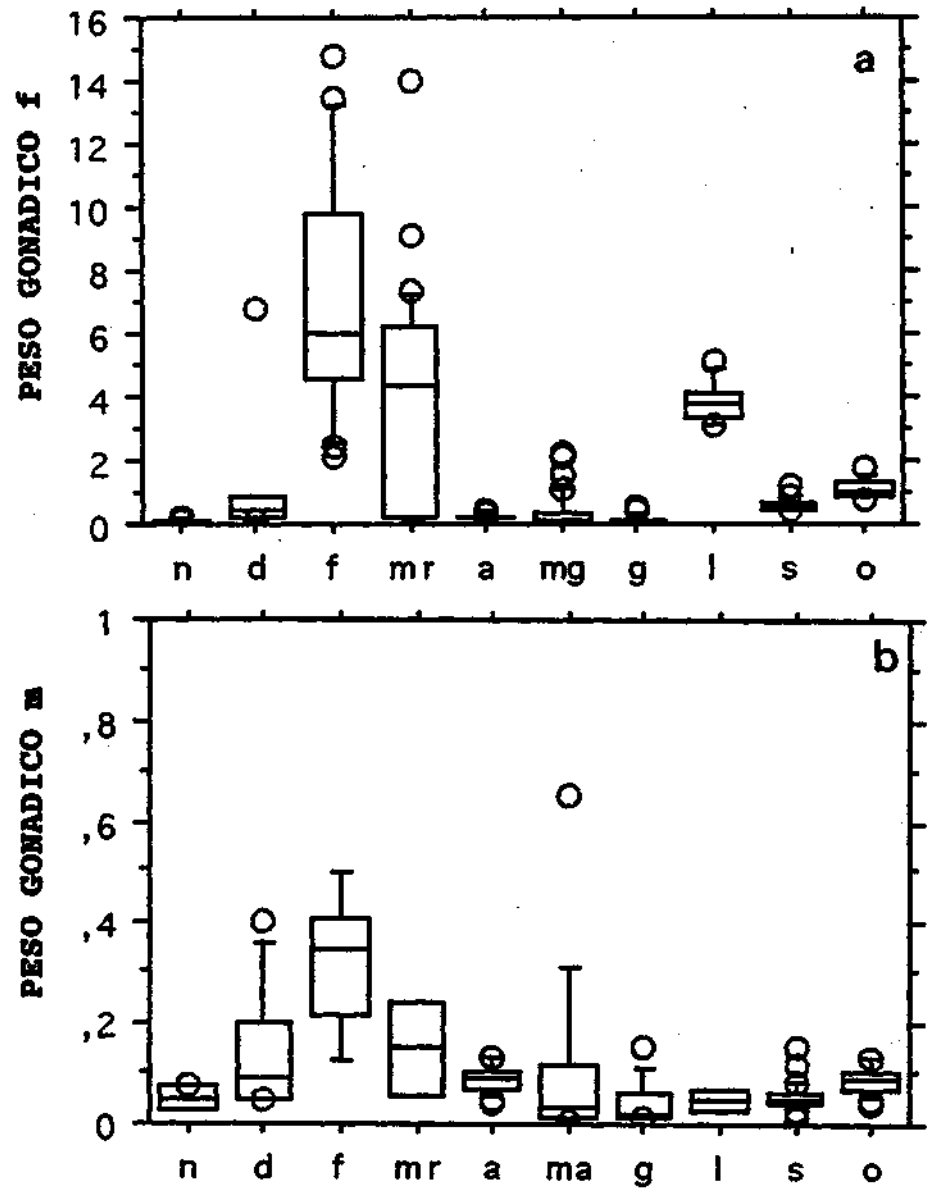


Fig. 3 - Distribuzione mensile del peso gonadico nelle femmine (a) e nei maschi (b).
Monthly frequency of gonad weight in female (a) and male (b).

Tab. 1 - Confronto lunghezza-età, peso-età, distinti per sesso fra i nostri dati e quelli bibliografici.
Recorded data on age-based length and weight compared to other published data.

LT-età		FEMMINE															P-età	FEMMINE													
Autore	Località	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+
Piccinetti-deClerck(1984)	mare del Nord sud	25	28	32	35	37	38	39	39	41	40	41	43	43	-	-	125	209	326	415	444	508	543	609	639	583	655	692	679	-	-
"	mare del Nord cent.	-	32	35	37	38	40	40	42	42	43	43	-	-	-	-	-	181	305	415	536	588	647	699	762	765	809	823	786	839	-
"	canale inglese	-	27	31	34	36	38	39	40	40	41	43	42	43	43	-	-	169	193	378	433	540	581	580	654	807	729	760	780	807	-
"	mare celtico	-	25	28	31	34	35	36	37	38	36	39	39	39	41	-	-	164	256	364	414	427	518	530	607	678	630	684	720	693	720
"	mare irlandese	-	25	28	31	34	35	36	37	38	36	39	39	39	41	-	-	130	203	277	344	362	449	472	501	515	562	623	569	599	-
Deniel (1981)	baia Douarnenez	21	25	32	36	40	41	43	44	45	44	-	-	-	-	-	85	144	300	432	608	675	793	866	911	897	-	-	-	-	-
Guillou *et al.* (1983)	baia Biscaglia	-	24	28	31	33	35	37	37	36	38	40	38	42	-	-	-	108	173	267	391	328	392	406	367	438	511	433	573	-	-
Ramos (1982)	Spagna (Medit.occ.)	17	22	27	30	34	36	38	-	-	-	-	-	-	-	-	38	86	144	225	332	432	489	582	568	-	-	-	-	-	-
Presente lavoro	Italia(Adriatico)	20	25	29	32	34	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	143	222	252	281	398	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MASCHI															P-età	MASCHI													
Autore	Località	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+
Piccinetti-deClerck(1984)	mare del Nord sud	24	26	29	30	31	31	32	33	33	35	-	-	-	-	-	122	162	220	245	273	280	294	304	-	-	-	-	-	-	-
"	mare del Nord cent.	-	27	28	29	31	32	33	33	33	33	34	-	-	-	-	-	141	203	253	298	357	365	403	425	431	455	472	478	500	-
"	canale inglese	-	27	28	30	32	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	188	234	322	321	328	392	441	489	472	424	512	-	-
"	mare celtico	-	26	29	30	32	33	33	35	32	36	-	-	-	-	-	97	147	189	229	253	294	334	316	338	383	394	430	407	404	-
"	mare irlandese	-	25	26	27	29	29	30	31	32	-	-	-	-	-	-	-	125	151	174	201	216	255	246	270	263	293	257	303	293	-
Deniel (1981)	baia Douarnenez	22	26	30	34	36	38	38	40	40	-	-	-	-	-	-	86	150	250	360	416	520	516	601	592	-	-	-	-	-	-
Guillou *et al.* (1983)	baia Biscaglia	-	24	26	28	29	30	32	33	34	37	36	35	-	-	-	-	102	139	174	188	211	240	283	302	394	361	336	-	-	-
Ramos (1982)	Spagna (Medit.occ.)	18	21	25	27	30	33	36	-	-	-	-	-	-	-	-	40	73	111	158	217	303	384	-	-	-	-	-	-	-	-
Presente lavoro	Italia(Adriatico)	21	25	27	31	32	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	146	178	220	230	279	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			SESSO NON SPECIFICATO																												
Autore	Località	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+															
Ghirardelli(1959)	Italia(Adriatico)	17	21	24	26	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-															
Piccinetti e Giovanardi (1984)	Italia(Adriatico)	19	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-															

Summary

Monthly samples of *Solea vulgaris* (Quensel 1806) were taken from the upper Adriatic Sea from November 1996 to October 1997. Population dynamics and body growth were studied according to sex and age. Scale readings were performed to determine age (based on the number of *annuli*). The following results were obtained: age-based distribution from 0+ (before one year) and 6 years (females measured from 14 to 37 cm and males from 14 to 34 cm), with a prevalence of animals of small size that had not yet reached sexual maturity; growth rates were higher in females over 2 years of age; sexual maturity reached at approximately 25 cm; peak gonadosomatic index values were recorded during the winter months for both sexes.

Bibliografia

DENIEL C. (1981) - *Les poissons plats en Baie de Douarnenez. Reproduction, croissance et migration des Bothidae, Scophthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae.* These d'Etat Universitè de Bretagne Occidentale, Brest: 475 pp.

GHIRARDELLI E. (1959) - Contribution à l'étude de la biologie des Soles (*Solea solea* L.) en moyenne Adriatique. *Proc. tech. Pap. gen. Fish. Count. Méditerr.*, **5**: 481-487.

GUILLOU A., LABASTIE J., ROEBERG D. (1983) - Observations realisees en 1980 en vue de l'estimation du niveau d'exploitation du stock de soles du Golfe de Gascagne. *Annls. Biol.*, **37**: 212.

HORWOOD, J. (1993) - The Bristol channel sole (*Solea solea* L.): a fisheries case study. *Adv. Mar. Biol.*, **29**: 215-368.

PICCINETTI C., DE CLERCK (1984) - Study of the Soleidae in community waters. *European commission; intern report contract nr 83/1/MO6P1.*

PICCINETTI C., GIOVANARDI O. (1984) - Donnees biologiques sur *Solea vulgaris* Quensel en Adriatique. *FAO- fish. Rep.*, **290**.

RAMOS, J. (1982) - Estudio de la edad y crecimiento del lenguado. *Solea solea* (Linneo, 1758) (Pisces, Soleidae). *Investigacion Pesquera*, **46** (1): 15-28.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 107-116

A. ZAMBONI, M. ROSSI, A. MANNINI, A. GATTO, F. FIORENTINO*

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.
*Istituto di ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente, IRMA - CNR, Via L. Vaccara, 6 91026 Mazara del Vallo, Italia.

LA CAPACITÀ DI RINNOVO DELLA TRIGLIA DI FANGO (*MULLUS BARBATUS*, L., 1758) IN MAR LIGURE SULLA BASE DELLA RELAZIONE ADULTI-RECLUTE

*RENEWAL CAPABILITY OF RED MULLET (*MULLUS BARBATUS, *L., 1758) IN THE LIGURIAN SEA ON THE BASIS OF THE SPAWNING STOCK-RECRUITMENT RELATIONSHIP*

Abstract

Indices of mean abundance of Red Mullet, Mullus barbatus *(Mullidae, Osteichthyes), spawners and recruits allowed to estimate a stock-recruitment relationship, according to the Ricker model ($R=Se^{3.2118(1-S/660.2416)}$). Two biological reference points in terms of total mortality, derived from the stock-recruitment analysis, were calculated ($Z_{crash}=3.21$ and $Z_{med.}=2.05$). In the studied period exploitation of stock was close to the chosen limit reference point (median of calculated $Z_{standard}=2.38$). The development of the time series of abundance indices and Z values suggests the existence of cycles.*

Key-words: Mullus barbatus, *Ligurian Sea, sustainable exploitation, stock-recruitment relationships, biological reference points.*

Introduzione

Secondo la visione classica della biologia della pesca la capacità di rinnovarsi di una risorsa sfruttata dipende, "inter alia", da due fattori:
- la relazione tra l'abbondanza dei riproduttori e quella dei giovani da loro generati che fanno ingresso nello stock;
- la sopravvivenza di un appropriato numero di questi giovani fino all'età adulta;

Lo studio delle relazioni tra lo stock adulto e le reclute costituisce uno dei punti più complessi della dinamica delle risorse sfruttate in quanto esistono numerosi fattori, legati sia alla natura dei fenomeni che alla raccolta dei dati, che possono nascondere l'esistenza di tali relazioni (Sissenwine e Shepherd, 1987; Hilborn e Walters, 1992).

Le valutazioni delle condizioni di sfruttamento delle risorse demersali, condotte nei mari italiani nell'ultimo quindicennio, sono state basate, con poche eccezioni, su modelli di produzione per recluta che non tengono conto della sostenibilità del prelievo della pesca. Ciò nonostante le serie temporali di dati di abbondanze, raccolte dal 1985 in poi, permettono di iniziare lo studio delle relazioni adulti/reclute e degli effetti della pesca su tali relazioni.

La triglia di fango (*Mullus barbatus*, L. 1758) costituisce una delle principali risorse della pesca costiera in Mediterraneo. Le sue caratteristiche biologiche (maturità sessuale al primo anno di vita) e le modalità di sfruttamento (vulnerabilità alla rete a strascico comparabile durante tutta la durata della vita) ne fanno un caso interessante per studiare la capacità di rinnovo di una risorsa nel panorama mediterraneo.

L'interesse per lo studio dell'argomento è stimolato, inoltre, dai risultati delle esperienze di sospensione della pesca a strascico per tempi lunghi, come quelle effettuate nel Golfo di Castellammare (Sicilia nord-occidentale), che hanno mostrato incrementi della biomassa in mare della triglia di fango superiori ad un ordine di grandezza rispetto alla situazione precedente al fermo (Pipitone *et al.*, 1996; Pipitone, 1999). Incrementi di tale entità, difficilmente riconducibili alla semplice crescita ponderale dei sopravvissuti, fanno supporre che, in questa specie, esistano forti legami tra l'abbondanza dei riproduttori e quella delle reclute nello stock.

Questo lavoro vuole studiare le relazioni tra l'abbondanza dei riproduttori e quello delle reclute di *Mullus barbatus* presenti lungo l'arco ligure, indicare alcune curve medie, rappresentative di tali relazioni e ricercare livelli limite di mortalità totale (che tiene conto sia della pesca che degli altri fattori di mortalità), connessi al rinnovo della risorsa, che possano essere usati a scopi gestionali.

In assenza di identificazioni certe delle aree di distribuzione degli stocks in Mediterraneo, l'ipotesi alla base del lavoro è che le reclute presenti sui fondi prospicienti le coste liguri in estate o all'inizio dell'autunno di un determinato anno derivino dai riproduttori (individui con almeno un anno di vita) che si trovano sugli stessi fondi nella primavera dello stesso anno.

Materiali e metodi

I dati sono stati raccolti durante i *trawl surveys* svolti sui fondi antistanti la riviera ligure, da Capo Mortola (IM) a Punta Bianca (SP), nell'ambito dei programmi nazionali e comunitari sulla valutazione delle risorse demersali (Relini e Piccinetti, 1996; Bertrand *et al.*, 1997). Tali programmi hanno consentito di ottenere una serie temporale di campioni rappresentativi delle popolazioni in mare di molte specie importanti per la pesca, tra cui *Mullus barbatus*.

a) *Identificazione dei gruppi d'età nelle distribuzioni lunghezza/frequenza*

Come indice di abbondanza è stata impiegata la consistenza numerica media per ora di strascico degli adulti e delle reclute. Tali numeri sono stati ricavati dalle distribuzioni l/f degli individui catturati nell'intervallo batimetrico in cui è presente la specie (fino a 200 m).

In base alle conoscenze sui periodi di riproduzione e di reclutamento (Relini Orsi e Arnaldi, 1986) e valutando 1 anno l'età di maturità sessuale, sono stati considerati adulti gli individui catturati in primavera, di età uguale o maggiore ad 1 anno, e reclute gli individui del gruppo 0, isolati dalle distribuzioni di taglia delle catture delle campagne estivo/autunnali con il semplice criterio di identificazione della prima moda e simmetrizzazione a destra della distribuzione.

I valori numerici così ricavati sono stati impiegati per la stima della relazione adulti/reclute.

b) *Relazioni adulti/reclute*

I dati impiegati consistono degli indici di abbondanza degli adulti nella primavera t e degli individui del gruppo 0 nell'autunno dello stesso anno. Per descrivere la relazione tra i riproduttori (A) e le reclute (R) è stata impiegata la 2ª forma del modello di Ricker (1954), utilizzabile quando A ed R sono espressi nella stessa unità di misura. Questo modello è stato preferito perché il metodo

classico di stima lineare dei parametri assume implicitamente una distribuzione lognormale dei residui (Hilborn e Walters, 1992).

L'espressione è:

$$R = Ae^{\alpha\left(1-\frac{A}{\beta}\right)}e^{\varepsilon}$$

con R = numero medio di reclute per ora di strascico, A = numero medio di adulti per ora di strascico, α = parametro di rinnovo dello stock per valori bassi di A, β = parametro che esprime la abbondanza di adulti per valori bassi di pesca (~ una stima dello stock vergine) ed ε una misura dell'errore.

I parametri sono stati stimati in tre tappe successive:

- stima preliminare mediante la tecnica classica di linearizzazione ($\ln(R/A) = \alpha-(\alpha/\beta)A+\varepsilon$);
- stima puntuale dei parametri della relazione media:

$$R = Ae^{\alpha'\left(1-\frac{A}{\beta'}\right)}$$

usando le formule $\alpha' = \alpha + (s_e^2/2)$ e $\beta' = (\alpha'/\alpha)\beta$ (Hilborn, 1985) in cui s_e^2 = varianza dei residui = $\Sigma\varepsilon_i^2/n-1$, con $\varepsilon_i = R_{oss.i} - R_{att.i}$;
- stima finale dei parametri α'_{jk} e β'_{jk} con la tecnica jack-knife che permette di calcolare l'errore standard dei parametri. A tal scopo si è impiegato lo stimatore:

$$e.s.jk = \left[\left(\frac{n-1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{\theta}_i - \bar{\theta}\right)\right]$$

con $\hat{\theta}_i$ = parametro calcolato omettendo la coppia *i*-esima nella serie temporale e $\bar{\theta}$ = media degli n valori di θ_i (Comincioli, 1993).

Per valutare quanto della variazione del reclutamento sia attribuibile alla variazione dell'abbondanza degli adulti si è calcolato il coefficiente di determinazione $R^2=\Sigma(y_{stim.}-y_{media})^2/\Sigma(y_{oss.}-y_{media})^2$, in cui y_{media} indica la media dei valori osservati, corretto successivamente (adjusted R^2) tenendo conto del numero di variabili presenti nel modello (Comincioli, 1993).

La stima dei parametri del modello ha permesso di calcolare alcune linee di rimpiazzo (= "replacement lines") di riferimento dello stock.

I punti che giacciono lungo una determinata linea corrispondono alla sopravvivenza media delle reclute fino alla maturità sessuale (S = A/R), causata da un determinato tasso di mortalità totale Z, che include sia fattori naturali che altri dovuti alla pesca.

I valori di Z considerati, calcolati in analogia a quanto proposto in ambito ICES per i punti di riferimento relativi alla mortalità da pesca F (ICES, 1997), sono:

- $Z_{med.}$ che corrisponde ad un tasso di mortalità totale in una popolazione in equilibrio per cui il rapporto A/R è uguale all'inverso della mediana dei valori osservati del tasso di reclutamento R/A.
- Z_{crash} che corrisponde alla tangente all'origine della relazione adulti/reclute.

Tali punti di riferimento biologici devono essere considerati come limiti da non oltrepassare senza compromettere la rinnovabilità della risorsa e non come obiettivi su cui orientare la gestione (Caddy e McGarvey, 1996). Essi hanno un diverso significato. Il primo, se calcolato su uno stock di cui sono disponibili

misure di R/A per un ampio intervallo di valori di Z e di abbondanze, fornisce una misura della capacità di rimpiazzo tipica dello stock. Il secondo deve essere visto come un livello di mortalità estremamente pericoloso, in cui le probabilità di collasso dello stock sono molto alte. Gli interventi di gestione dovrebbero essere finalizzati a mantenere nel tempo pressioni di pesca corrispondenti a valori di Z mediamente inferiori a $Z_{med.}$ ed a ridurre al minimo le probabilità di superare Z_{crash}.

c) *Mortalità totale*

Dato che i fenomeni di mortalità dal reclutamento allo stato adulto avvengono in un periodo compreso tra estate/autunno di un anno e la primavera dell'anno successivo e che è difficile distinguere nelle distribuzioni l/f le classi d'età più anziane, i tassi istantanei di mortalità totale sono stati calcolati, su base mensile, mediante la formula di Heincke (1913) modificata:

$$Z = -\ln\left(\frac{r.o.m._{1plus}}{r.o.m._{0plus}}\right)\frac{1}{\Delta t_{oss.}}$$

dove $r.o.m_{1plus}$ rappresenta il rendimento orario medio in numero degli adulti primaverili di un dato anno t, $r.o.m._{0plus}$ quello dell'insieme dei gruppi d'età (reclute+adulti) in estate/autunno dell'anno precedente t-1, $\Delta t_{oss.}$ rappresenta l'intervallo di tempo in mesi che intercorre tra le osservazioni.

Considerato che la scala temporale in cui è stata considerata la sopravvivenza dei giovani fino all'età adulta varia tra 6 e 9 mesi, è stata calcolata una mortalità totale relativa ad un intervallo di tempo standard, pari alla mediana delle durate degli intervalli di tempo esaminati (7.5 mesi), mediante la formula: $z_{standard}=Z*7.5$

Risultati

Le abbondanze di adulti e reclute variano nel tempo, con i valori maggiori negli anni compresi tra il 1992 ed il 1995. A valori elevati di adulti corrispondono in genere valori elevati di reclute (Fig. 1 e Tab. 1).

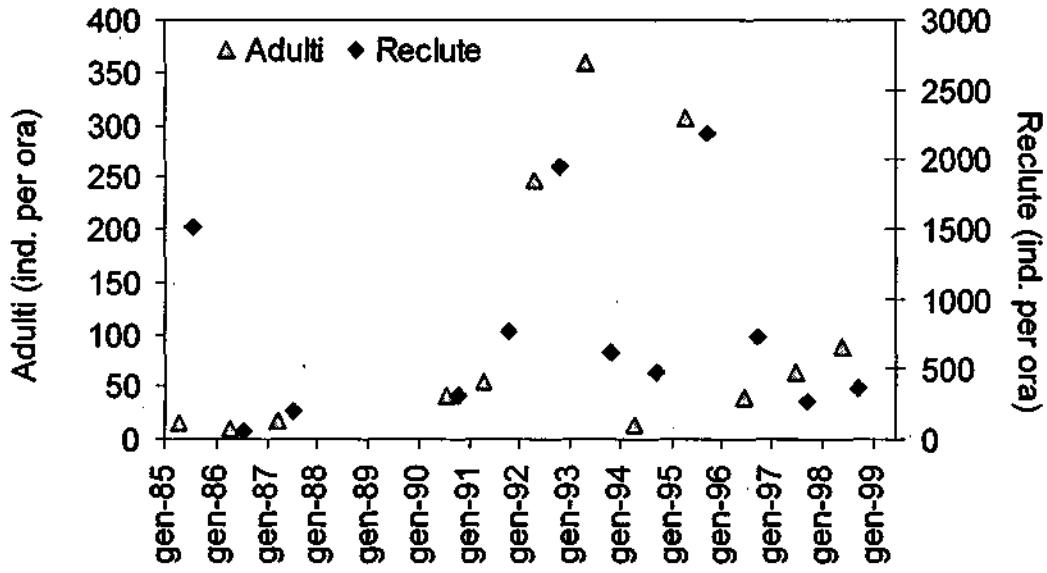


Fig. 1 - Indici di abbondanza degli adulti e delle reclute lungo la costa Ligure.
Adult and recruit abundance indices along the Ligurian Coast.

Il tasso di reclutamento (R/A), espresso come logaritmo naturale, decresce in funzione dell'abbondanza degli adulti e permette la stima lineare dei parametri α e β del modello di Ricker (Fig. 2). Tali parametri sono stati utilizzati per la successiva stima puntuale di α' e β'. I parametri definitivi della relazione media α'_{jk} e β'_{jk}, ottenuti come stimatori jack-knife, mostrano un migliore adattamento ai dati rispetto a quelli calcolati come stima puntuale. Per tale motivo α'_{jk} e β'_{jk} sono stati considerati la miglior stima dei parametri veri (Tab. 2).

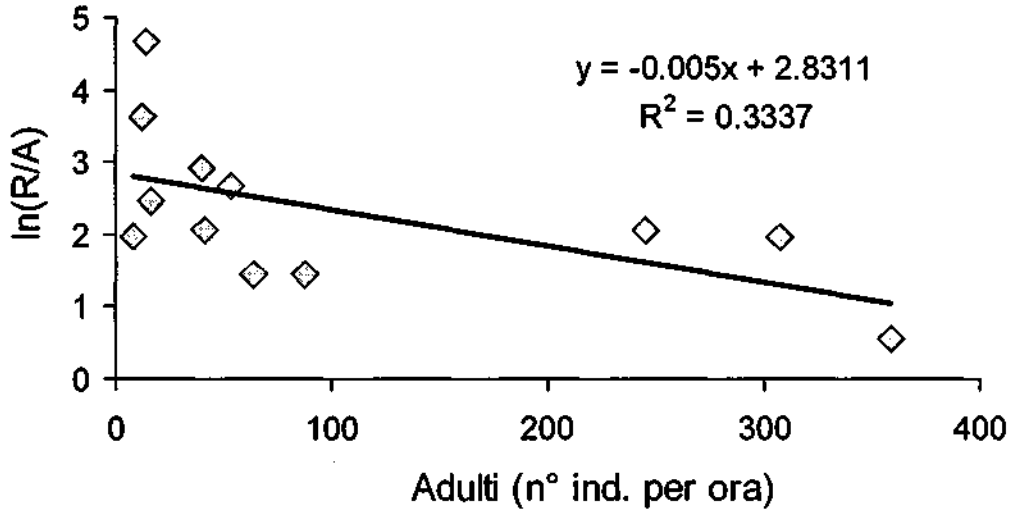


Fig. 2 - Tasso di reclutamento in funzione dell'abbondanza degli adulti e regressione per la stima lineare dei parametri del modello di Ricker.
Recruitment rate in function of adult abundance and regression line for linear estimation of Ricker's model parameters.

Tab. 1 - Adulti (A) e Reclute (R) in numero medio di individui per ora di strascico, ottenuti durante i trawl surveys tra 10 e 200 m di profondità. Sono riportati il tasso di reclutamento (R/A) e quello di sopravvivenza (A/R).
Mean number per trawling hour of adults (A) e recruits (R) collected between 10 and 200 m depth range. Recruitment rates (R/A) and survival rates (A/R) are reported.

Anni	A	R	R/A	A/R	Anni	A	R	R/A	A/R
1985	14.4	1508.7	104.4	0.010	1993	359.2	620.1	1.7	0.579
1986	8.7	62.5	7.2	0.139	1994	12.6	477.4	37.8	0.026
1987	16.3	189.6	11.6	0.086	1995	306.9	2180.7	7.1	0.141
1990	40.8	314.4	7.7	0.130	1996	39.7	731.1	18.4	0.054
1991	53.9	772.9	14.3	0.070	1997	63.5	266.2	4.2	0.238
1992	245.9	1941.8	7.90	0.127	1998	87.3	365.2	4.2	0.239

La mediana dei valori osservati di R/A è uguale a 7.8019 (tab. 1); la tangente all'origine, pari a e^a (Ricker,1973), vale 24.8237. I tassi di sopravvivenza corrispondenti a questi valori sono rispettivamente $S_{med.}$=1/7.8019 =0.1282 ed S_{crash}=1/24.8237=0.0403.

I corrispondenti valori di Z, infine, calcolati come –lnS, sono pari a $Z_{med.}$=2.05 e Z_{crash}=3.21.

Tab. 2 - Parametri e principali statistiche delle relazioni adulti/reclute secondo il modello di Ricker.

Parameters and main statistics of stock-recruitment relationship according to Ricker's model.

Parametro	Valori	Parametro	Valori
α'	3.2297	s_ε	0.8786
α'_{ik}	3.2118	R^2	0.6703
$e.s._{ik}\ \alpha'$	0.5195	R_{jk}^2	0.7130
β'	643.5628	Adjusted R^2	0.6373
β'_{jk}	660.2416	Adjusted R_{jk}^2	0.6843
$e.s._{ik}\ \beta'$	266.7457	N°osservazioni	12

Le abbondanze delle reclute in funzione di quelle degli adulti mostrano un'ampia dispersione attorno alla curva di Ricker. I punti relativi agli anni 1985, 1986, 1991, 1994, 1995 e 1996 sono caratterizzati da un tasso di reclutamento superiore alla media mentre il 1987, il 1990 ed i bienni 1992/93 e 1997/98 mostrano tassi inferiori (Fig. 3).

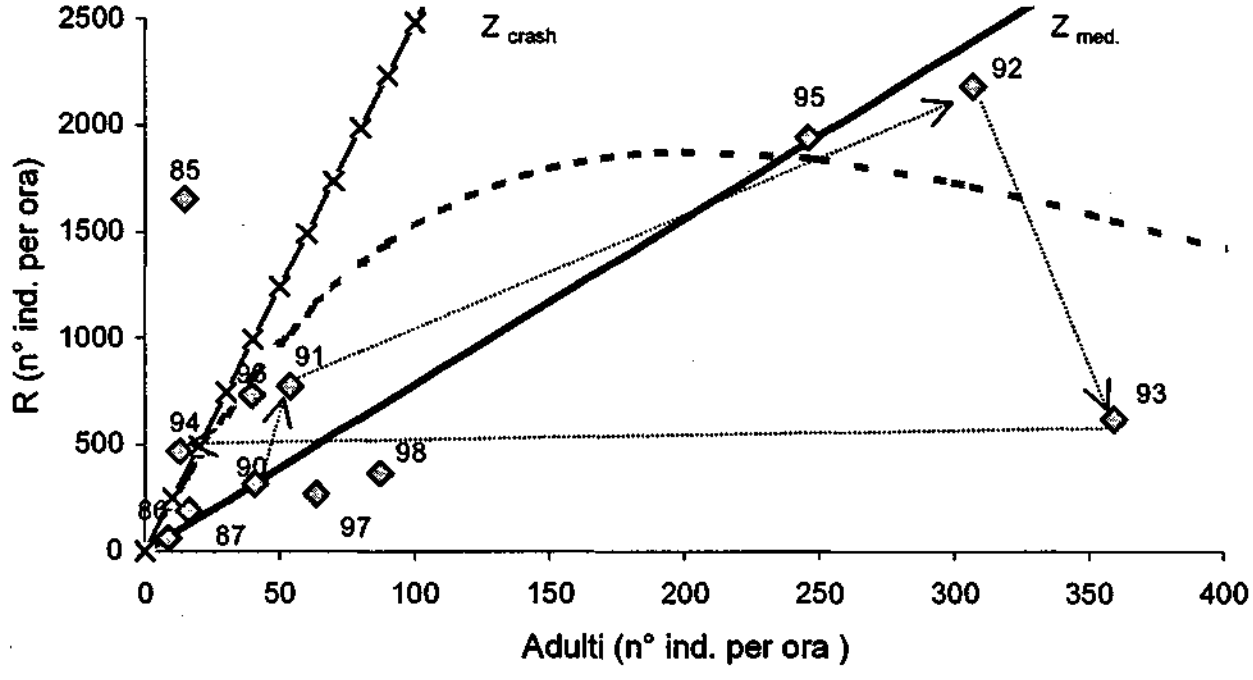


Fig. 3 - Relazione adulti reclute secondo Ricker. Sono indicati i punti osservati e le linee di rinnovo che corrispondono a Z_{crash} e Z_{med}. È inoltre evidenziato con le frecce il ciclo delle abbondanze relativo agli anni 1990/94.

Stock-recruitment relationship according to Ricker's model. Observed figures and replacement lines corresponding to Z_{crash} and Z_{med} are given. The arrows show abundance cycle concerning the years 1990/94.

La dinamica nel tempo delle abbondanze suggerisce l'esistenza di cicli. Il più evidente riguarda il quinquennio 1990/94 in cui si rileva un aumento progressivo delle abbondanze e, di seguito, un ritorno a valori prossimi a quelli iniziali (Fig. 3).

Se si confrontano gli $Z_{standard}$ calcolati con i valori di riferimento, si nota che, soltanto nel 1985/86 e nel 1995/96, la mortalità totale è stata maggiore di Z_{crash}. Se si considera come riferimento $Z_{med.}$, si rileva un andamento oscillante, in cui ad un anno con valori di $Z_{standard}$ superiori a $Z_{med.}$ (mortalità non sostenibile) ne segue uno con valori inferiori (mortalità sostenibile) (Tab. 3).

La ricerca di legami tra l'abbondanza della triglia in estate/autunno al tempo t (tutte i gruppi di età) e la mortalità totale che agisce tra questo periodo e la primavera t+1 mostra che esiste una correlazione positiva, debole ma significativa, tra l'abbondanza della risorsa e la mortalità che agirà successivamente (Fig. 4).

Tab. 3 - Indici di abbondanza dei gruppi d'età, intervalli di tempo, tassi istantanei di mortalità totale ($Z_{mensile}$) e stime di mortalità totale in 7.5 mesi ($z_{standard}$) in *Mullus barbatus* in mar Ligure. Sono indicati con * i valori superiori a $Z_{med.}$ e con ** quelli superiori a Z_{crash}.

Abundance at age indices, time intervals and estimation of instantaneous total mortality rates in Mullus barbatus *of the Ligurian Sea. Values higher than $Z_{med.}$ are shown as *, those higher than Z_{crash} with **.*

Periodo	r.o.m. 0 plus	r.o.m. 1 plus	t_1	t_2	Δt	$Z_{mensile}$	$z_{standard}$
85-86	1556.3	8.7	8.5	5.5	9	0.576	4.32**
86-87	93.6	16.3	8.5	4.33	7.83	0.223	1.67
90-91	407.3	53.9	11.5	5.33	5.83	0.347	2.60*
91-92	955.0	245.9	11.5	5.5	6	0.226	1.70
92-93	2289.1	359.2	11.5	5.33	5.83	0.318	2.38*
94-95	1103.9	306.9	10.5	5	6.5	0.197	1.48
95-96	2214.2	39.7	10.5	7	8.5	0.473	3.55**
96-97	1193.5	63.5	10.5	7.33	8.83	0.332	2.49*
97-98	301.8	88.0	10.5	6	7.5	0.164	1.23
Mediana	1103.9	63.5	10.5	5.5	7.5	0.318	2.38*

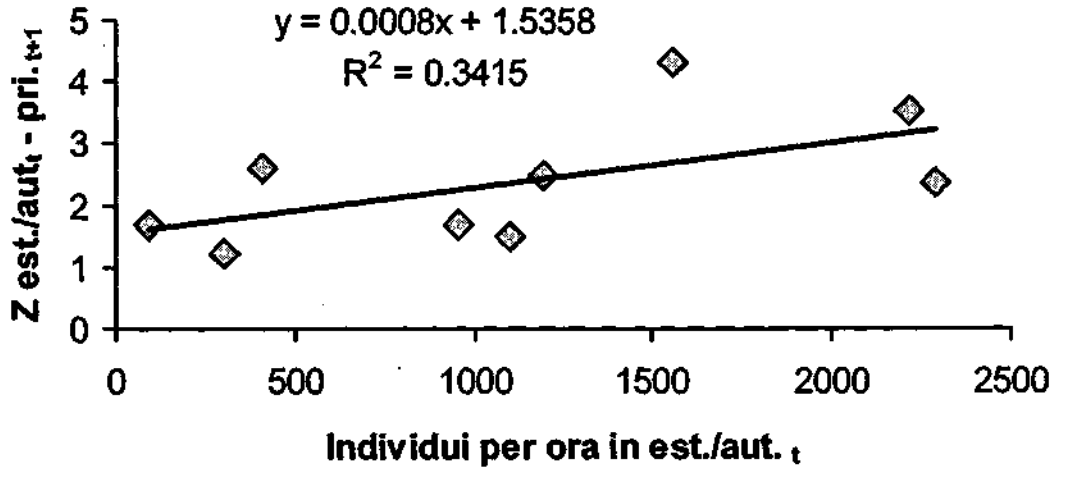


Fig. 4 - Mortalità totale (Z) registrata tra l'estate/autunno di un dato anno e la primavera dell'anno successivo in funzione dell'abbondanza iniziale.

Instantaneous total mortality rate (Z) between summer/autumn of year t and spring of year t+1 in function of abundance at summer/autumn of year t.

L'andamento del tasso di reclutamento di un certo anno (inteso come un parametro di risposta dello stock a stress che diminuiscono la biomassa in mare - pesca inclusa) in funzione della mortalità totale, esercitata nell'intervallo tra l'estate/autunno dell'anno precedente e la primavera in cui avviene la riproduzione (intesa come parametro forzante), non mostra correlazioni significative (Fig. 5).

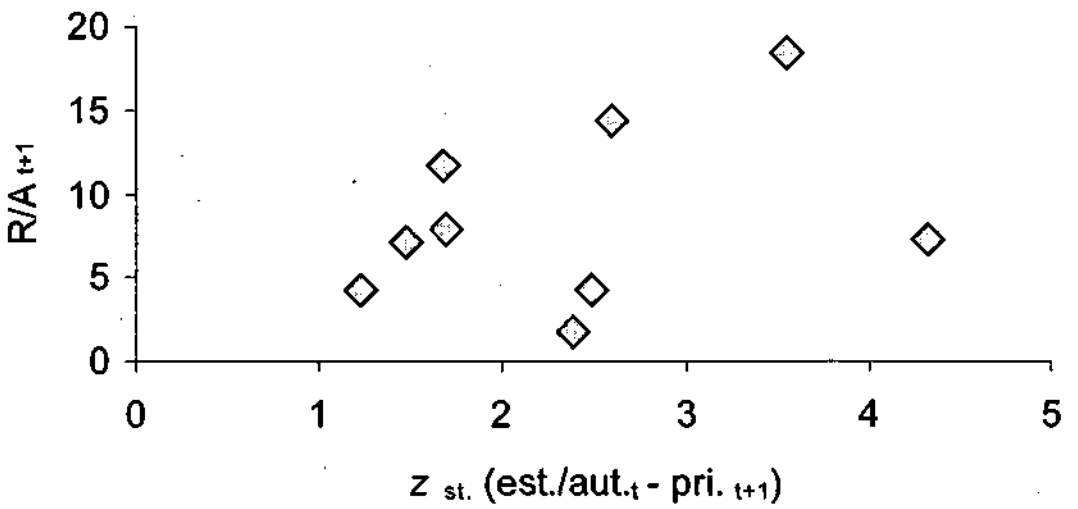


Fig. 5 - Tassi di reclutamento di un dato anno in funzione della mortalità totale ($Z_{standard}$) registrata tra il reclutamento dell'anno precedente e la riproduzione dell'anno dato.
Recruitment rates at a given year in function of total mortality rate ($Z_{standard}$) measured from recruitment of the previous year and spawning of given year.

Discussione e conclusioni

L'estensione dell'indagine all'intera costa ligure ha permesso di verificare, su una scala spazio-temporale più ampia, l'esistenza di relazioni stock-recruitment, già segnalata per la Riviera ligure di Levante con dati relativi agli anni 1982-1993 (Fiorentino *et al.*, 1998), e di fornire i primi calcoli di "replacement lines" (linee di rimpiazzo) di riferimento.

La linea di rimpiazzo che corrisponde alla tangente all'origine indica un valore di Z chiaramente non sostenibile (Z_{crash}); valori di Z uguali o maggiori a Z_{crash} protratti nel tempo aumentano la probabilità di collasso dello stock.

La linea di rimpiazzo corrispondente a $Z_{med.}$, dovrebbe invece rappresentare il valore limite che garantisce un tasso di reclutamento compatibile, nel lungo periodo, con il rinnovo dello stock. Va ricordato che il rapporto R/A dovrebbe indicare un indice della produttività media dello stock, non in termini assoluti, ma in ragione delle mortalità e delle condizioni ambientali che hanno agito, nel caso in esame, tra il 1985 ed il 1998.

Approcci diversi da quello seguito in questo lavoro hanno fornito stime di valori di Z compatibili con la sostenibilità dello sfruttamento in *Mullus barbatus*. Il valore di Z*, che rappresenta la massima mortalità totale compatibile con la riproduzione del 50% degli individui dello stock (Die e Caddy, 1997), calcolato in Mar Ligure su base annuale, vale 3.1 (Zamboni *et al.*, 1999); il valore di Z annuale corrispondente alla Massima Produzione Biologica, ricavato con un modello composito di produzione che impiega i dati raccolti durante le campagne MEDITS 1994,1995 e 1996 in Mar Ligure ed in Tirreno, vale 3.04, considerando il modello di Schaefer, e 1.78, se si usa quello di Fox (Abella *et al.*, 1999).

Il tentativo di estrapolare ad una scala annuale il valore di $Z_{med.}$ presentato in questo lavoro, per ottenere una grandezza confrontabile con Z* e Z_{MBP}, porta ad una stima di $Z_{med.annuale}$=12/7.5*2.05=3.28. L'analoga stima di $Z_{crash\ annuale}$ è pari a 5.14.

Lo studio "allo stato stazionario" della relazione adulti-reclute della triglia di fango del Mar Ligure fornisce l'immagine di una risorsa soggetta ad una mortalità totale che, nel complesso, è al limite della capacità di rinnovo media (valore mediano di $Z_{standard}$=2.38). Per mantenere la risorsa in una condizione di sfruttamento tale da non compromettere nel tempo i livelli di abbondanze in mare e la loro sostenibilità, la mortalità totale media deve passare da 2.38 a 2.05. Nell'ipotesi che la mortalità naturale sia costante a partire dal reclutamento e non vari cambiando lo scenario di sfruttamento, questo obiettivo comporterebbe una diminuzione media della mortalità da pesca del 14% rispetto alle condizioni medie verificatesi nell'arco di tempo compreso tra il 1985 ed il 1998. Considerati gli assunti sulla componente naturale di Z, questo valore dovrebbe essere una sovrastima. Una politica gestionale che tenga conto della situazione di sofferenza del comparto pesca e che, contestualmente, voglia, in modo graduale, aumentare i livelli di biomassa in mare, per consentire un rilancio del settore, potrebbe quindi porsi come obiettivo una riduzione della mortalità da pesca del 7% e poi monitorare nel tempo la risposta dello stock per adattare la gestione all'evolversi della situazione.

Lo studio "fuori dalle ipotesi di equilibrio" degli indici di abbondanza e dei valori di Z fa supporre l'esistenza di cicli, che andrebbero verificati su serie temporali più lunghe. I dati disponibili non permettono di identificarne chiaramente le cause. Sembra tuttavia che la mortalità totale sia densità-dipendente. Data la natura del tasso di mortalità esaminato, non è possibile comprendere se, una maggiore abbondanza all'inizio della stagione di pesca, comporti una maggiore pressione di pesca sulla risorsa ovvero aumenti le componenti naturali della mortalità oppure, ancora, determini entrambi i processi. Questi risultati ribadiscono la necessità e l'urgenza di raccogliere, in maniera sistematica, dati sullo sforzo di pesca per costituire serie temporali integrabili con i dati ottenuti con i trawl surveys.

Summary

Red mullet (*Mullus barbatus* L. 1758) is one of the main target species of the Ligurian Sea coastal fishery. The abundance time series of this species, collected from 1985 to 1998, during the Italian and European trawl surveys, allow to estimate a stock-recruitment relationship, useful to formulate some management indications.

Indices of mean abundance of 1 year old or older Red Mullet spawners, from spring samples, and recruits, from summer or autumn samples, of the same year were obtained by analysis of length/ frequency distributions.

The Ricker's model ($R=Ae^{3.2118(1-A/660.2416)}$) was used to estimate the average stock-recruitment relationship. Two biological reference points, linked to replacement lines, were calculated ($Z_{med.}$=2.05 and Z_{crash}=2.21).

The current total mortality rate in the stock has been evaluated by a modified Heincke's formula, calculated between recruits in summer or autumnal samples at year $_t$ and spawners at 1 or more year old in spring samples at $year_{t+1}$. Z figures ranged between 1.23 and 4.32. In the under study period and according to the "steady state" spawning stock-recruitment analysis, the exploitation of the stock of the Red Mullet in the Ligurian Sea is higher than the limit reference points (median of calculed $Z_{standard}$=2.38). If the time series of abundance indices and Z values were considered away from the equilibrium approach, some cyclical dynamics are found.

Bibliografia

ABELLA A, BELLUSCIO A., BERTRAND J., CARBONARA P.L., GIORDANO D., SBRANA M., ZAMBONI A. (1999) – Use of MEDITS trawl survey data and commercial fleet information for the assessment of some Mediterranean demersal resources. *Aquat. Living Resour.*, **12** (3): 155 - 166.

BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (1997) – An international bottom survey in the mediterranean: the MEDITS programme. *ICES CM 1997/Y:03 (1997):* 16 pp.

CADDY J.F., MCGARVEY (1996) – Targets or limits for management of fisheries. *North American Journal of fisheries management.*, **16** (3): 479-487.

COMINCIOLI V. (1993) – *Problemi e modelli matematici nelle scienze applicate.* Casa Editrice Ambrosiana, Milano: 489 pp.

DIE D.J., CADDY J.F. (1997) – Sustainable yield indicators from biomass: are there appropriate reference points for use in tropical fisheries? *Fisheries Research*, **32**: 69-79.

FIORENTINO F., ZAMBONI A., ORSI RELINI L., RELINI G. (1998) – Relazioni "adulti/reclute" in *Mullus barbatus* (L., 1758) (Osteichthyes – Mullidae) del Mar Ligure: uno studio preliminare. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 308-316.

HEINCKE F. (1913) – Investigations on the plaice. General report.1. The plaice fisheries and protective regulations. Part 1. *Rapp. P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, **17A**: 153 pp.

HILBORN R. (1985) – Simplified calculation of optimum spawning stock size from Ricker's stock recruitment curve. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 1833-1834.

HILBORN R., WALTERS C.J. (1992) – *Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty.* Chapman and Hall, London: 570 pp.

ICES (1997) – Report of the study group on the precautionary approach to fisheries management. *ICES CM 1997/Assess:* 7: 41 pp.

ORSI RELINI L., ARNALDI D. (1986) – Note di biologia della triglia di fango *Mullus barbatus* L. 1758, del Mar Ligure; riproduzione e reclutamento. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52** (Suppl.): 237-250.

PIPITONE C., BADALAMENTI F., D'ANNA G., PATTI B. (1996) – Divieto di pesca a strascico nel Golfo di Castellammare (Sicilia Nord-occidentale): alcune considerazioni. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 200-204.

PIPITONE C. (1999) – Trawling ban in the Gulf of Castellammare: Effects on the small scale fishery economics and on the abundance of fish. *Interim Report of Study no.97/063 to the European Commission, DG XIV*: 23 pp.

RELINI G., PICCINETTI C. (1996) – Ten years of trawl surveys in Italian Seas (1985-1995). FAO Fish. Rep., **533** (Suppl.): 21-41.

RICKER W.E. (1954) – Stock and recruitment. *J. Fish Res. Bd. Can.*, **11**: 559-623.

RICKER W.E. (1973) – Critical statistics from two reproduction curves. In: Parrish B.B. (ed.) "Fish stock and recruitment". *Rapp. P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, **164**: 333-340.

SISSENWINE M.P., SHEPHERD J.G. (1987) – An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**: 913-918.

ZAMBONI A., ROSSI M., FIORENTINO F. (1999) – L'impiego della mortalità totale per valutare la sostenibilità dello sfruttamento in *Mullus barbatus* (L., 1758) (Osteichthyes–Mullidae) lungo la costa ligure. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 630-634.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 117-129

F. Colloca, A. Belluscio, G.D. Ardizzone

Dipartimento Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza", V.le dell'Università, 32 – 00185 Roma, Italia.

SFORZO DI PESCA, CATTURE E GESTIONE DELLO STOCK DI NASELLO (*MERLUCCIUS MERLUCCIUS*) IN UN'AREA DEL TIRRENO CENTRALE

FISHING EFFORT, CATCH AND MANAGEMENT OF THE EUROPEAN HAKE STOCK (MERLUCCIUS MERLUCCIUS) *IN THE CENTRAL TYRRHENIAN SEA*

Abstract

The European hake stock was studied on the basis of data collected from commercial fleet in an area of the central Tyrrhenian Sea. Results of a length based VPA (LCA), carried out using a natural mortality vector, was used to perform a Y/R analysis. The status of the stock was discussed using as reference point a value of 30% in the ratio between the observed spawning stock biomass (SSB) and the spawning biomass of an unexploited stock (SSBv). A decrease of the fishing effort around 40% should be recommended to improve the annual recruitment and rebuild the stock.

***Key words**: European hake, assessment, gear interaction, spawning stock.*

Introduzione

Il nasello costituisce una delle risorse principali della pesca Mediterranea. In diverse aree la specie è sfruttata sia dalle flottiglie di motopescherecci a strascico che da quelle della piccola pesca che fanno uso di attrezzi fissi.

I diversi studi condotti sullo stato di sfruttamento degli stock, basati su dati di campagne di pesca a strascico, hanno generalmente evidenziato una situazione di forte sovrappesca che non giustificherebbe la tenuta nel corso degli anni di un certo livello di reclutamento (Ardizzone, 1998, Orsi-Relini *et al.*, 1994). Studi condotti sulla pesca del nasello con altri attrezzi da pesca hanno evidenziato la presenza di un contingente consistente di adulti della specie che sono scarsamente vulnerabili con le reti da traino (Aldebert *et al.*, 1993). Nel corso degli ultimi anni l'introduzione nei modelli analitici di valutazione di vettori di mortalità naturale e di vulnerabilità taglia-dipendenti hanno permesso di ottenere stime più attendibili dello stato di sfruttamento degli stock di nasello nel Mediterraneo (Abella *et al.*, 1997; Abella e Serena, 1998a).

Nel Tirreno centrale il nasello è pescato sia da imbarcazioni a strascico che di piccola pesca. I primi fanno uso sia di rete di tipo italiano "tartana" che di rete ad ampia apertura verticale "francese" con le quali catturano principalmente giovani immaturi. Le seconde utilizzano reti da posta monopanno che pescano pesci al di sopra di 25 cm TL, in buona parte adulti sopra la taglia di maturità. Negli anni 1997-98 è stato finanziato dalla U.E. uno studio mirato ad analizzare le caratteristiche biologiche e lo stato dello stock di nasello in quest'area, acquisendo dati di sforzo di pesca e sullo sbarcato commerciale dei diversi attrezzi.

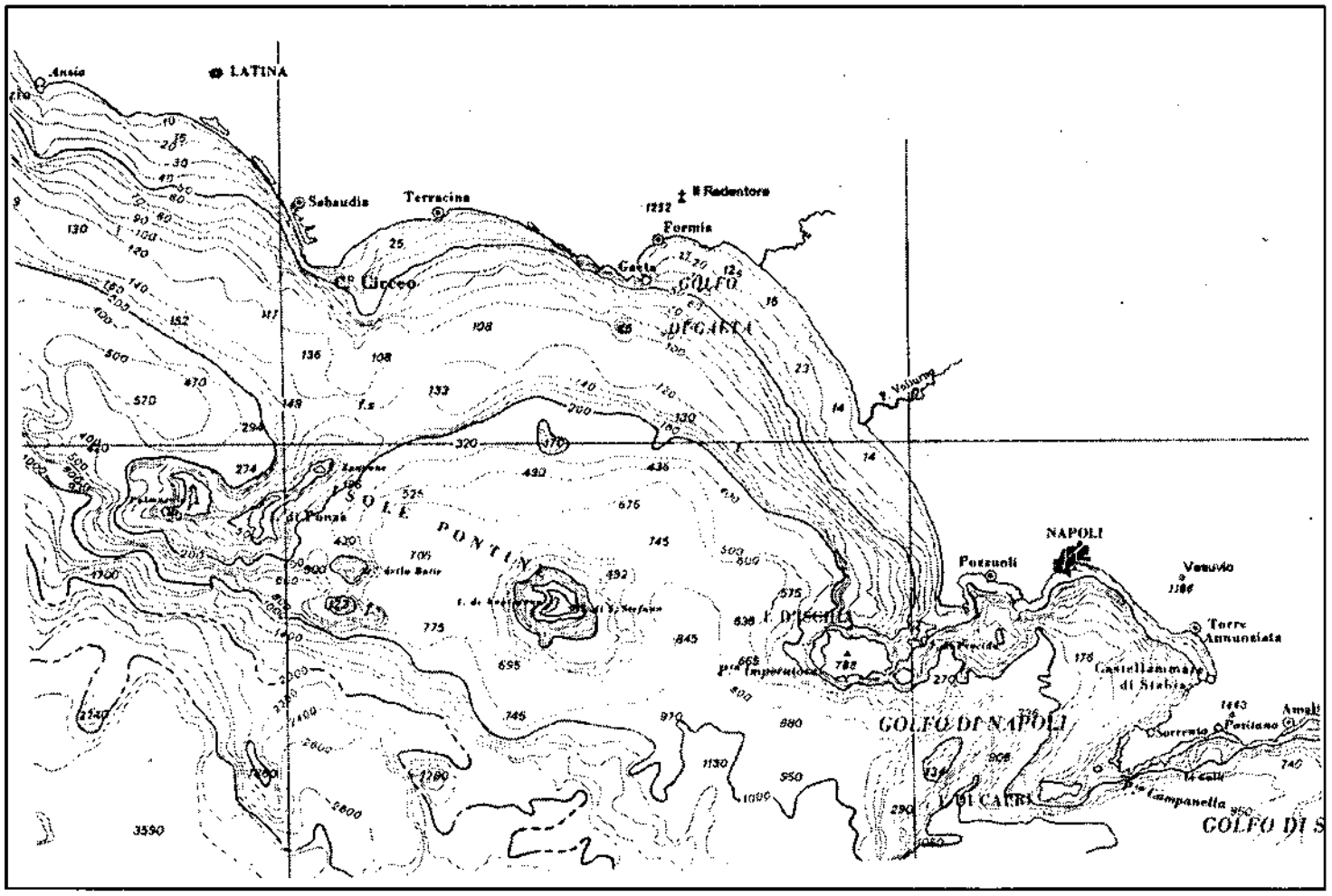
Obiettivo del presente lavoro è la valutazione dello stock di nasello del Tirreno centrale attraverso l'applicazione di modelli analitici (analisi delle coorti di lun-

ghezza e dei rendimenti per recluta) che impiegano vettori di mortalità naturale e vulnerabilità taglia dipendenti.

Il punto di riferimento utilizzato è un valore soglia minimo di sopravvissuti dello stock riproduttore (%SSB) che assicuri la persistenza nel tempo dello stock. Tale valore è ottenuto dal rapporto tra la biomassa osservata di riproduttori (SSB) e quella che si avrebbe in assenza di pesca (SSBv) (Myers *et al.*, 1994). Negli ultimi dieci anni l'applicazione di punti di riferimento biologici basati sulla dimensione dello stock riproduttivo è diventato uno dei criteri per la gestione degli stock in diverse aree marine atlantiche (Mace e Sissenwine, 1993). Il pattern di sfruttamento del nasello mediterraneo, che vede la mortalità per pesca concentrarsi sulle reclute, necessita l'applicazione di strategie gestionali che considerino non tanto la massimizzazione delle catture (F_{max} e F_{01} come punti di riferimento) quanto il livello soglia di dimensione dello stock adulto necessario a evitare rischi di caduta del reclutamento.

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto in un'area del Tirreno centrale compresa tra Capo Circeo e Gaeta (Lazio meridionale) dove operano le flotte di pesca di Terracina e Ponza (Fig. 1).



Tab. 1 - Area di studio.
Study area.

Le indagini sono state indirizzate alla raccolta di dati sulle attività di pesca del nasello nel periodo compreso tra gennaio 1997 e dicembre 1998. Il disegno di campionamento prevedeva l'acquisizione, con frequenza mensile, sia di dati sulle attività di pesca al nasello nell'area (numero e caratteristiche delle imbarcazioni operative – aree di pesca, caratteristiche degli attrezzi – quantitativi sbarcati), sia di informazioni sulla composizione per classi di taglia dello sbarcato e sulla biologia della specie.

Complessivamente sono state condotte 72 giornate di rilevamento delle attività di pesca presso il porto di Terracina e 82 presso il porto di Ponza nel corso delle quali sono stati misurati circa 17.500 individui provenienti dallo sbarcato commerciale (30% piccola pesca, 15% tartana, 55% rete francese). Subcampioni di quest'ultimo, stratificati per taglia e periodo, sono stati esaminati al fine di acquisire dati biologici sulla specie.

La ricostruzione della composizione per taglie dello sbarcato di nasello dei diversi attrezzi (rete a strascico italiana, rete a strascico francese, rete da posta monopanno) nei diversi mesi dell'anno ha permesso di stimare la composizione per taglie dell'intero sbarcato annuale di questa specie.

Per ciascun individuo analizzato sono stati raccolti i dati di lunghezza (L.T. al mm inferiore), peso, maturità sessuale. La taglia di prima maturità sessuale di maschi e femmine è stata calcolata utilizzando il modello logistico (Sparre et al., 1989).

I parametri di accrescimento dei due sessi sono stati ottenuti dalle lughezze ad età retrocalcolate ricavate dall'esame di oltre 600 otoliti di individui tra 5 e 87 cm LT. La relazione taglia peso dei due sessi è stata stimata su un numero significativo di individui.

L'analisi delle coorti per taglia (LCA) è stata condotta impiegando i dati di sbarcato per attrezzo relativi al 1998 e un vettore di mortalità naturale per taglia, $M_t = M_a + B/t$ (M_a = M asintotico, B = concavità della curva, Caddy, 1991), calcolato utilizzando il programma PROBIOM (Abella *et al.*, 1997). Il programma si basa sull'assunto secondo il quale la biomassa di una popolazione non sfruttata rimane stabile nel tempo.

La stima di F per classe di taglia ottenuta dalla LCA è stata suddivisa tra i diversi attrezzi che sfruttano il nasello nell'area in base alla percentuale di contributo di ciascuno di essi allo sbarcato complessivo. I valori di F della tartana e della rete francese sono stati inoltre corretti sulla base della curva di selettività/vulnerabilità della specie (Fig. 2). La stima dei valori della parte sinistra della curva, ottenuta attraverso le ogive di selezione, è stata ottenuta da esperimenti precedenti che prevedevano l'uso del coprisacco. I valori della parte destra di tale curva, relativi alle taglie parzialmente vulnerabili con rete a strascico sono stati calcolati in base ai risultati della LCA e al metodo indicato da Abella e Serena (1998b).

Il vettore di mortalità per pesca così corretto è stato impiegato in un modello previsionale di rendimento per recluta la cui analisi si basa sulla suddivisione della biomassa dello sbarcato per il numero di reclute derivato dalla LCA. La formula impiegata è derivata dall'equazione di cattura, espressa come funzione del numero medio di pesci per classe di lunghezza:

$$Y/R = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^{n} C_i w_i = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^{n} N_i w_i F_i$$

Dove N_i è il numero totale di pesci alla classe di lunghezza *i*, C_i e w_i sono rispettivamente il numero e il peso medio dei pesci catturati alla classe di lunghezza *i*.

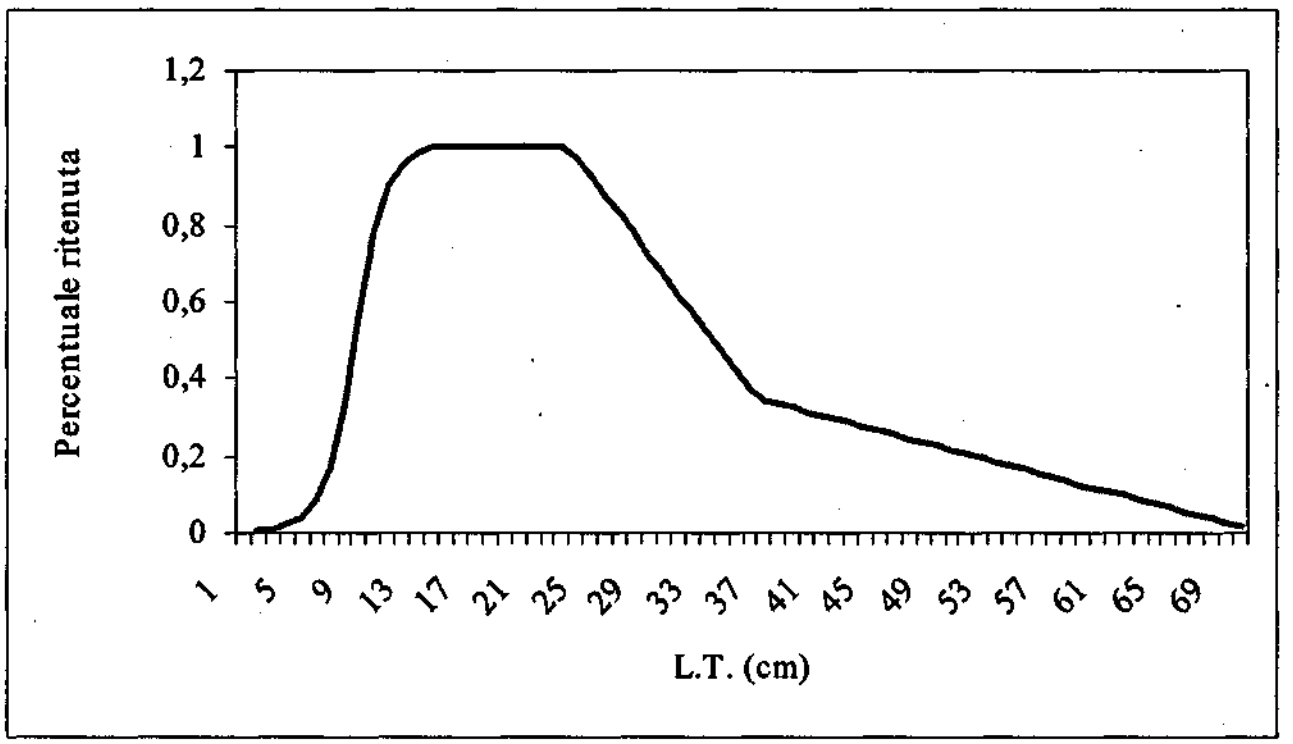


Fig. 2 - Curva di ritenzione del merluzzo per la rete a strascico tipo tartana con maglia al sacco di 40 mm. I dati utilizzati derivano da esperimenti di selettività con coprisacco e dai risultati dell'analisi delle coorti per taglia.

Hake selectivity curve of the Italian trawl net with 40 mm cod-end mesh size drawn on the basis of trawl selection surveys and length cohort analysis.

La modifica del valore di F consente di effettuare valutazioni previsionali dei rendimenti.

L'interazione tra gli attrezzi è stata analizzata disaggregando i valori di mortalità per pesca istantanea per classe di taglia, (F_i), nelle mortalità esercitate da ciascun attrezzo j ($F_{i,j}$)che sono pari a $F_{i,j} = F_i$ (C/CL).

Risultati

Flotta e sforzo di pesca

La tabella 1 riassume le informazioni mensili sulla dimensione della flotta attiva e sul numero di giornate per mestiere di pesca e, relativamente allo strascico, per fascia batimetrica. Le giornate di pesca complessive nel 1997 sono state 195 per lo strascico, 217 per la piccola pesca di Terracina e 134 per quella di Ponza.

Nell'area lo sforzo di pesca a strascico si concentra sostanzialmente entro i 120 m di profondità, riducendosi progressivamente a profondità maggiori. Ciò è da mettere in relazione con l'avvento nella marineria di Terracina, nel corso degli ultimi anni, della rete ad ampia apertura verticale (francese), il cui uso è legato alla maggiore efficacia nella cattura di specie nectobentoniche (nasello, calamaro, ecc.) tipiche della piattaforma. Le barche della piccola pesca sfruttano i fondali più profondi della piattaforma (150-200 m) nel periodo invernale-primaverile, spostandosi su fondali più profondi (200-500 m) in estate. Attualmente la flotta peschereccia è composta da 30 imbarcazioni, 25 delle quali fanno uso di reti ad ampia apertura verticale. La flotta di piccola pesca è costituita da 31 barche (20 a Terracina e 11 a Ponza).

Tab. 1 - Ripartizione mensile, per strato batimetrico e mestiere, dello sforzo di pesca calcolato in giornate di pesca e numero di barche.
Monthly distribution of the fishing effort (number of boats and days) by depth strata and gear.

	Strascico 10-120 m			Strascico 120-400 m			Strascico 400-700 m			Posta Terracina			Posta Ponza		
mese	*gg*	*barche*	*tot*	*gg*	*barche*	*tot*	*gg*	*barche*	*tot*	*gg*	*barche*	*tot*	*gg*	*barche*	*tot*
Gen '97	20	18	350	20	10	200	20	2	40	17	8	136	11	-	-
Feb	19	23	428	20	6	120	20	2	30	18	9	162	11	-	-
Mar	20	19	370	19	7	133	19	5	86	19	11	209	11	12	132
Apr	12	23	276	14	4	56	15	5	68	17	11	187	12	8	96
Mag	22	13	275	21	14	294	21	6	116	21	13	273	22	8	176
Giu	20	12	230	15	15	225	13	5	65	19	8	152	14	4	56
Lug	21	7	147	17	16	272	14	10	140	26	8	208	8	6	48
Ago	18	16	288	14	8	112	11	8	88	18	8	144	16	3	48
Set	15	22	330	12	6	72	10	4	35	21	6	126	15	2	30
Ott	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4	72	2	2	4
Nov	12	29	348	13	2	26	14	0	0	12	1	12	2	2	4
Dic	16	28	440	14	4	56	12	0	0	11	1	11	10	6	60
Gen '98	20	16	310	20	10	200	22	4	77	16	5	80	17	6	102
Feb	20	14	270	20	12	240	23	5	104	19	8	152	14	6	84
Mar	17	15	247	16	12	192	16	4	56	11	9	99	8	6	48

Quantitativi e struttura degli sbarcati per attrezzo

Lo sbarcato complessivo di nasello nell'area considerata è stato pari a circa 142,5 ton da marzo a dicembre del 1997 e a 147,9 ton nel 1998. Il maggior contributo a tale produzione è dato dalle imbarcazioni che fanno uso di rete a strascico ad ampia apertura verticale. Gli sbarcati delle reti da posta sono comunque consistenti essendo compresi tra il 20 e il 30% dello sbarcato annuale. Le distribuzioni di lunghezza degli sbarcati dei tre attrezzi considerati per sesso sono riportati in Fig. 3. Le femmine sono presenti nello sbarcato commerciale con individui fino a 87 cm LT mentre i maschi non oltrepassano generalmente i 45 cm LT (43 cm massima lunghezza rilevata). Quest'ultimi costituiscono il 58.3% dello sbarcato annuale.

I due tipi di rete a strascico non mostrano differenze sostanziali nella struttura delle catture. Lo sbarcato della rete francese si differenzia da quello della tartana classica per una maggiore incidenza di individui al di sopra di 20 cm LT.

Distribuzione batimetrica

Nell'area sono presenti estese aree di nursery della specie tra 100 e 200 m di profondità (Ardizzone e Corsi, 1997).

Con l'accrescimento i merluzzi si ripartiscono sia su fondali più superficiali della piattaforma che sui fondali della scarpata oltre i 200 m di profondità. L'analisi

dei dati raccolti nel corso delle campagne di pesca a strascico nell'area (Ardizzone *et al.*, 1998) negli anni '90 evidenziano una differente ripartizione batimetrica di maschi e femmine in relazione alla taglia.

In generale il rapporto sessi risulta a favore delle femmine a profondità inferiori a 100 m e oltre i 300 m. L'inverso si verifica a profondità intermedie (100-300 m). In particolare per le taglie comprese tra 20 e 30 cm il rapporto sessi si sbilancia sempre più a favore delle femmine all'aumentare della profondità (Fig. 4).

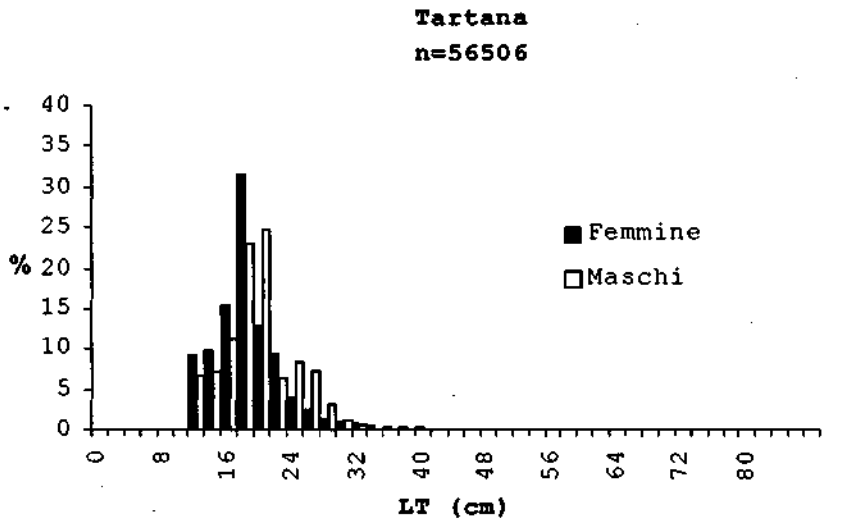


Fig. 3 - Distribuzioni dello sbarcato commerciale annuale di merluzzo (1998) nell'area di studio per sesso e attrezzo.
Annual length frequency distributions of the hake catches (1998) by sex and gear.

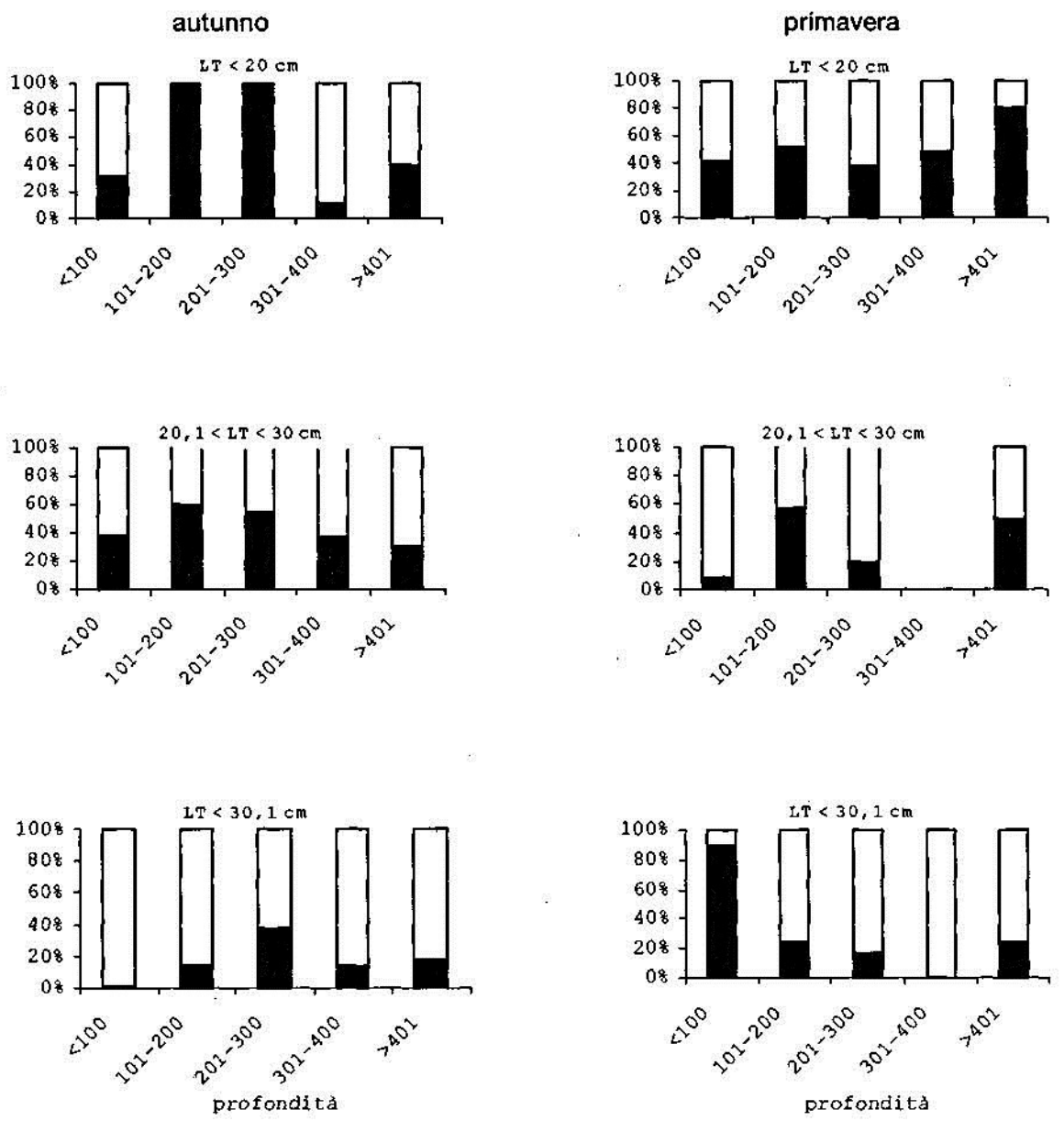


Fig. 4 - Rapporto sessi di *M. merluccius* per intervallo batimetrico, taglia e stagione.
Sex ratio of M. merluccius *by depth strata, size class and season.*

Valutazione della risorsa

I parametri biologici utilizzati per l'analisi dello stato di sfruttamento dello stock sono riportati nella tabella 2.

La mortalità per pesca relativa ai tre attrezzi considerati declina rapidamente all'aumentare della taglia, in particolare per le reti a strascico, ad evidenziare il ridursi della vulnerabilità del nasello con la crescita.

L'analisi dei rendimenti per recluta applicata ai due sessi separatamente mostra uno stato squilibrato rispetto all'optimum se si considera come punto di riferimento il rapporto tra la biomassa attuale dei riproduttori (SSB) e quella che si avrebbe in assenza di sforzo di pesca (SSBv). La situazione attuale di maschi e femmine evidenzia che tale rapporto è attualmente del 17% per le prime e del 15% per i secondi (Fig. 5).

In assenza di dati sulla relazione tra stock e reclutamento, una valutazione preliminare sulle dimensioni minime dello stock riproduttivo che assicuri la rinnovabilità della risorsa, deve basarsi sui dati di letteratura.

Un valore soglia di SSB pari al 30% dello stock in condizioni di non sfruttamento (SSBv) è stato identificato come sufficiente per oltre l'80% dei prin-

cipali stock di specie atlantiche studiate nel corso del secolo (Mace e Sissenwine, 1993). Nel caso dello stock di nasello considerato, la riduzione dello sforzo di pesca dovrebbe essere del 40% per riportare la biomassa dei riproduttori verso tale limite.

Tab. 2 - Parametri biologici del merluzzo utilizzati per l'analisi.
Biological parameters of hake used for analysis.

	Femmine	Maschi
Curva crescita von Bertalanffy		
L_∞	92.4	42.4
K	0.11	0.44
t_o	-0.72	0.05
Relazione lunghezza-peso		
a	0.006	0.008
b	3.06	2.92
Curva mortalità naturale per classe taglia		
A_a/B	-0.085/2.97	-0.102/3.14
Mortalità per pesca dell'ultima classe taglia		
F_{term}	0.1	0.1
Taglia di prima maturità sessuale		
L_{50}	38.5	32.0

Se si utilizza come criterio gestionale la massimizzazione dei rendimenti, utilizzando come punto di riferimento di F il valori di F_{01} (10% dell'incremento di Y/R all'origine), la situazione appare in equilibrio per i maschi, mentre per le femmine necessiterebbe di una riduzione della pressione di pesca di poco inferiore al 40%. Per quest'ultime una gestione basata sulla prevenzione della caduta del reclutamento consentirebbe anche di ottimizzare i rendimenti mantenendo inalterato il pattern di sfruttamento della specie nell'area.

La Fig. 5 evidenzia come un incremento della pressione di pesca sulla risorsa produrrebbe un ulteriore crescita dei rendimenti per recluta determinando però una riduzione dello stock di riproduttori.

L'esame dei rendimenti per recluta disaggregati per attrezzo, effettuato per le femmine, evidenzia che la rete francese, come atteso dai dati di sbarcato, risulta l'attrezzo più importante. Piccole variazioni nello sforzo di pesca con questo attrezzo sono in grado di produrre variazioni consistenti dei rendimenti delle reti da posta e delle dimensioni dello stock riproduttivo (Fig. 6). Le strascicanti tradizionali influenzano in maniera trascurabile le rese degli altri due attrezzi e la struttura dello stock. Le reti da posta svolgono un ruolo importante, non tanto per i rendimenti dei motopescherecci a strascico, quanto per l'impatto sugli adulti.

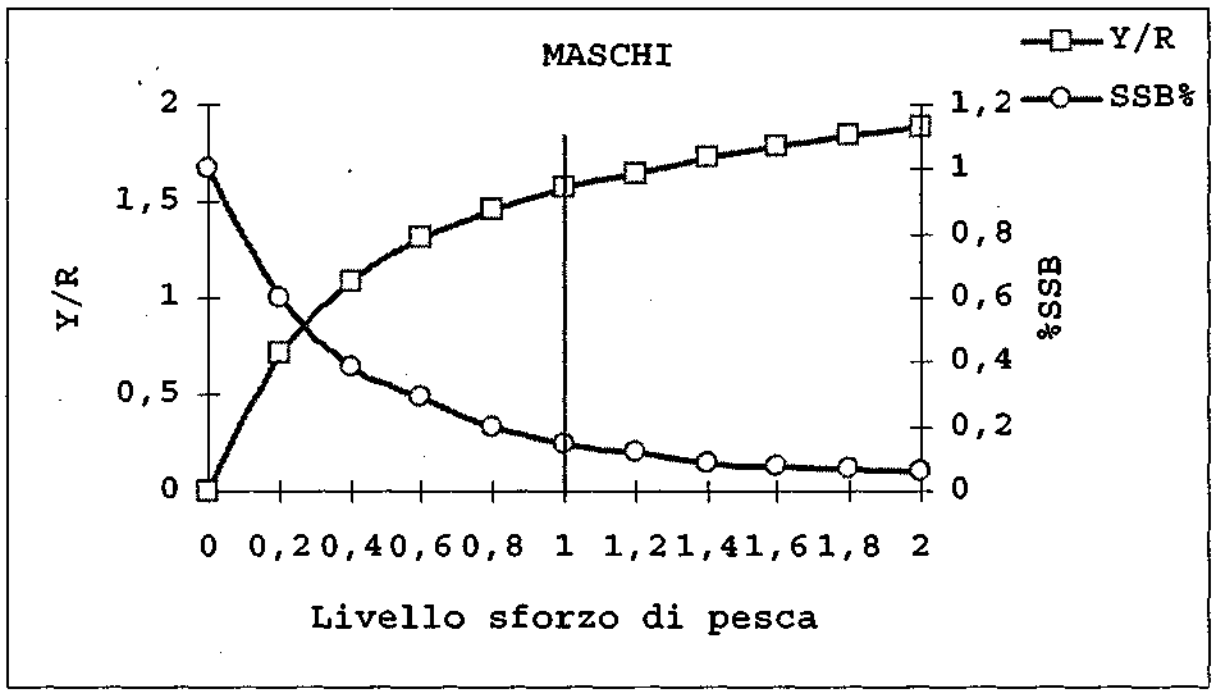


Fig. 5 - Rendimenti per recluta (Y/R) e percentuale di stock riproduttivo %SSB (SSB/SSBv) di maschi e femmine di merluzzo.

Yield per recruit (Y/R) and percentage of spawning stock %SSB (SSB/SSBv) of males and females of the hake.

Discussione e conclusioni

La valutazione dello stato dello stock di nasello del Tirreno centrale è stata condotta attraverso la raccolta di dati sulle diverse classi di taglia e sulla distribuzione dello sforzo di pesca degli attrezzi che sfruttano la specie.

La metodologia di campionamento adottata ha consentito di ottenere stime attendibili dei parametri biologici della specie e dei quantitativi sbarcati per taglia, sesso ed attrezzo.

La valutazione della risorsa è stata effettuata utilizzando vettori di mortalità/vulnerabilità per classe di taglia, che consentono una ricostruzione più realistica della struttura dello stock e dell'impatto su di esso delle attività di pesca (Abella *et al.*, 1997).

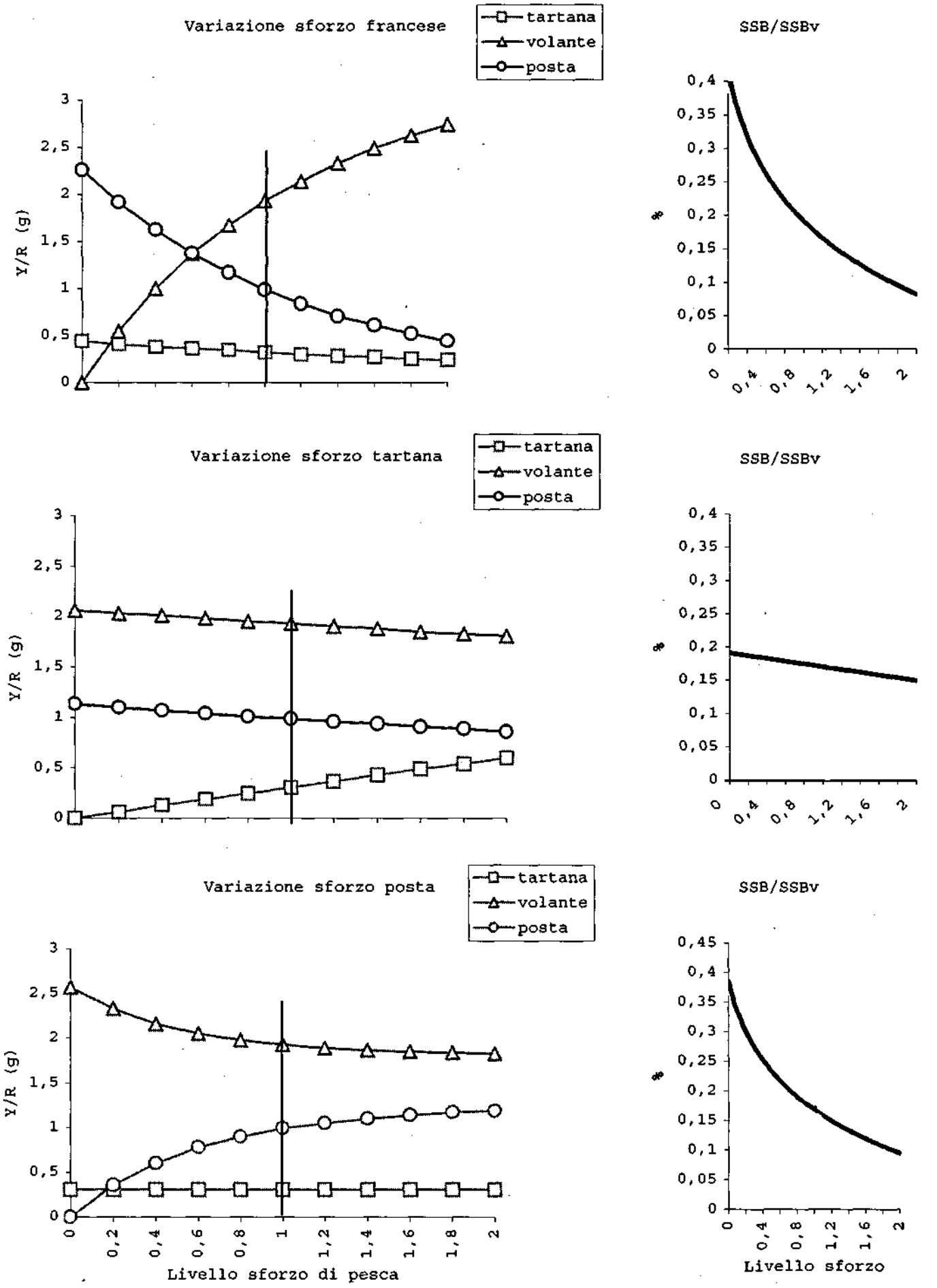


Fig. 6 - Analisi dei rendimenti per recluta e del rapporto SSB/SSBv delle femmine per i tre attrezzi disaggregati. Le figure mostrano l'impatto della variazione dello sforzo di un attrezzo mantenendo inalterato quello degli altri due.

Yield per recruit of female hakes for gear disaggregated. The graphs show the impact on Y/R and SSb/SSBv ratio when the fishing effort of one gear is changed.

Nell'attuale pattern di sfruttamento della specie nel Mediterraneo, che vede la mortalità per pesca concentrarsi nelle prime due classi di età, la sopravvivenza della risorsa è garantita dalla bassa catturabilità dei riproduttori. Nel Tirreno centrale allo sfruttamento dei giovanili da parte dello strascico si aggiunge la pesca selettiva di pesci di maggiori dimensioni da parte delle imbarcazioni della piccola pesca che impiegano reti da posta. Una strategia mirata alla gestione della risorsa deve quindi indirizzarsi verso la salvaguardia dello stock riproduttore e quindi del reclutamento annuale, al fine di assicurare la rinnovabilità della popolazione, non necessariamente promuovendo la massimizzazione dei rendimenti.

La stima di valori soglia minimi della biomassa degli adulti è ormai da più parti riconosciuto come basilare nel fornire indicazioni per la gestione degli stock sfruttati (Mace e Sissenwine, 1993; Myers *et al.*, 1994).

L'assenza di dati consistenti sulla relazione spawning-recruitment per il nasello mediterraneo riduce le possibilità di calcolare tale valore soglia in maniera diretta. In assenza di tali informazioni, è necessario utilizzare le informazioni disponibili in bibliografia su stock meglio studiati e tassonomicamente vicini. Per il genere *Merluccius* (*M. merluccius*, *M. bilinearis*) sono stati evidenziati valori soglia di SSB compresi tra il 30% e il 51% del SSBv (Mace e Sissenwine, 1993) che risultano piuttosto elevati se comparati a quelli ottenuti per altre specie di gadidi, indicando una bassa resistenza alla pressione di pesca. L'accentuarsi del prelievo sugli adulti di nasello potrebbe quindi determinare una rottura della capacità dello stock di "sopportare" l'attuale pattern di sfruttamento, come suggerito peraltro da Caddy (1993).

I dati ottenuti in questo studio evidenziano la necessità di una riduzione dello sforzo di pesca per ambedue i sessi di circa il 40% per portare la percentuale di adulti al di sopra del 30% del rapporto SSB/SSBv. Valori simili nella percentuale di riproduttori di nasello sono stati rilevati da Abella *et al.* (1998a) per l'area Toscana dove ugualmente la specie è sfruttata con attrezzi differenti. Una riduzione della mortalità per pesca del 40% sposterebbe i valori di Y/R delle femmine verso quelli di riferimento ad F_{01}. Ciò non si verifica per i maschi che appaiono rispetto a questo parametro in equilibrio.

Un'altra importante indicazione che emerge dallo studio condotto è che il contributo dato dalla piccola pesca alla sfruttamento della risorsa non è affatto trascurabile e che l'incremento delle rese delle reti da posta può avvenire solamente con una riduzione dello strascico. Un aumento dello sforzo di questo attrezzo innalzerebbe i rendimenti per recluta determinando però un abbassamento della dimensione dello stock riproduttivo.

Nell'area indagata, la bassa catturabilità degli adulti è determinata da un lato dalla selettività delle reti a strascico e dall'altro dalla loro distribuzione batimetrica. I dati raccolti nel corso di 15 anni di trawl surveys evidenziano la tendenza degli adulti, femmine in primo luogo, a distribuirsi sui fondali della scarpata, dove la pressione di pesca è ridotta.

Le differenze osservate nella struttura per taglie dei due sessi (assenza di maschi oltre i 43 cm LT), non rilevata in passato nel Tirreno centrale (Matta, 1954) e in altre aree mediterranee (Recasens *et al.*, 1998) potrebbe spiegarsi con le differenze nella distribuzione batimetrica dei due sessi in rapporto alla distribuzione dello sforzo di pesca. Sui fondali dove si concentrano maggiormente le attività di pesca i maschi risultano più abbondanti delle femmine e quindi più catturabili. Ciò spiegherebbe anche la maggiore preponderanza dei maschi negli

sbarcati dell'area. Ad incrementare la mortalità dei maschi rispetto alle femmine si aggiunge il loro più basso tasso di accrescimento che riduce la probabilità che essi hanno di sottrarsi alla cattura delle strascicanti. Un andamento simile del rapporto sessi in relazione alla taglia e alla profondità è stata rilevata lungo le coste tunisine (Bouhlal, 1973).

In generale lo studio condotto evidenzia uno stato di sfruttamento meno sbilanciato di quello evidenziato in passato per altre aree mediterranee (Aldebert e Recasens, 1996; Ardizzone, 1998; D'Onghia *et al.*, 1995; Orsi-Relini *et al.*, 1994) impiegando valori costanti di mortalità naturale. Tuttavia risulta evidente la situazione di rischio che grava sullo stock studiato in virtù della bassa percentuale di adulti presenti e dell'evoluzione delle attività di pesca che si indirizzano verso l'impiego di attrezzi maggiormente efficaci verso gli adulti (aumento dell'uso della rete a strascico francese, impiego diffuso delle reti da posta). Tale rischio andrebbe prevenuto se si considera che nell'area di indagine sono presenti alcune delle più importanti aree di nursery e probabilmente di riproduzione delle specie nel Mar Tirreno (Ardizzone e Corsi, 1997).

Summary

The European hake stock was studied on the basis of data collected from commercial fleet in an area of the central Tyrrhenian Sea. Fishing effort was quantified as number of boats per fishing gear, period and depth strata. Males appeared more abundant than females in the landing of the three main gear used. Results of a length based VPA (LCA), carried out using a natural mortality vector by size-class was used to perform a Y/R analysis.

Fishing mortality by size class was adjusted using a selectivity/vulnerability vector. The main reference point used for evaluation was a threshold value of 30% of the ratio between the observed spawning stock biomass (SSB) and the spawning biomass of an unexploited stock (SSBv).

The gear that have the greater influence on the Y/R was the French trawl. Small variation on trawling effort can affect conspicuously both catch and yield of the other gear.

The observed ratio SSB/SSBv was around 17% for the females and 15% for males. A reduction of the 40% in the overall fishing effort should be recommended to improve the annual recruitment and rebuild the stock.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. Alvaro Abella che ci ha fornito utili suggerimenti per lo studio dello stock e messo a disposizione i softwares con cui sono stati applicati i modelli analitici.

Bibliografia

ABELLA A.J., CADDY J.F., SERENA F. (1997) - Do natural mortality and availability decline with age? An alternative yield paradigm for juvenile fisheries, illustrated by the hake *Merluccius merluccius* fishery in the Mediterranean. *Aquat. Living Resour.*, **10**: 1-14.

ABELLA A.J., SERENA F. (1998a) - Stato di sfruttamento del merluzzo nei compartimenti di pesca di Livorno e Viareggio. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 136-150.

ABELLA A.J., SERENA F. (1998b) - Selettività e vulnerabilità del nasello nella pesca a strascico. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 496-504.

ALDEBERT Y., RECASENS L. (1996) - Comparison of methods for stock assessment of European hake *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (Northwestern Mediterranean). *Aquat. Liv. Res.*, **9**: 13-22.

ALDEBERT Y., RECASENS L., LLEONART J. (1993) - Analysis of gear interaction in a hake fishery: The case of the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 207-217.

ARDIZZONE G.D. (1998) - Un tentativo di valutazione delle condizioni di *Merluccius merluccius* e *Mullus barbatus* nei mari italiani. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 151-168.

ARDIZZONE G.D., CORSI F. (Eds) (1997) - Atlante delle Risorse Ittiche Demersali dei Mari Italiani. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (2): 568 pp.

ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., GENTILONI P., COLLOCA F., CARDINALE M., CRESPI V., CARPENTIERI P., SCHINTU P. (1998) - Valutazione delle risorse demersali unità operativa t-4: foce del Garigliano – Isola di Giannutri, periodo 1985-1998. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 53-63.

BOUHLAL M. (1973) - Le merlu des cotes nord de la Tunisie: Etude économique et biologique (reproduction, sex-ratio et répartition bathymétrique). *Bull. Inst. Oceanogr. Pêche Salammbò*, **2**: 579-603.

CADDY J.F. (1991) – Dead rates and time intervals: is there an alternative to the constant natural mortality axiom? *Rew. Fish Biol. And Fisher.*, **1**: 109-138.

CADDY J.F. (1993) - Some perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 121-130.

D'ONGHIA G., TURSI A., MATARRESE A., SION L. (1995) - Population dynamics of *Merluccius merluccius* (L., 1758) from the Northern Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Ann. Inst. Océanogr., Paris.*, **71**: 35-44.

GOODYEAR C.P. (1989) - Spawning stock biomass per recruit: the biological basis for a fisheries management tool. *ICCAT Working Document* SCRS/89/82: 10 pp.

MACE P.M., SISSENWINE M.P. (1993) - How much spawning per recruit is enough? In: S.J. Smith, J.J. Hunt and D. Rivard (eds), Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, **120**: 101-118.

MATTA F. (1954) - Il merluzzo del Mediterraneo. Nota II. *Boll. Pesca*, **8** (1): 82-102.

MYERS R.A., ROSENBERG A.A., MACE P.M., BARRWMAN, RESTREPO V.R. (1994) - In search of thresholds recruitment overfishing. *ICES J. Mar. Sci.*, **51**: 191-205.

ORSI RELINI L., FIORENTINO F., RELINI G., ZAMBONI A. (1994) - An attempt to evaluate ligurian hake resources with notes on the biology and dynamics of *Merluccius merluccius*. *CEE - Study for assessment and management of fisheries in the Western Mediterranean. Final Report*, **2**: 102-118.

RECASENS L., LOMBARTE A., MORALES-NIN B., TORRES G.J. (1998) – Spatio temporal variation in the population structure of the European hake in the NW Mediterranean. *J. Fish. Biol.*, **53**: 387-401.

SPARRE. P., URSIN E., VENEMA S.C. (1989) - Introduction to the tropical fish stock assessment. Part 1 Manual. *FAO Fish. Tec. Paper*, **306**.1: 337 pp.

Studio finanziato dalla C.E. (Study proposal 95/79).

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 130-139

M. INNAMORATI, C. MELILLO, F. GIOVANARDI

Laboratorio di Ecologia, Dipartimento di Biologia Vegetale,
Università di Firenze, Via Micheli, 1 - 50121 Firenze, Italia.

RILASCIO BENTONICO DEI NUTRIENTI NELLA LAGUNA DI ORBETELLO

BENTHIC RELEASE OF NUTRIENTS IN THE ORBETELLO LAGOON

Abstract

The distrophy of the Orbetello Lagoon is clearly shown by the absence of a regular seasonal vartation of the phytoplankton biomass, but the time series of the examined variables (°C, S‰, OD, pH, Eh, NO_2, NO_3, NH_3, N_{ton}, PO_4, P_{ton}, Chl, Phaeopigments) are sinchronous in the whole lagoon. The most informative variables, except for the points influenced by the river and by the sea, are: nitrogen oxidized nutrients, oxygen anomaly, redox potential and degraded phytoplankton biomass, which are also the most sensible variables to the dystrophic processes of the system and, from this point of view, the multivariate discriminant analysis confirm the differences between the lagoons and among the stations. The nutrients are of benthic i.e. autochthonous origin and the anthropic wastes have little effects on the lagoon eutrophication. The problem is that of the sea-lagoon exchanges which must be intensified.

Key-words: *Orbetello Lagoon, nutrients, sediments, eutrophication.*

Introduzione

Dal 1995 (Innamorati *et al.*, 1996; Cartei e Innamorati, 1997 (a); Cartei e Innamorati, 1997 (b); Cartei *et al.*, 1998; Innamorati, 1998) abbiamo seguito l'evoluzione della distribuzione spaziale e temporale dei fattori ambientali e della biomassa microalgale della Laguna di Orbetello e ne abbiamo tratto la conclusione che la distrofia alla quale soggiace dipende dagli scarsi ricambi con il mare che sono stati sempre controllati dagli interessi umani: *malo modo* per la natura e per l'economia.

Rispetto agli studi precedentemente condotti da altri ricercatori, i nostri sono stati svolti con una elevata frequenza di campionamento, temporale (ogni ca. 15 d) e spaziale (1 stazione/km^2 ca.), che ci ha permesso di individuare le regolarità e le irregolarità dell'evoluzione lagunare.

La regolarità più importante è che le variazioni dei principali fattori ambientali trofici presentano oscillazioni che sono sincrone su tutta la Laguna ad eccezione delle zone perturbate dal flusso del mare e del fiume che sono appunto controllati dall'uomo. Queste variazioni non sono però contigue e continue rispetto agli apporti antropici da terra. Ciò per noi indica che la causa della distrofia lagunare è indipendente da questi, autoctona e bentonica: cioè i nutrienti vengono immessi nell'acqua dall'attività microbica del fondale che mineralizza la grande quantità di sostanza organica che vi è contenuta. La sincronia spaziale implica l'azione contemporanea di fattori su tutta la laguna, che, a nostro avviso, sono quelli meteorologici i quali intervengono episodicamente, preferibilmente in certe stagioni, e favoriscono l'attività microbica. La mancanza di stazioni meteo nella Laguna, che ora siamo riusciti fare installare, non ci ha permesso di approfondire queste correlazioni meteolagunari.

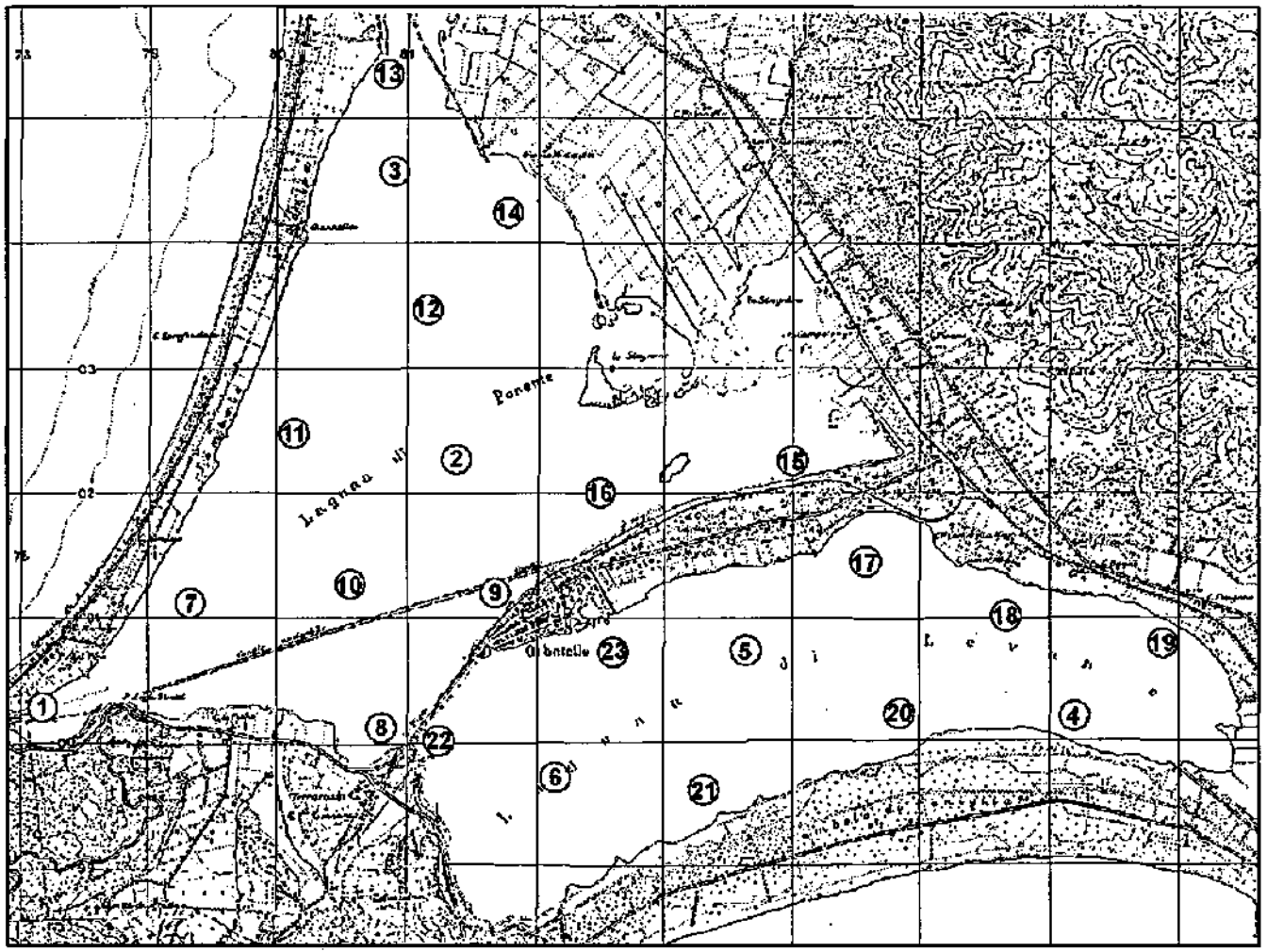


Fig. 1 - Laguna di Orbetello: ubicazione delle stazioni.
Orbetello Lagoon: position of the stations.

Le indagini sul sedimento indicano che gli interventi per il risanamento lagunare debbono orientarsi ad aprire gli scambi con il mare, poiché la depurazione degli scarichi antropici, se potrà avere effetto per i decenni futuri, attualmente rappresenta una frazione trascurabile dell'inquinamento trofico lagunare.

Con questo lavoro, abbiamo proseguito l'indagine sulla colonna d'acqua e sviluppato quella sul sedimento.

Materiali e metodi

L'attività di campionamento precedentemente svolta (Cartei *et al.*, 1998) è stata proseguita quindicinalmente nelle stazioni 1-6 e stagionalmente su tutte le 23 (Fig. 1).

Con la batisonda Idronaut 401 sono state eseguite le misure di °C, S‰, γ, OD, pH, Eh ogni 10 cm dalla superficie al fondo (ca. 1 m). Sono stati prelevati campioni di acqua a 30 cm dalla superficie per le analisi dei nutrienti (NO_2, NO_3, NH_3, N_{tot}, PO_4, $P_{tot.}$), dei clorofeopigmenti (Innamorati *et al.*, 1990), del TOC e DOC (Shimadzu 5000A) e della sostanza organica disciolta colorata (CDOM; Bricaud *et al.*, 1981; *alias* sostanza gialla, o gilvina).

Con la benna Jenkin sono state prelevate carote (ø 7 × h 50 cm) di sedimento con l'acqua soprastante. Su queste, in tempi successivi ed a temperatura e condizioni di laboratorio, sono stati determinati l'OD, i nutrienti e la CDOM nell'acqua; la sostanza organica (p. secco, 80°C × 48 h, tolte le ceneri, 500°C × 48 h)

ed il TOC nel sedimento, mentre nell'acqua interstiziale (supernatante da 1500 $g \times 15$ min) i nutrienti.

Per: (1) individuare le variabili che per l'entità della variazione e della interdipendenza con le altre contengono la maggior quantità di informazione per descrivere il sistema; (2) valutare la significatività delle differenze tra le 6 stazioni; (3) valutare la differenza funzionale tra le due lagune e tra le 3 stazioni di ciascuna in base all'insieme delle interazioni tra le variabili; sono stati svolti rispettivamente: (1) l'ordinamento delle variabili in base all'informazione che ciascuna di queste contiene rispetto alla informazione totale (Orloci, 1973); (2) l'analisi della varianza tra le 6 serie temporali di ciascuna variabile; (3) l'analisi discriminante multivariata in base alla significatività (T^2 di Hotelling) della distanza di Mahalanobis (Morrison, 1976).

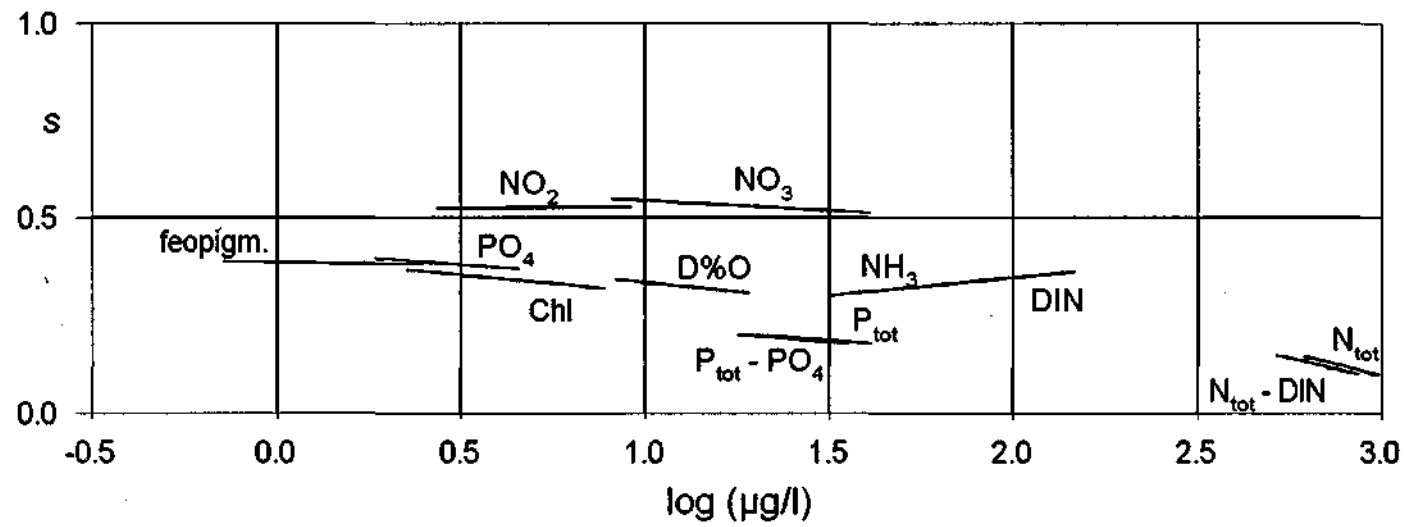


Fig. 2 - Regressioni tra scarto quadratico medio e media delle variabili indicate.
Regressions of the standard deviation versus means of the mentioned variables.

L'analisi probabilistica delle elaborazioni presuppone la normalità della distribuzione. Poiché i processi trofici determinano la moltiplicazione dei microrganismi sia degradatori che produttori primari, la variazione delle biomasse e dei nutrienti è di tipo esponenziale: ciò rende lo scarto quadratico medio, *s*, dipendente dalla media e la distribuzione non normale. In tali casi la trasformazione logaritmica dei dati è una necessità teorica e non un artificio matematico normalizzante (Innamorati, 1989; Innamorati e Giovanardi, 1992) e rende *s* praticamente indipendente dalla media (Fig. 2). Dopo la rimozione dei pochi dati con $|x| > 2s$, non considerabili rappresentativi anche dal solo buon senso, e la logtrasformazione, i dati di ciascuna variabile sono stati raggruppati in 12 serie temporali suddividendo ciascuna serie delle 6 stazioni in due periodi (10.09.95 - 10.11.96; 19.01.97 - 17.01.99). Dalla logtrasformazione sono state ovviamente escluse le variabili fisiche e chimico-fisiche.

Relativamente all'O_2 disciolto è stata utilizzata una grandezza data dal valore assoluto della differenza tra la percentuale di O_2 disciolto relativa alla saturazione, OD%, e la saturazione medesima: $D\%O = |OD\% - 100|$ (Vollenweider *et al.*, 1998). Questa grandezza, in seguito per brevità denominata anomalia di ossigeno, rappresenta bene l'entità della distrofia, tanto nel caso in cui questa sia stata prodotta da un superconsumo respiratorio di O_2, che può portare all'anossia, quanto in quello conseguente all'iperproduzione di O_2 fotosintetico da parte di elevate biomasse microalgali nei primi stadi dell'eutrofizzazione.

Risultati

A differenza di quanto già osservato per i fattori fisici e per quelli chimici (Cartei *et al.*, 1998), i clorofeopigmenti, indicatori della biomassa, ed i feopigmenti, indicatori del suo grado di invecchiamento, dimostrano che la Laguna si trova perennemente in uno stato anomalo con il frequente succedersi di crisi eutrofiche aperiodiche. Infatti tutte le stazioni, ad eccezione della 1, poiché è in vicinanza del flusso entrante del mare, presentano alte concentrazioni dei clorofeopigmenti e delle feofitine, che, pur presentando una certa variazione sincrona tra le 6 stazioni, dimostrano che l'andamento stagionale è irregolare in quanto le variazioni non si ripetono nei diversi anni a parità di periodo. Questa irregolarità della variazione della biomassa microalgale e del grado del suo invecchiamento che è in genere molto alto, è l'aspetto più appariscente e misurabile della distrofia lagunare (Fig. 3).

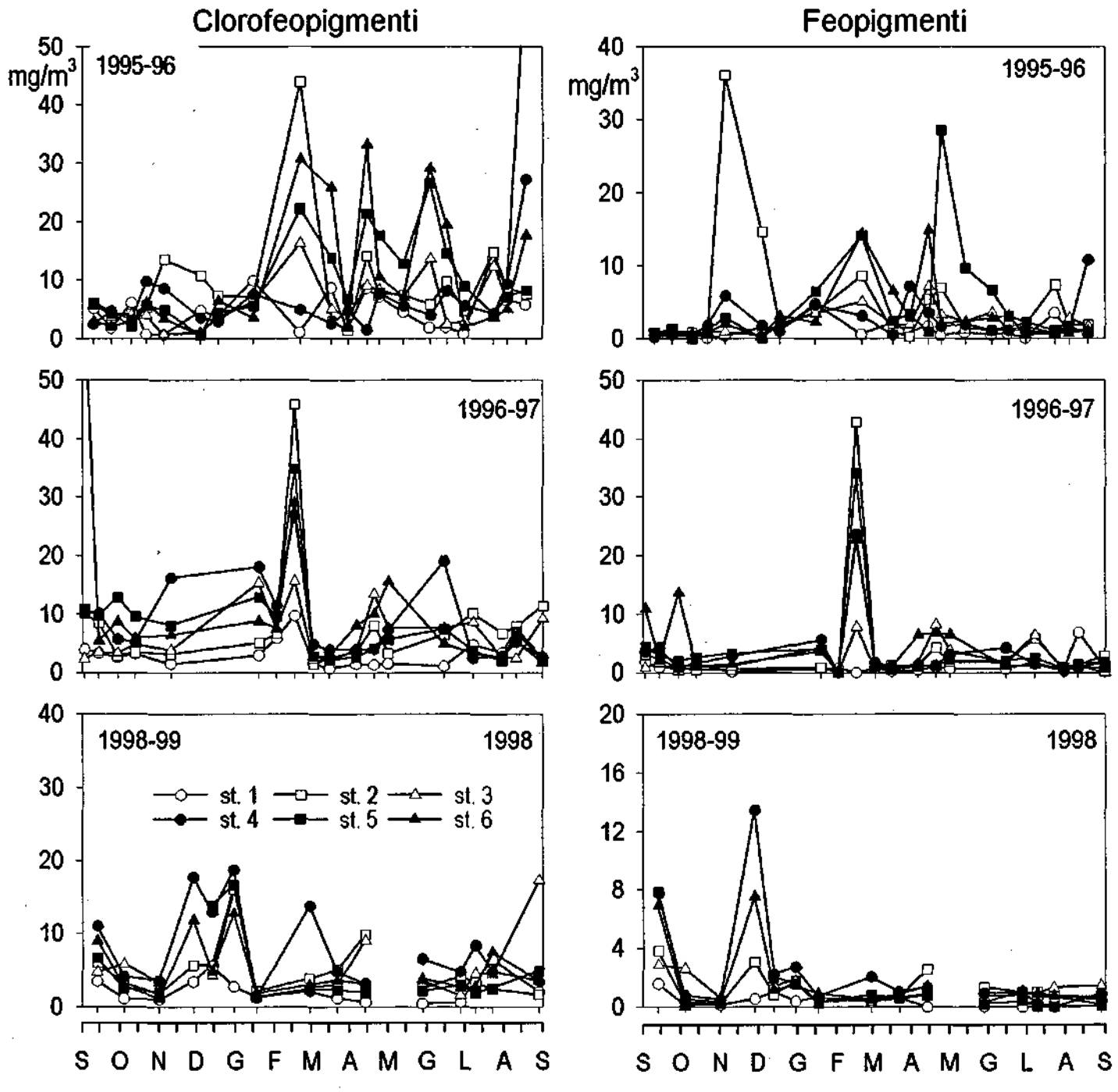


Fig. 3 - Variazione temporale dei clorofeopigmenti e dei feopigmenti.
Temporal variation of the chlorophaeopigments and the phaeopigments.

Le variabili che da sole contengono più del 70% dell'informazione del sistema (Fig. 4) comprendono l'NO_2, i feopigmenti, l'anomalia di O_2, l'Eh, il DIN e l'NO_3, che sono tutte grandezze la cui rilevante ampiezza di variazione è sintomatica della distrofia dell'insieme del sistema, il quale, dall'ordinamento delle variabili risulta più informato o determinato da quella di Levante, che è la più distrofica, centro di origine delle crisi di eutrofizzazione.

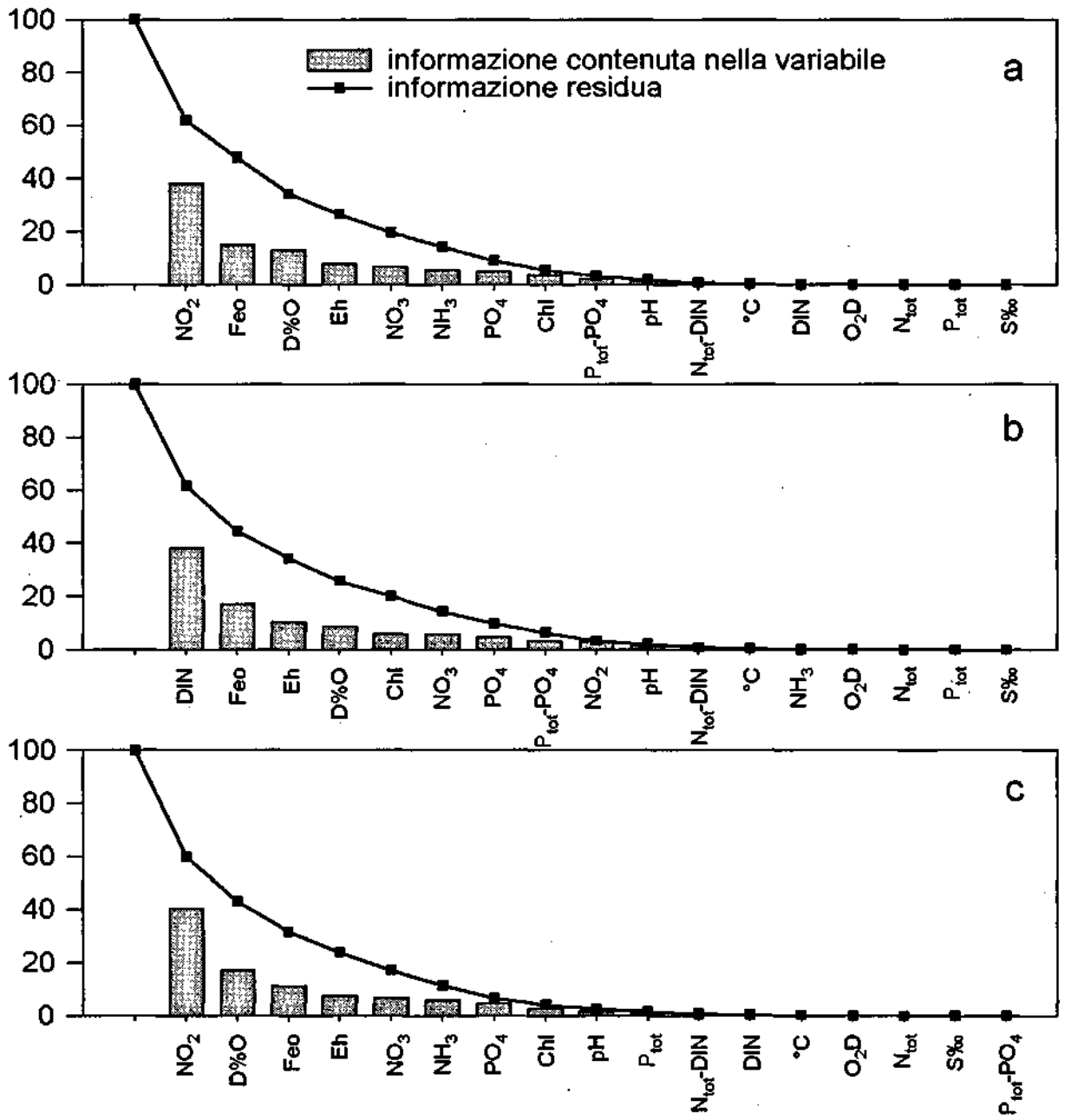


Fig. 4 - Ordinamento delle variabili in funzione della informazione di ciascuna rispetto a quella totale normalizzata a 100 e dell'informazione residua contenuta in quelle successive: a) Laguna di Orbetello; b) Laguna di Ponente; c) Laguna di Levante.

Ranking of the variables according to the information each contains about the entire variable set and to the remaining information: a) Laguna di Orbetello; b) Laguna di Ponente; c) Laguna di Levante.

La distrofia risulta dalla rilevanza: del nitrito derivabile dall'incapacità del sistema di nitrificare l'azoto ridotto che viene rilasciato dai fondali; della feofitina in quanto biomassa primaria degradata; dell'anomalia di ossigeno e dall'Eh come allontanamento dall'equilibrio fotosintetico-respiratorio ed ossido-riduttivo; mentre il DIN e l'NO_3 rispecchiano le forti oscillazioni trofiche azotate per immissione nella

Laguna sia dall'Albegna (st. 3) che dal fondo. Per quanto distrofico il sistema è tuttavia omogeneo se si tolgono gli effetti benefici del mare, che coinvolgono la stazione 1 vicino al Canale di Nassa, quelli fortemente malefici dell'afflusso del nitrato dall'Albegna mediante il Canale di Fibbia, che investe la stazione 3, e quelli degli apporti di fosfati nella Laguna di Levante dagli scarichi delle itticolture nelle vicinanze del Canale di Ansedonia alla stazione 4. Infatti l'analisi della varianza riportata in Fig. 5 conferma i nostri precedenti risultati. Dimostra che, una volta tolte le stazioni soggette ai flussi che perturbano i clorofeopigmenti, i feopigmenti, il fosfato ed il nitrato, non vi è differenza significativa tra le evoluzioni temporali delle stazioni. Queste, come risulta dai nostri precedenti lavori citati all'inizio, variano anche in modo sincrono tra di loro ed indipendente dagli apporti antropici.

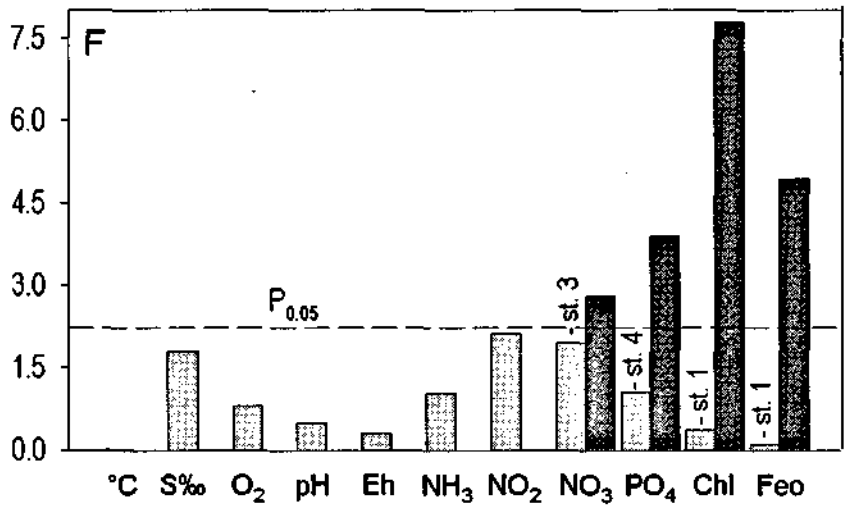


Fig. 5 - Valori di F dell'analisi della varianza tra le 6 serie temporali di ciascuna variabile nelle stazioni; 54 campionamenti dal 1995 al 1999 ogni ca. 15 giorni.

F values of variance analysis among the 6 time series into the stations for each variable; 54 samplings since 1995 to 1999 about forthnight.

La Fig. 6 sintetizza i risultati dell'analisi discriminante che per brevità è riportata limitatamente ai confronti tra le due lagune e tra le stazioni di ciascuna laguna. L'analisi, che conferma ed amplia quanto sopra, è stata condotta con le variabili che comprendono l'85% dell'informazione del sistema. Nonostante la sovrapposizione delle curve, la distanza di Mahalanobis è molto significativa ($\delta^2 = 0.411$), oltre che per la differenza tra i vettori delle medie delle variabili, anche per l'etereogeneità delle matrici di varianza-covarianza rispetto alla matrice comune ai due gruppi (χ^2 di Kullback = 106.7>>48.3 per $\alpha = 99\%$), eterogeneità dovuta agli afflussi prima considerati e qui non sottratti all'analisi per esaminare globalmente il sistema. Si conferma che le stazioni 1, 2 e 3 differiscono significativamente tutte tra di loro per le cause residenti alla st. 1 e alla st. 3 come già detto, mentre nella Laguna di Levante solo la stazione 4 differisce, per l'afflusso di PO_4 dall'itticoltura, dalla 5 e dalla 6 che non differiscono tra loro e sono scarsamente rappresentative rispetto al vettore delle medie generali di tutto il corpo idrico, nel senso che questo sarebbe certo meno distrofico se tutte le sue parti somigliassero alle stazioni 2, 5 e 6.

La concentrazione del DOC alle st. da 1 a 6 è rispettivamente di 323, 485, 514, 400, 476 e 419 μM, ed il rapporto POC/DOC è rispettivamente del 10, 13, 13, 10, 5 e 6% nelle condizioni di campionamento con acqua relativamente

calma e meno torbida che con vento forte. Ciò riconferma l'effetto del mare e dell'Albegna a Ponente e la situazione intermedia e più omogenea a Levante.

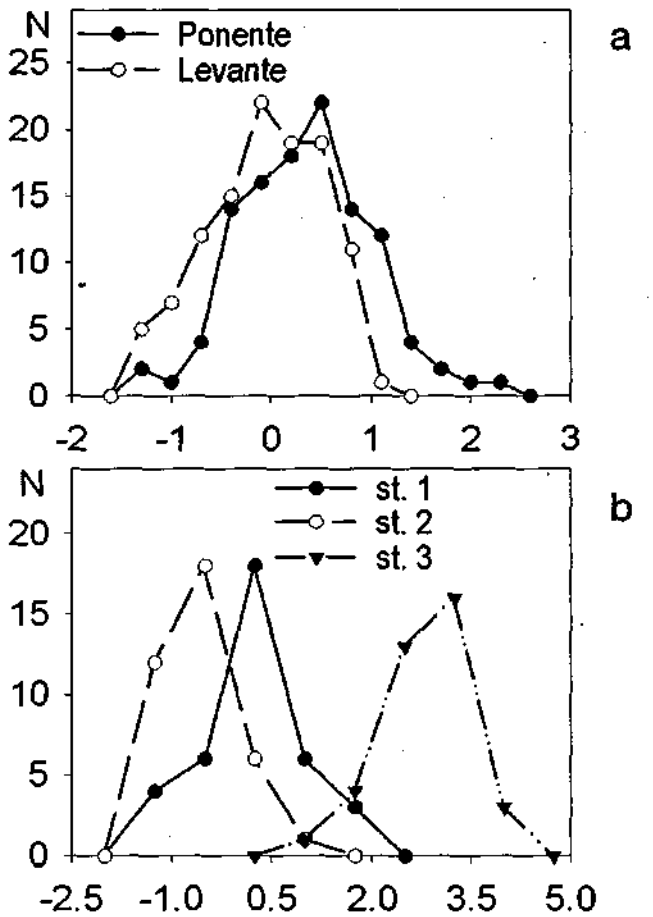


Fig. 6 - Frequenze della funzione discriminante. Confronti tra: a) Laguna di Ponente e di Levante; b) stazioni della Laguna di Ponente; c) stazioni della Laguna di Levante.

Frequences of the discriminant function. Comparisons: a) between the Laguna di Ponente and Laguna di Levante; b) among the stations of the Laguna di Ponente, and c) among the stations of Laguna di Levante.

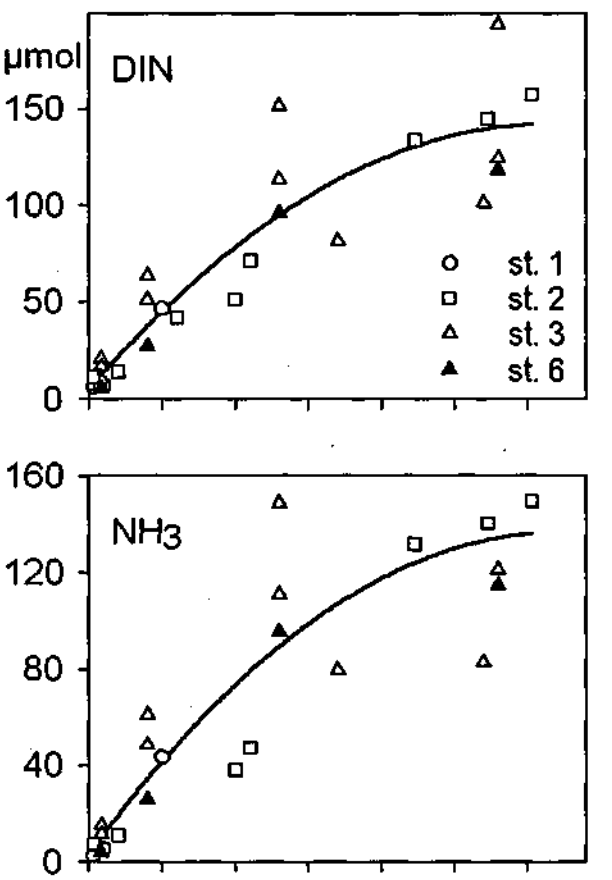


Fig. 7 - Diffusione di DIN, NH_3 e di Ntot dal sedimento nell'acqua in funzione del tempo.

Release of the DIN, NH_3 and Ntot from sediments into the water during the time.

Come già rilevato (Cartei *et al.* 1998) il contenuto della sostanza organica del sedimento di fondo è alto: varia dal 10 al 20% del peso secco, mentre il carbonio organico, determinato con il TOC Analyzer, risulta in media più elevato che con il metodo precedentemente usato (Gaudette *et al.*, 1974): il 45 rispetto al 30%.

La diffusione dei nutrienti dal sedimento del fondo nell'acqua soprastante è stata stimata mediante prelievi successivi dell'acqua dalla carota mantenuta in condizioni di laboratorio nel tubo della benna Jenkin. In Fig. 7 sono riportate le medie dei nutrienti azotati di più campioni di varie stazioni rappresentative della Laguna. Ne è risultato che il sedimento, cede all'acqua 132 μmol/m^{2}d (1,848 mg/m^{2}d) di DIN, teoricamente pari a 1314 kmol/a (18,396 t/a) all'intera Laguna (27.10^6 m^2), mentre, per l'N_{tot} si hanno rispettivamente 285 μmol/m^{2}d (3,99 mg/m^{2}d) e 2810 kmol/a (39,34 t/a). Inoltre, se si considera uno strato del sedimento di fondo di 10 cm di altezza, l'acqua interstiziale contiene 485 mmol/m^2 (6790 mg/m^2) di N_{tot} che, per l'intera Laguna, sono pari a 13102 kmol (183,43 t), mentre nello stesso strato il solo sedimento contiene una quantità di azoto particellato pari a 50774 kmol (710,84 t) in tutta la Laguna. Considerando che l'apporto degli scarichi di Orbetello è pari a 6100 kmol/a (85,4 t/a), questo è praticamente il 9% della somma potenzialmente disponibile nello strato di soli 10 cm di fondo (66684 kmol; 933,58 t).

Conclusioni

Questi risultati confermano le nostre precedenti conclusioni (Innamorati *et al.*, 1996; Cartei e Innamorati, 1997 (a); Cartei e Innamorati, 1997 (b); Cartei *et al.*, 1998; Innamorati, 1998).

In questi ultimi 4 anni nella Laguna vi sono state solamente delle piccole crisi di anossie e morie, limitate nel tempo ed a piccole zone, e non così estese e gravi come ad es. quella del 1993. Tuttavia, non ostante gli interventi di bonifica (sfalcio e asportazione di macroalghe, immissione forzata di acqua dal mare e miglioramento della depurazione) la Laguna permane in uno stato di profonda distrofia. Questa è dimostrata anche dalla mancanza di una regolare ricorrenza stagionale della variazione della biomassa microalgale attiva (clorofeopigmenti) e degradata (feopigmenti), e dall'ampiezza della variazione dei nutrienti azotati, dell'anomalia di ossigeno e dei processi ossido-riduttivi. Tutte queste variabili contengono una quantità di informazione sufficiente a descrivere completamente lo stato dell'intero sistema ed a farlo quindi definire come essenzialmente distrofico.

Ciò non ostante, a parte le zone direttamente influenzate dai collegamenti con il mare, il fiume e le ittiocolture, la Laguna è fondalmentamente omogenea, perché le variazioni tra le stazioni non sono significativamente differenti tra loro e sono sincrone su tutto il bacino, principalmente determinate dalla immissione dei nutrienti nell'acqua dalla grande riserva che vi è nel sedimento di fondo. I fattori sincronizzanti che agiscono contemporaneamente su tutto il bacino, anche senza ripetersi a parità di stagione nei diversi anni, non possono essere che quelli meteorologici, non in quanto regolare successione climatica stagionale, ma in quanto eventi di non così lunga durata, per i quali la mancanza di stazioni meteo non ha permesso sinora di identificarli e dimostrarlo.

Questo stato è quasi interamente determinato dall'accumulo delle sostanze presenti nel fondale, nel quale l'effetto dell'integrazione nel tempo degli scarichi

antropici è insignificante, cioè poco più significativo di quanto possa esserlo stato nei secoli precedenti. Dimodoché la loro diminuzione o depurazione non può risolvere per nulla la distrofia lagunare.

Le quantità di nutrienti e le fioriture algali conseguenti non possono essere eliminate che da maggiori scambi con il mare che dimostra questo suo effetto benefico alla stazione 1. Il miglioramento inducibile dalla sola depurazione degli scarichi antropici sarà utile nei tempi lunghi, ma attualmente lascia il problema tale e quale in tutta la sua gravità.

Summary

This study is the continuation of previous works, which suggested that the nutrients responsibles of the lagoon chronic hypertrophy, are autochthonous and that anthropic wastes are negligible as cause of eutrophication.

Twentythree stations are sampled seasonally and six of them forthnightly, measuring °C, S‰, γ, OD, pH and Eh by CTD profiler and sampling 2 dm^3 of water at 30 cm for nutrients (NO_2, NO_3, NH_3, N_{tot}, PO_4, P_{tot}), chlorophaeopigments, CDOM, TOC and DOC analysis. By Jenkin's corer samples of sediments with their upper water are collected.

The distrophy of the Orbetello Lagoon is clearly shown by the absence of a regular seasonal variation of the phytoplankton biomass, but the time series of the examined variables are sinchronous in the whole lagoon. Following the Orloci's ranking method most informative variables, except for the points influenced by the river and by the sea, are: nitrites and nitrates, oxygen anomaly, redox potential and degraded phytoplankton biomass, which are also the most sensible variables to the dystrophic processes of the system. From this point of view, the multivariate discriminant analysis confirm the differences between the lagoons and among the stations.

The sediments release to the water 132 μmol/m^2d of DIN and 1314 kmol/a to the whole Lagoon ($27 \cdot 10^6$ m^2), 285 μmol/m^2d of N_{tot} and 2810 kmol/a to the whole. Whithin the first 10 cm of the bottom the intersitial water contains 485 mmol/m^2 of N_{tot}, 13102 kmol in the whole lagoon and within the sediments 50774 kmol. The anthropic wastes in the lagoon are 6100 kmol/a of N_{tot} i.e. the 10% of the nitrogen available only from the first 10 cm of sediment (66684 kmol).

The nutrients are of benthic and autochthonous origin and the anthropic wastes have little effects on the lagoon eutrophication. The question is that of the sea-lagoon exchanges which must be intensified.

Bibliografia

BRICAUD D., MOREL A., PRIEUR L. (1981) - Absorbtion by dissolved organic matter of the sea (yellow substance) in the UV and visible domains. *Limn. Oceanogr.*, **26**: 43-45.

CARTEI P., INNAMORATI M. (1997) (a) - Stato trofico della Laguna di Orbetello. In: Regione Toscana, *Lo stato dell'ambiente in Toscana, Atti della 1ª Conferenza regionale, Firenze 23-25 novembre 1995*, Edizioni Regione Toscana, Firenze (1995), vol. 4: 117-125.

CARTEI P., INNAMORATI M. (1997) (b) - Variazioni delle condizioni trofiche nella Laguna di Orbetello. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 579-582.

CARTEI P., INNAMORATI M., MELILLO C. (1998) - Omeostasi trofica modulata dal mare ed ipertrofia autoctona lagunare. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 41-46.

GAUDETTE H.E., FLIGHT W.R., TONER L., FOLGER D.W. (1974) - An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *J. Sediment. Petrol.*, **44**: 249-253.

INNAMORATI M. (1989) - Proprietà statistiche e processi di rinnovo dei nutrienti e del fitoplancton in mare. *Oebalia*, N.S. **15** (1): 357-374.

INNAMORATI M. (1998) - La Laguna di Orbetello: risanamento e gestione conservativa. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 1352-1361.

INNAMORATI M., CARTEI P., BUZZICHELLI S., MELILLO C. (1996) - *Monitoraggio e studio dello stato trofico della Laguna di Orbetello. Relazione al Commissario Straordinario.*

Laboratorio di Ecologia, Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Firenze: 28 pp, 43 figg, 4 tabb.

INNAMORATI M., FERRARI I., MARINO D., RIBERA D'ALCALA' M. (1990) - Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thalassia*, **11**: 123-160, 171-198, 207-224.

INNAMORATI M., GIOVANARDI F. (1992) - Interrelationships between phytoplankton biomass and nutrients in the eutrophicated areas of the North-Western Adriatic Sea. *Sci. Tot. Envir.*, (Suppl.): 235-250.

MORRISON D.F. (1976) - *Multivariate statistical methods*. Mc Graw Hill Kogakusha LTD., Tokyo: 230-246.

ORLOCI L. (1973) - Ranking character by dispersion criterion. *Nature*, **244**: 371-373.

VOLLENWEIDER R.A., GIOVANARDI F., MONTANARI G., RINALDI A. (1998) - Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, **9**: 329-357.

Ricerca finanziata: nel 1995-96 dal Commissario Straordinario per il Risanamento della Laguna di Orbetello; nel 1997-98 dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, ex 40%; nel 1998-99 dal Ministero per le Politiche Agricole, IV Piano Triennale della pesca e dell'acquacoltura.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 140-154

S. FONDA UMANI

Laboratorio di Biologia Marina, Via Piccard, 54 - 34010 Trieste, Italia.
labbioma@univ.trieste.it

DALLA SOLUZIONE SALINA ALL'IDROGEL

FROM INORGANIC SOLUTION TO HYDROGEL

Abstract

Our view of the biochemical processes in the ocean has changed dramatically over the past two decades, mostly due to the discover of the existing enormous numbers of small size organisms in the range from 0.02 to 2 μm, including viral like particles and auto- and heterotrophic bacteria. Modern studies have established that bacteria account for a major fraction of the oceanic biomasses and particulate carbon pool. Bacterial uses of dissolved organic matter (DOM) mediates large-scale organic matter fluxes through the pathway DOM → bacteria → Protozoan (or viruses), the so-called "microbial loop". The energy channeled through bacteria can enter the classic grazing web, when protozoan are ingested by upper level consumers (e.g. copepods), constituting the so called "mistivourus food chain". The prevalence of one trophic web over the other one is of great implication in the time of turn over of CO_2 on a worldwide scale, the microbial loop prevalence leading to a very short time and consequently high rates of respiration. Bacteria activity on the oceanic organic matter which is dominated by polymers and suprapolymers in a continuum from dissolved to particulate phases, exerts a strong control on particles and aggregates (including macroaggregates typical of the Northern Adriatic) formation. Bacteria play a major role in several other oceanic processes that are partially and briefly drawn in the present paper.

Key-words: *bacteria, microbial loop, mistivourus food chain.*

Introduzione

La percezione più diffusa dell'oceano dei "non addetti ai lavori" è quella di un immenso volume di soluzione salina più o meno trasparente in cui nuotano alcuni pesci.

Per i biologi marini fino a non molto tempo fa era invece un sistema più complesso in cui erano presenti catene trofiche, anche molto complicate, alla cui base però esistevano come produttori primari soltanto gli organismi microfitoplanctonici (diatomee, dinoflagellati, coccolitoforoidei, ecc.) e i maggiori "trasferitori" di biomassa erano i piccoli crostacei planctonici quali i copepodi, che peraltro sono il gruppo di metazoi più numeroso di tutto il pianeta. Pertanto la biomassa fotosintetizzata dai produttori primari fluiva lungo la "catena del pascolo" fino ai consumatori trofici di livello superiori, quali i pesci, e poco o niente materiale perso da questo flusso principale restava per i processi di degradazione batterica. Questi pertanto venivano considerati di scarsa importanza e non tenuti in conto nello studio dei processi biologici e nelle conseguenti modelizzazioni degli stessi (Azam, 1998).

Negli ultimi anni però, grazie a semplici tecniche di colorazione e all'uso della microscopia in epifluorescenza è stato possibile riconoscere e numerare tutta una serie di organismi di dimensioni inferiori quali il nanoplancton (2-20 μm), il picoplancton (0.2-2 μm), e più recentemente il fentoplancton (0.02-0.2 μm) (Fig. 1).

Quest'ultimo è costituito essenzialmente da virus i quali normalmente raggiungono abbondanze dell'ordine di 10^9 - 10^{10} per litro (Furhman, 1999). Le forme

che vengono riconosciute e conteggiate costituiscono ovviamente soltanto la fase libera del ciclo vitale di questi organismi che come è noto sono essenzialmente specie-specifici. Di gran lunga più difficile è stimare la quantità di virus infettanti i diversi ospiti. All'ultimo ASLO meeting peraltro c'è stata la presentazione da parte di Brussard e Bratback (1999) di una ricerca molto interessante sul controllo da parte dei virus dei bloom a *Phaeocystis pouchetii.* Infettando con il virus litico PpVO1 le colture di *P. pouchetii* gli autori hanno dimostrato che la lisi cellulare causa un rapido rilascio di DOC, immediatamente utilizzato dai batteri, e che l'infezione é più violenta quando la coltura é in fase senescente. Uno dei nuovi compiti dell'ecologia marina è sicuramente la definizione del ruolo che svolgono i virus nell'ecosistema marino, che soltanto negli ultimi anni è risultato essere importante (Furhmann, 1999).

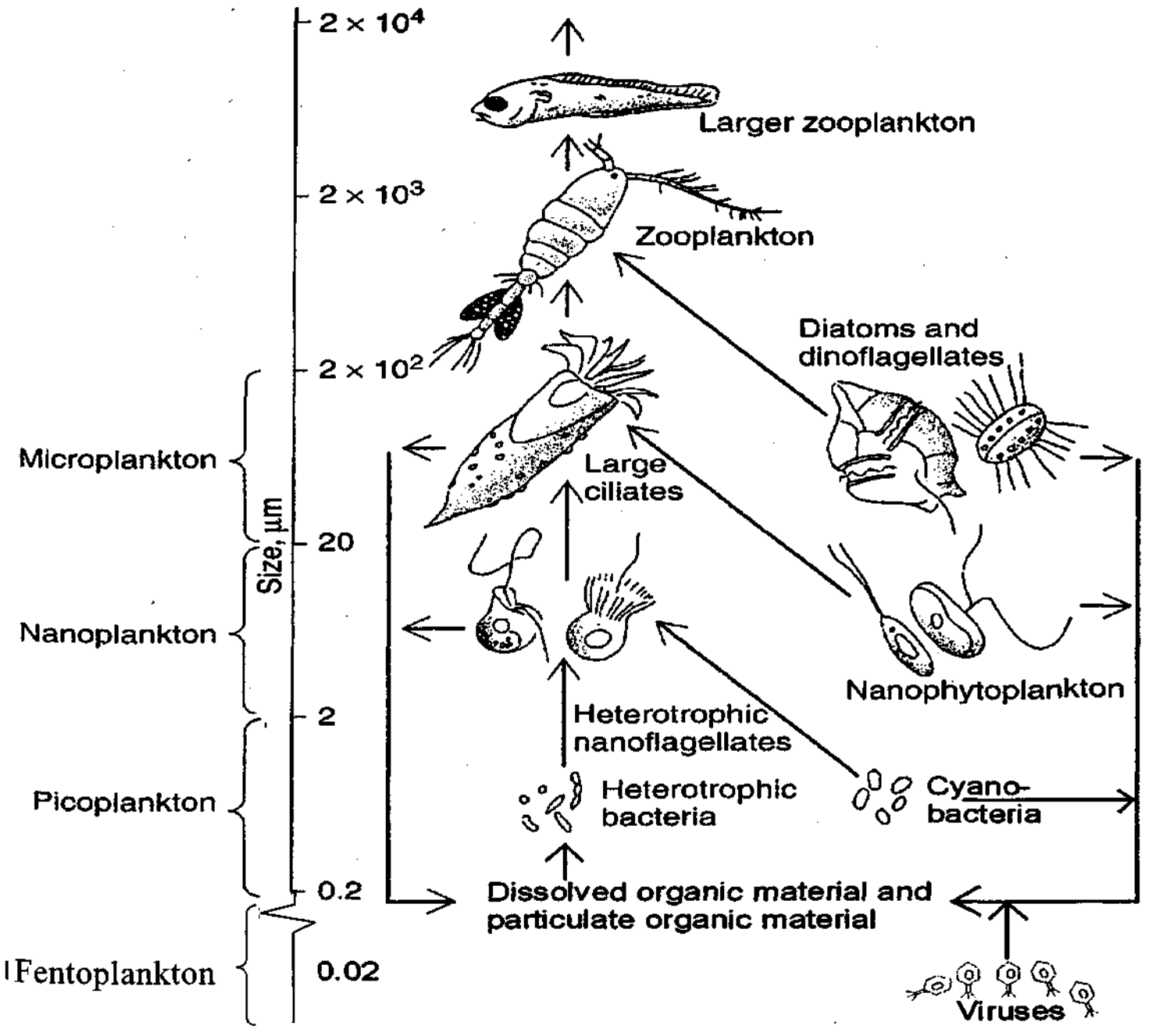


Fig. 1 - Classi dimensionali nelle quali ricadono gli organismi planctonici appartenenti alla catena microbica e a quella del pascolo. Sulla destra gli organismi autotrofi e i virus (modificato da Fenchel, 1988).

Dimensional classes of planktonic organisms belonging to both microbial and grazing webs. On the right side autotrophic organisms and viruses (modified from Fenchel, 1988).

Il picoplancton è costituito essenzialmente da batteri, in larga parte eterotrofi, da cianobatteri e proclorofite fontosintetizzanti, dai più piccoli autotrofi ed eterotrofi tra gli eucarioti e da un intero "nuovo" phylum: gli archea, creato nel 1977. Gli archea morfologicamente sono indistinguibili dai classici batteri e pertanto è stato possibile individuarli soltanto con l'uso di sonde geniche. Fino ad oggi sono stati identificati in ambienti estremi (sorgenti vulcaniche, ambienti ipersalini, ecc.). Ad esempio, nell'isola di Vulcano, alla bocca delle sorgenti sottomarine, a 103°C sono stati isolati numerosi generi di archea ipertermofili (Stetter, 1988; Zellner *et al.*, 1989; Hafenbradl *et al.*, 1996). Ritengo che questo "nuovo" phylum, che in realtà è costituito dalle forme di vita più antiche, ci riservi ancora molte sorprese anche in ambienti marini, seppur estremi (ipersalini, anossici, vulcani sottomarini, ecc.), anche se oggi si pensa che in realtà essi siano molto più diffusi e presenti un po' ovunque nell'ambiente (Azam, 1998). Complessivamente, le abbondanze picoplanctoniche sono dello stesso ordine o di un ordine inferiori al fentoplancton.

Il nanoplancton è costituito da piccole forme flagellate e non di eucarioti, in larga parte fotosintetizzanti (Primnesioficee, Prasinoficee, Crisoficee, Criptoficee, Dinoficee e piccole diatomee (ShaPro e Guillard 1986). Alcuni sono eterotrofi (coanoflagellati, crisomonadi autotrofi facoltativi o non pigmentati, euglenoidi non pigmentati, dinoflagellati ed elioflagellati (Fenchel 1982) e sono i predatori più efficiente del picoplancton. Possono raggiunger abbondanze totali dell'ordine delle decine/centinaia di migliaia per ml. Fino a non molto tempo fa parte di questi organismi, quelli di dimensioni maggiori, veniva inserita nei conteggi fitoplanctonici "classici", ma la messa a punto di tecniche di filtrazione e colorazione specifiche permette ora una stima molto più esatta ed accurata delle loro abbondanze, anche se raramente ci permette il loro riconoscimento tassonomico. A questa classe dimensionale appartengono anche gli eteronanoflagellati ed i nanociliati che, come si è detto, sono i principali consumatori del picoplancton e che a loro volta, cosi come la restante frazione autotrofa, vengono predati dagli organismi eterotrofi appartenenti alla classe dimensionale superiore, il microzooplancton (20-200 μm), costituito essenzialmente da protozoi e dalle prime forme larvali di gran parte dei metazoi marini.

Il "microbial loop"

La scoperta delle incredibili abbondanze di organismi appartenenti a queste classi dimensionali inferiori nell'ambiente marino ha generato a livello mondiale una mole sempre crescente di ricerche sul loro ruolo nell'ecosistema marino.

Nel 1983 Azam e colleghi hanno introdotto il concetto di "microbial loop" riferito all'interazioni trofiche tra pico-nano e microzooplancton. Il concetto proposto parte da una semplice considerazione di ordine quantitativo; la maggior percentuale del carbonio organico in mare è in fase disciolta. La sua orgine può essere molto diversa: essudazione da parte di microaghe (Williams, 1990; Alledredge *et al.*, 1993), perdita durante i processi di predazione (sloppy feeding, Eppley *et al.* 1981), lisi cellulare spontanea o per infezione virale (Furhman e Shuttle, 1993; Furhman e Noble, 1995), dall'attività di degradazione operata dai detritivori sulle "fecal pellets" prodotte dallo zooplancton (Honjio e Roman 1978). da processi di escrezione, ecc. Su questo substrato agiscono i batteri, utilizzandolo e trasformandolo in propria biomassa. Tale biomassa viene predata dal nanoplancton eterotrofo, il quale a sua volta è predato dal microzooplancton. Tutte

queste classi di organismi restituiscono all'ambiente attraverso i processi suelencati carbonio inorganico (CO_2) attraverso la respirazione e materiale organico disciolto, particolarmente carbonio organico disciolto (DOC) e quindi il "loop" si chiude. Durante questi processi il substrato organico, che non è ovviamente costituito soltanto da molecole semplici di carbonio quali monosaccaridi, ma bensì da un pool di infinite varietà per classe, dimensione e complessità, di molecole organiche, subisce continue trasformazioni, diventando via via meno "digeribile" per i popolamenti batterici. Questo porta ad un incremento della percentuale di materiale refrattario via via che ci si allontana nel tempo e nello spazio dalla sorgente primaria di formazione del DOC che é in ultima analisi la fotosintesi. Al fondo degli oceani l'età media del DOC è di 6/8.000 anni, e negli strati fotici si stima che la percentuale di refrattario sia sull'ordine del 70-80% (Sondergaad e Middelboe, 1995; Thingastad *et al.*, 1997).

Uno dei problemi più intriganti che ci si trova oggi ad affrontare è la distinzione tra materiale labile e materiale refrattario, perché in natura esiste in realtà un "continumm" dimensionale (Azam, 1998) tra le molecole di taglia più piccola, i polimeri più o meno complessi, i superpolimeri, i colloidi, le particelle submicrometriche, fino alle prime forme di aggregazione del materiale organico (TEP - Transparent Exopolymer Particles) (Alledredge *et al.*, 1993), CSP (Long e Azam (1996) visibili in microscopia ottica. Questa "materia grigia" oceanica varia dimensionalmente da 20 nm a >100 μm e su tale substrato agiscono i batteri, producendo esoenzimi capaci di idrolizzare le strutture più complesse (Hoppe,1983; Hollibaugh e Azam, 1983; Vives Rego *et al.*, 1985; Rosso e Azam, 1987) per renderle "digeribili" e quindi incorporarle attraverso le permeasi di membrana. La produzione di esoenzimi appare essere stimolta dalla disponibilità di un particolare substrato. Recentemente Pinhassi *et al.*, (1999) hanno dimostrato l'induzione selettiva di un particolare substrato sulla composizione specifica della comunità batterica. In altri termini, la presenza di un determinato substrato stimola la crescita preferenziale di quei ceppi batterici dotati del corredo enzimatico necessario ad aggredire il substrato presente. Chin *et al.*, (1998) hanno definito l'acqua marina un idrogel, una matrice polimerica simile ad un gel, in cui colloidi e particelle restano intrappolate in una serie infinita di micro "hot spots" (neve marina, particelle di detrito) sui quali agiscono preferenzialmente i batteri (Azam, 1998).

"Mistivourus food chain"

Esiste un'altra possibile via di trasferimento della sostanza organica fotosintetizzata dai produttori primari, soprattutto da quelli di dimensioni minori (<5 μm); eteronanoflagellati e microzooplancton predano, oltre che sulle componenti eterotrofiche, anche sui piccoli produttori primari e a loro volta vengono predati da organismi di taglia maggiore (copepodi, salpe, ecc.). In tal modo trasferiscono sia l'energia derivata da substrati organici preformati, sia da materiale fotosintetizzato recentemente, entrando da un lato in competizione con i predatori di ordine superiore e nello stesso tempo alimentandoli attraverso quella che viene definita la "catena trofica microbica" (Rassoulzadegan, 1993).

In genere, si ha la percezione che una catena ("classica") escluda l'altra ('microbica") e questa a sua volta escluda il "microbial loop". In realtà, ad eccezione di situazioni estreme quali quelle polari, in cui durante i lunghi pe-

riodi di buio possono esistere trasferimenti energetici basati unicamente sul materiale disciolto derivato da quello fotosintetizzato durante l'estate, in tutti gli altri sistemi le tre catene sono presenti contemporaneamente, in quella che viene definita "mistivourus food chain" (Fig. 2). A seconda delle stagioni l'una prevarrà sull'altra, ma senza escludersi a vicenda.

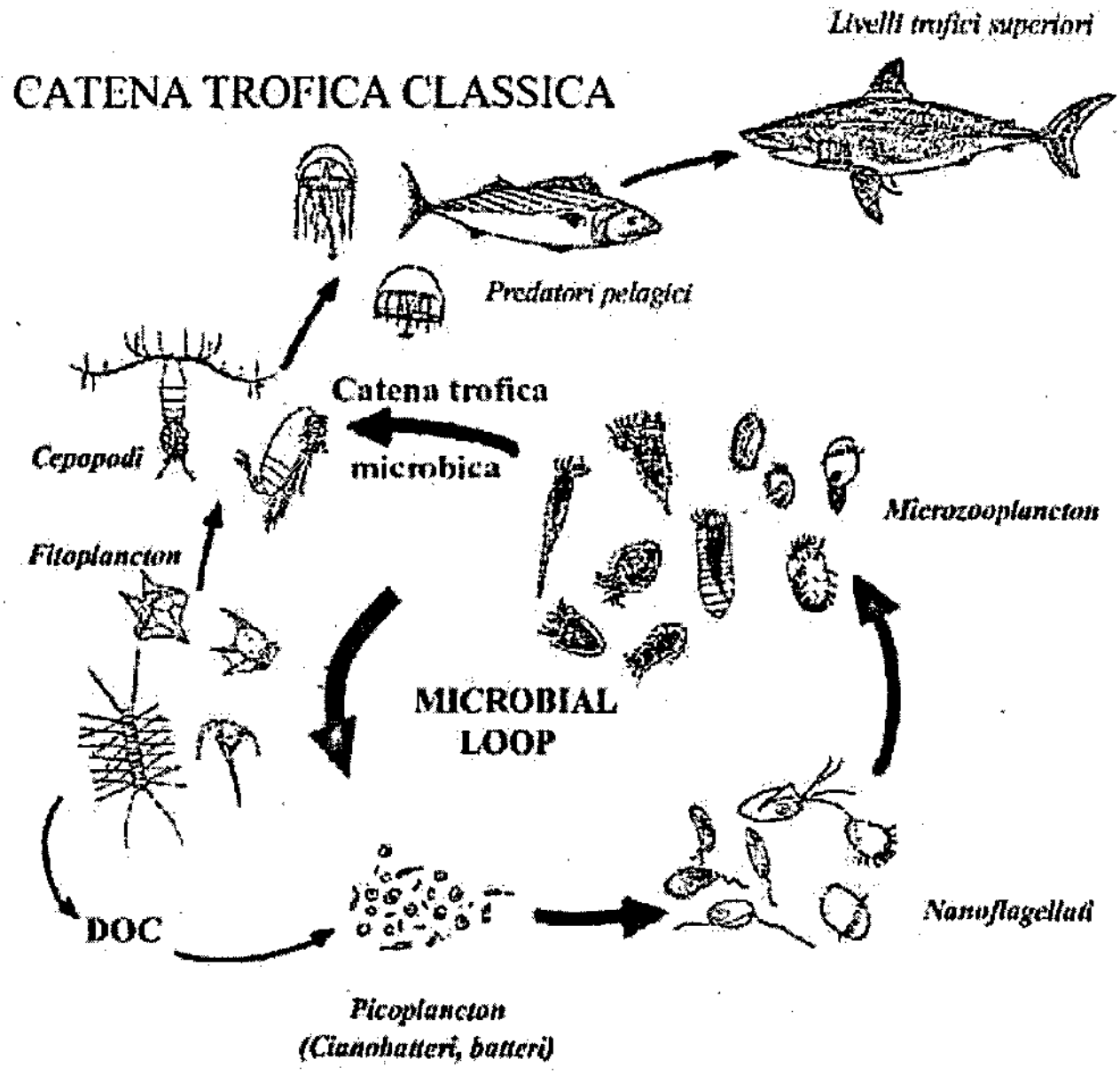


Fig. 2 - Diagramma illustrante le tre diverse catene trofiche: microbial loop, catena trofica microbica e catena del pascolo (grafica R. Amodio).
Diagram of the three possible trophic webs: microbial loop, microbial trophic web and grazing web (drawn by R. Amodio).

A seconda del prevalere di una sull'altra cambieranno anche i destini finali del materiale fotosintetizzato. Nel "microbial loop" infatti, l'energia ricavata dal substrato disciolto viene restituita o allo stesso substrato o respirata immediatamente o ancora trasformata in prodotti di escrezione "fecal pellets" piccole e quindi galleggianti, che vengono utilizzate negli strati superficiali, con ulteriore rilascio di CO_2 in atmosfera. L'unica forma di immagazzinamento del carbonio organico è ancora una volta sotto forma di disciolto refrattario, che, per processi

idrodinamici, può venir trasferito negli strati profondi dell'oceano, dove, come abbiamo visto, presenta mediamente età ragguardevoli. L'unica forma prevedibile di vera sedimentazione di tale materiale passa attraverso i processi di flocculazione ed aggregazione (Legendre e LeFevre, 1992)

Se prevale la catena "classica" invece, i consumatori di ordine superiore, che hanno tempi di vita più lunghi, immobilizzano nelle loro biomasse una parte del carbonio organico per tempi maggiori e producono fecal pellets più pesanti che possono sedimentare lungo la colonna, al di sotto della zona fotica, al limite fino al sedimento di fondo, dove possono venire sepelliti. Anche una certa quantità di fitoplancton non predato può a sua volta sedimentare, e tale quantità recentemente è stata stimata anche pari al 50% della produzione totale (Brussard *et al.*, 1995) via morte programmata delle cellule (Berges e Falkowski, 1998). Nonostante l'attacco batterico che subisce lungo il suo tragitto, almeno parte di questa necromassa raggiunge il fondo.

Soltanto parte, perché l'attacco batterico sul detrito fitoplanctonico può essere molto efficiente e non soltanto per quanto riguarda il materiale organico: recentemente Bidle e Azam (1999) hanno molto elegantemente dimostrato che i batteri contribuiscono significativamente alla dissoluzione dei frustuli silicei delle diatomee (dal 40 al 73%), mettendo in luce il ruolo dei batteri in un altro processo biogeochimico finore considerato esente dall'interazione batterica, come è stato positivamente commentato da Smetacek (1999) sullo stesso numero di Nature. Smetacek fa una considerazione molto ovvia per chiunque abbia mai contato fitoplancton; talvolta i campioni risultano mal fissati e dal vetrino scompare tutto, anche il guscio silicieo delle diatomee, come a dire era ovvio, ma nessuno ci aveva pensato prima.

Le pompe della CO_2

Il ruolo che i batteri giuocano nell'ambiente marino è fondamentale sotto molteplici aspetti: basti pensare a qual'è la loro importanza nel ciclo globale del carbonio e quindi nello scambio di CO_2 tra oceano e atmosfera nel contesto più generale dell'incremento di tale gas e dei suoi possibili effetti sul riscaldamento del pianeta. Se, come abbiamo visto, prevale il microbial loop o la catena trofica microbica, il carbonio fotosintetizzato viene utilizzato rapidamente negli strati fotici e quindi respirato nuovamente in atmosfera. Il carbonio che entra negli strati profondi, sia sotto forma disciolta che particolata, resta segregato dagli scambi atmosferici per tempi molto lunghi e soltanto fenomeni idrodinamici, quali la risalita di acque di fondo possono riportarlo a contatto con l'atmosfera.

Nell'oceano sono state identificate tre tipi diversi di "pompe" di CO_2 (Volk e Hoffert, 1985): la pompa fisica, legata alla solubilità della CO_2 all'interfaccia atmosfera-oceano, attiva soprattutto in zone di formazione di acque dense e quindi particolarmente efficace nelle aree polari, soprattutto nelle polynye; la pompa biologica dei carbonati, legata alla sedimentazione di organismi con gusci calcari e la pompa biologica dei tessuti molli "soft-tissue pump", nota più genericamente come "la" pompa biologica della CO_2. Il carbonio biogenico negli oceani può venir classificato in funzione al suo tempo di turn over, definito come il tempo che intercorre tra la fissazione del carbonio per via fotosintetica e il suo rilascio in atmosfera (Legendre e LeFevre, 1992). Vengono distinti 3 compartimenti di carbonio biogenico in base ai tempi di turn over: carbonio a vita breve (short-

lived carbon $<10^{-2}$), a vita lunga (long-lived carbon 10^{-2}-10^{2} anni) e carbonio biogenico sequestrato ($>10^{2}$ anni). Il carbonio a vita breve è costituito da organismi ad alto tasso di turn over e dal carbonio organico disciolto labile. Questo carbonio transita essenzialmente attraverso la catena trofica microbica. Il carbonio a vita lunga fluisce negli organismi di dimensioni maggiori e caratterizzati da tempi di turn over più lunghi (Fig. 3). Il carbonio biogenico sequestrato comprende i resti organici sepelliti nei sedimenti, i depositi inorganici di origine biogenica (coral reefs), la sostanza disciolta refrattaria e la CO_2 disciolta nelle acque profonde derivata dai processi di ossidazione (respirazione) in situ dei composti organici.

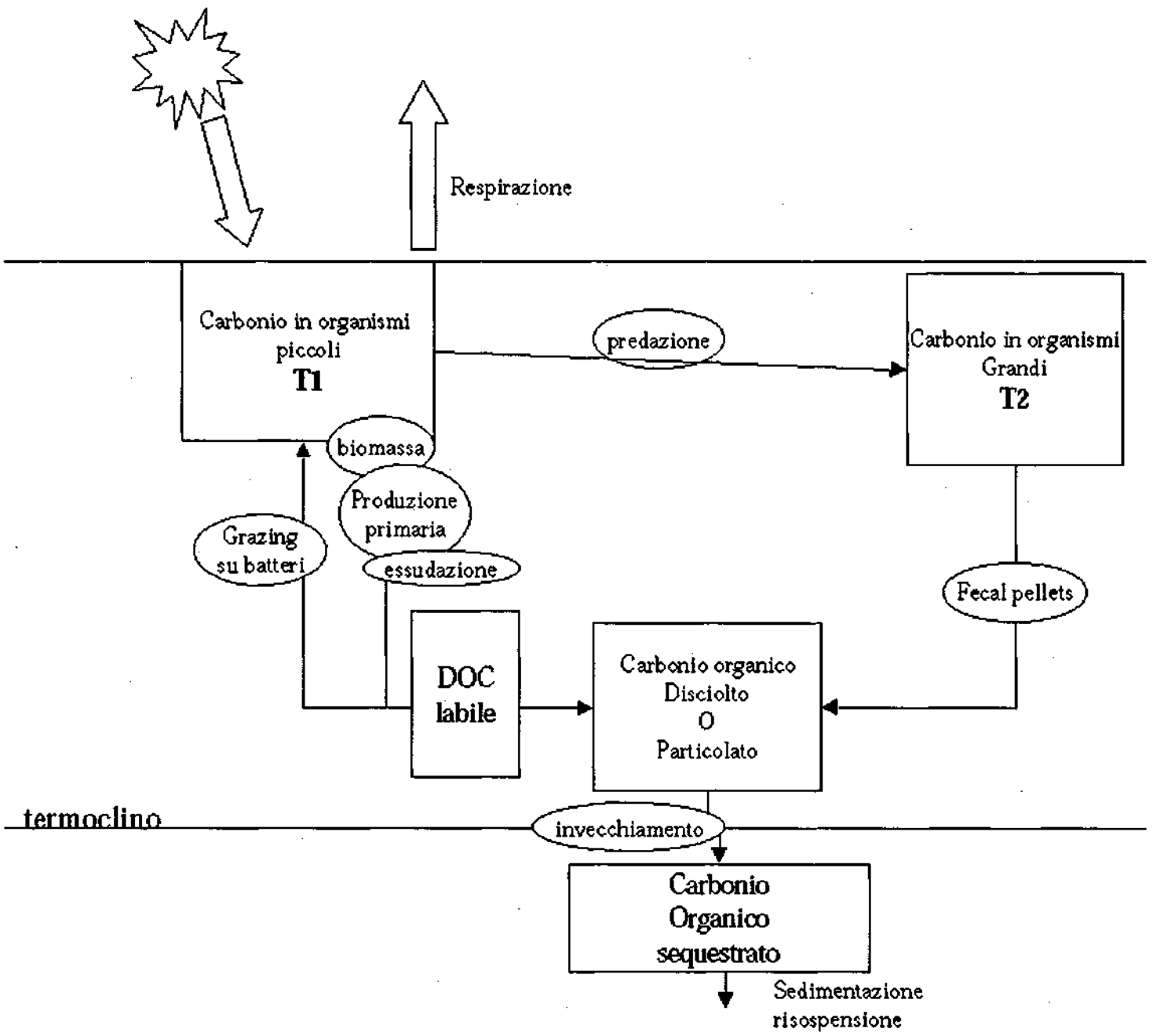


Fig. 3 - Schema illustrante i tre pools di carbonio biogenico e le relative interazioni.
Scheme of the three pools of biogenic carbon and their interelationships.

I cambiamenti climatici a scala planetaria possono essere ampliati o mitigati dalle variazioni nella quantità di carbonio sequestrato ed eventualmente fossilizzato. La produzione primaria può, come abbiamo visto, essere respirata nella zona

eufotica, esportata verso gli organismi di maggiori dimensioni o verso gli strati profondi dell'oceano. La taglia dei produttori primari (grandi autotrofi >2-5 μm, piccoli autotrofi <2-5 μm e DOC) influenzano profondamente il destino finale del carbonio biogenico.

La catena "classica" del pascolo è caratteristica di zone ad alta energia, sia in termini idrodinamici che in termini di concentrazione di nutrienti, quali aree costiere o di upwelling, dove si verificano imponenti fioriture a diatomee (Kiorbe, 1996). Queste, sia che vengano predate attivamente dallo zooplancton, con conseguente produzione di fecal pellet relativamente pesanti, sia che sedimentino attraverso processi di aggregazione, perché non predate efficaciemente, determinano un rapido allontanamento dalla zona fotica del carbonio fissato.

La catena "microbica" è invece tipica di zone a bassa energia, con scarso apporto di nutrienti, dove il carbonio viene fotosintetizzato da produttori primari di piccole dimensioni ed essenzialmente utilizzato e respirato in zona fotica (Kiorbe, 1996).

Il Mediterraneo e la fosforo limitazione

Il Mediterraneo è da sempre considerato uno dei mari più oligotrofici del mondo e dagli studi più recenti sembra essere quasi sempre in condizioni di fosforo limitazione. Per questo ambiente Thingstad e Rassoulzadegan (1995) (vedi anche Thingstad, 1998) hanno messo a punto un semplice modello basandosi su numerose osservazioni precedenti relative all'esistenza di 1) fosforo limitazione sia per il fitoplancton che per i batteri, 2) elevate concentrazioni superficiali di organico disciolto (sia DOP che DOC) con gradienti decrescenti verso il fondo, 3) scarsa degradazione del DOC da parte dei batteri a causa della fosforo limitazione e della predazione insieme e 4) regolazione del ciclo di rigenerazione del fosforo da parte degli organismi di taglia minore e particolarmente dei batteri.

Nello schema ci sono tre potenziali classi di utilizzatori di fosforo inorganico; batteri, piccoli autotrofi (flagellati) e diatomee. A seconda della maggiore o minore disponibilità di DOC biodegradabile (labile) da un lato e di silice inorganica dall'altro, l'incorporazione del fosforo inorganico sarà più efficiente da parte di uno dei comparti di fissatori. Ad alte concentrazioni di fosforo inorgancio prevarrà la catena trofica "classica", che in effetti è più efficiente nel rispondere ad improvvisi e brevi apporti di nutrienti, tipici di zone costiere e di upwelling, aumentando rapidamente il flusso di materiale sedimentario in colonna con accumuli al nutriclinio (Kiorbe, 1996). Scarsi apporti di fosforo inorganico e sufficiente disponibilità di DOC labile favoriranno la catena microbica in zone più stabili ed oligotrofiche. La predazione giocherà il suo ruolo in egual misura: abbondanti biomasse di eteronanoflagellati controlleranno efficaciemente le biomasse di batteri e favoriranno l'assunzione di fosforo da parte dei nanoflagellati autotrofi; consistenti biomasse di ciliati controlleranno efficaciemente sia il nanoplancton autotrofo che eterotrofo, diminuendo la pressione di grazing di quest'ultimo sui batteri, i quali saranno più efficienti nell'assunzione di fosforo; la presenza massiccia di predatori di ordine superiore (copepodi) infine abbasserà via predazione il numero di diatomee, ma anche di ciliati, spostando nuovamente l'equilibrio a favore del nanoplancton autotrofo.

Il Nord Adriatico e il fenomeno dei macroaggregati

Il Nord Adriatico cade in fosforo limitazione ad ogni estate (Maestrini *et al.*, 1977), con accumulo di DOP e di DOC (Lipizer *et al.*, 1999). In alcune occasioni, come è noto, si sono manifestati enormi accumuli di materiale polisaccaridico (mucillagine). Il fenomeno del "mare sporco" che era ricomparso nell'Adriatico settentrionale nelle estati del 1988, 1989 e 1991 apparentemente dopo più di 50 anni (Fonda Umani *et al.*, 1989; Degobbis *et al.*, 1995), si é ripresentato con pari intensità nell'estate del 1997 (Long *et al.*, 1998, Azam *et al.*, 1999; Del Negro *et al.* in questo volume).

I macroaggregati gelatinosi appaiono derivare principalmente dall'aggregazione della sostanza organica disciolta (Alldredge e Croker, 1995; Leppard, 1995). Le variazioni della quantità di DOC sono legate ai ritmi stagionali e alle rispettive efficienze della rete trofica (Zweifel *et al.*, 1993; Copin-Montégut e Avril, 1993; Williams, 1995).

In generale, si assume che in primavera prevalgano i processi di fissazione del carbonio attraverso la fotosintesi, effettuata dal microfitoplancton ed in particolare dalle diatomee. Il carbonio fissato in parte viene essudato e passa direttamente in fase disciolta (DOC), in parte va ad aumentare la biomassa del fitoplancton che può venire predato dai consumatori di ordine superiore, quali i copepodi, oppure non venire utilizzato e quindi morire e sedimentare. Anche i prodotti di escrezione vanno ad aumentare il DOC direttamente o attraverso l'attacco batterico delle pallotole fecali e degli organismi morti. Ulteriore produzione di DOC si può avere per effetto della lisi cellulare a tutti i livelli della catena trofica a causa di infezioni virali (Baldi *et al.*, 1997). Tutti i processi citati producono quindi DOC, che, in percentuali variabili, non è immediatamente biodegradabile.

Durante l'estate in tutto il Nord Adriatico la produzione di essudati da parte del fitoplancton può al limite essere anche più consistente, perché la scarsa disponibilità di nutrienti (e soprattutto di fosforo) induce il fitoplancton ad un maggiore tasso di essudazione (Fogg, 1983; Myklestad, 1974; Thingstad *et al.*, 1997). In estate tuttavia, la biomassa fitoplanctonica é minore rispetto alla primavera e conseguentemente anche la produzione primaria diminuisce, in tal caso il carbonio fissato per fotosintesi può non essere sufficiente alla richiesta totale di carbonio da parte dei popolamenti batterici (Giani *et al.*, 1999). In questo caso però gli apporti fluviali ricchi in DOC possono presumibilmente sopperire alla richiesta da parte della comunità batterica (Pettine *et al.*, 1999). In autunno le fioriture a diatomee non sono così intense come in primavera e probabilmente si esauriscono rapidamente per fotolimitazione, piuttosto che per effetto della predazione (Cataletto *et al.*, 1993). Ciò determina un ulteriore accumulo di DOC. I pochi dati disponibili relativi alle concentrazioni di DOC suggeriscono un incremento delle quantità presenti nel bacino dalla primavera all'autunno (Pettine *et al.*, 1999).

Semplici calcoli di larga massima ci hanno consentito comunque di stabilire che la produzione primaria media, riportata per il bacino settentrionale dell'Adriatico e pari al 80 g C m^{-2} per anno giustifica ampiamente le quantità di DOC misurate, che variano da 40 a 60 g C m^{-2}. E' sufficiente che la metà del DOC presente, pari a 30 g C m^{-2} aggreghi per ottenere uno strato di 5 cm di mucillagine in superficie, basandosi su un contenuto di 0.6 g Cl^{-1} di mucilagine calcolato da Zutic e collaboratori (Azam *et al.*, 1999). In altri termini, le quantità in gioco

sono del tutto congrue e non é necessario immaginare nessun fatto eccezionale (fioriture anomale di diatomee o di batteri) per giustificare la quantità di materiale disciolto necessaria a produrre aggregati di grandi dimensioni (Fig. 4).

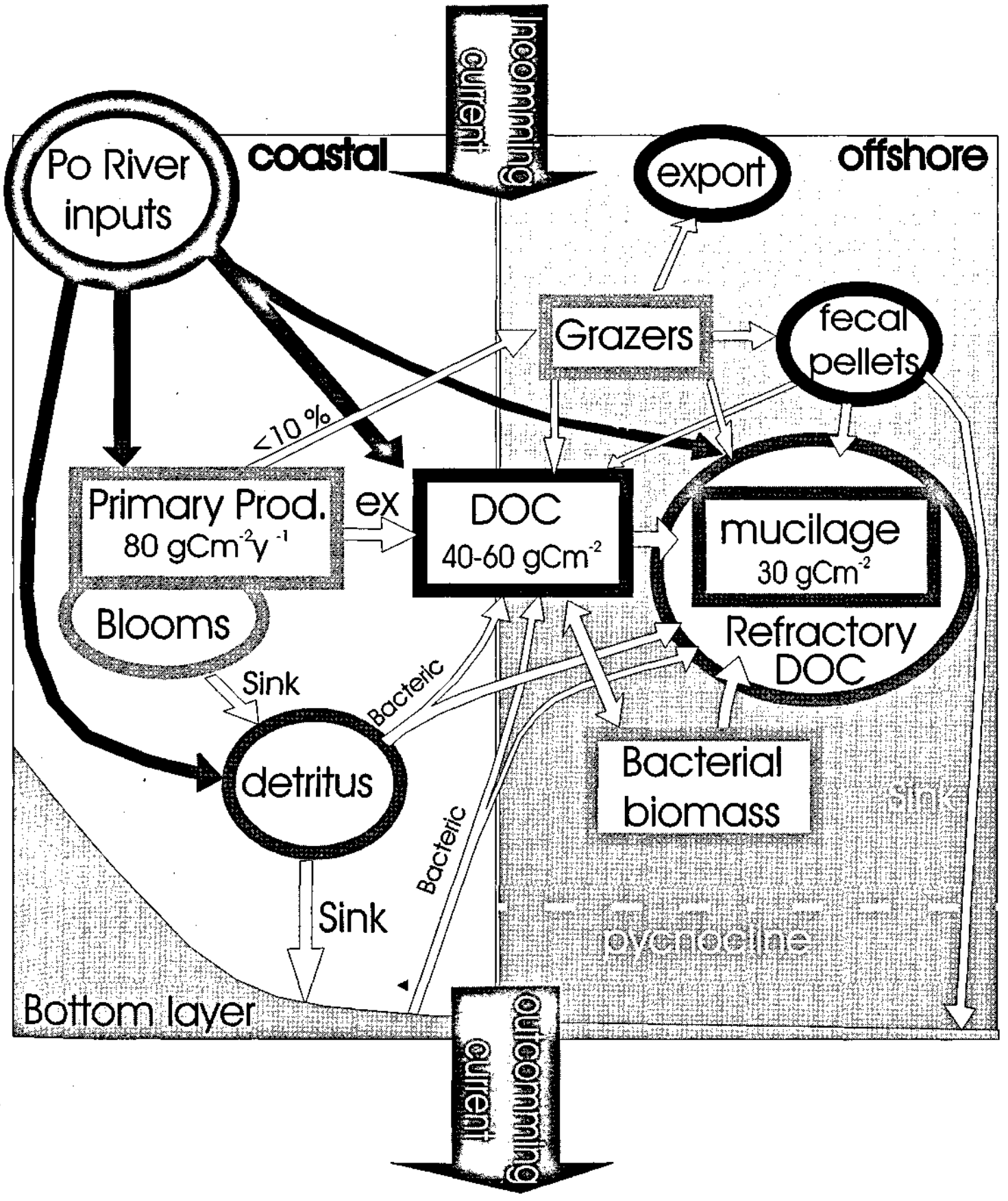


Fig. 4 - Schema riassuntivo dei possibili processi biologici che producono DOC e dei possibili apporti di DOC refrattario nell'Adriatico settentrionale (grafica di C. Falconi).

Scheme of the possible biological processes producing DOC and of the possible inputs of refractory DOC in the Northern Adriatic (drawn by C. Falconi).

È soprattutto la percentuale di DOC refrattario o lentamente biodegradabile che accumula durante tutto il processo, in quanto la sua produzione sembra essere strettamente legata all'attività batterica. I batteri infatti tendono a rimineralizzare il fosforo prima e più efficacemente che il carbonio, a causa della maggiore attività fosfatasica rispetto a quella glucosidasica (Smith *et al.*, 1992). In situazioni particolarmente spinte di fosforo limitazione però, Obernoster e Herndl (1995) osservano che le elevate quantità di PER (Photosynthetic Extracellular Release) non vengono efficaciemente assimilate dai batteri e quindi tendono ad accumulare. Inoltre, il materiale capsulare dei batteri associati alla PER (costituito soprattutto da polisaccaridi e pertanto refrattario) può aumentare la quantità di DOC non biodegradabile (Heissenberger *et al.*, 1996). Quest'ultimo tende ad accumulare negli strati eufotici. Il DOC refrattario in oceano o nei mari a maggior profondità viene lentamente trasferito alla zona afotica per effetto del mescolamento della masse d'acqua. In un bacino a bassa profondità quale il Nord Adriatico tale trasferimento non può avvenire, ma vi possono essere trasporti laterali per effetto delle correnti advettive.

La circolazione "tipica" del Nord Adriatico é caratterizzata dal ricambio completo della massa d'acqua ad ogni inverno, per effetto della formazione di acqua densa che fluisce verso Sud (Artegiani *et al.*, 1997). Questo determina l'allontamento e il mancato accumulo di DOC. Ma se, come sembra possibile in determinate condizioni meteorologiche (Hopkins, 1999), viene a mancare il ricambio invernale o questo non é totale, si può ipotizzare che una certa parte della massa d'acqua permanga nel bacino settentrionale con tutto il suo carico di DOC refrattario, che andrà a sommarsi al DOC prodotto l'anno seguente attraverso i processi biologici brevemente schematizzati precedentemente. Ancora, la circolazione tipica del nord adriatico tende a trasportare le masse d'acqua e il loro contenuti lungo la costa italiana (Artegiani *et al.*, 1997). All'altezza del Medio Adriatico però parte della corrente discendente può venir intrappolata nel vortice anticiclonico che si forma a questa latitudine e successivamente rientrare nell'Alto Adriatico come LIW (Levantine Intermediate Water) modificata e pertanto rimettere in circolo parte del DOC refrattario prodotto durante la precedente stagione produttiva. Il ripetersi di tali rifluimenti di sostanza organica disciolta, seppur diluita, potrebbe, più che aumentare la quantità totale di DOC, aumentarne considerevolmente, anno dopo anno, l'età, determinando un progressivo invecchiamento della sostanza disciolta. L'aumento dell'età del DOC diminuisce ovviamente la sua degradabilità, modificandone la struttura biochimica e presumibilmente aumentando le sue capacità di coagulazione e flocculazione (Azam *et al.*, 1999).

Per testare alcuni dei processi coinvolti nella produzione, accumulo ed aggregazione del materiale essudato recentemente abbiamo predisposto una serie di prove di laboratorio (Amodio, 1999). Abbiamo seguito la produzione di essudati da parte di due colture di *Skeletonema costatum*, una mantenuta "bacteria free" e una arricchita con batteri naturali. I tassi di essudazione sono in entrambi i casi maggiori in fase stazionaria e senescente, ma la produzione di DOC e la quantità di TEP è decisamente inferiore nella coltura arricchita di batteri. Non solo, ma in questa coltura le dimensioni delle particelle prodotte sono maggiori rispetto a quella della coltura priva di batteri. Noi abbiamo interpretato questo dato come un'interazione dell'attività batterica sulle caratteristiche di adesività

del DOC. Adesività che comunque, come è stato confermata con l'uso dell'EDTA, chelante per ioni bivalenti, appare essere mediata da questi ultimi.

Conclusioni

Questi sono soltanto alcuni degli innumerevoli esempi di interazione batterica nei diversi cicli biogeochimici che si svolgono nel sistema marino ed abbiamo brevemente visto quale ruolo possono giocare anche a scale spazio-dimensionali molto ampie.

In ultima analisi, tornando all'idea che l'uomo comune ha del mare guardandolo dalla riva, a me piace invece pensare all'oceano come ad un organismo unico che fotosintetizza e respira, come un'immensa matrice gelatinosa di vita, in cui le cellule che costituiscono gli organismi superiori sono sostituite dai batteri, che come riporta Azam (1998) sono lo stomaco nuotante, il sistema digestivo dell'oceano.

Bibliografia

ALLDREDGE A., CROCKER K.M. (1995) - Why do sinking mucilage aggregates accumulate in the water column? *Sci. Tot. Environ.*, **165**: 15-22.

ALLDREDGE AL., PASSOW U., LOGAN B. (1993) - The abundance and significance of a class of large, transparent organic particles in the ocean. *Deep-Sea Res.*, **40** (I): 1131-1140.

AMODIO R. (1999) - *Stime dei tassi di essudazione e osservazioni sui processi di aggregazione del materiale organico disciolto prodotto da Skeletonema costatum (Greville) Cleve in coltura*. Tesi di laurea in Scienze Biologiche. Università di Trieste: 84 pp.

ARTEGIANI A., BREGANT D., PASCHINI E., PINARDI N., RAICHIC F., RUSSO A. (1997) - The Adriatic Sea general circulation. Part II: baroclinic circulation structure. *J. Phys. Oceanogr.*, **27**: 1515-1532.

AZAM F. (1998) - Microbial Control of Oceanic Carbon Flux: The Plot Thicknes. *Science*, **280**: 694-696.

AZAM F., FENCHEL T., FIELD JG., GRAY JS., MEYER-REIL LA., THINGSTAD F. (1983) - The ecological role of water column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **10**: 257-263.

AZAM F., FONDA UMANI S., FUNARI E. (1999) - Significance of bacteria in the mucilage phenomenon in the northern Adriatic Sea. *Annali Istituto Superiore Sanità*, **35** (3): 411-419.

BALDI F., MINACCI A., SALIOT A., MEJANELLE L., MOZETIC P., TURK V., MALEJ A. (1997) - Cell lysis and release of particulate polysaccharides in extensive marine mucilage assessed by lipid biomarkers and molecular probes. *Mar. Ecol. Progr. Series*, **153**: 45-57.

BERGES J., FALKOWSKI P. (1998) - Physiological stress and cell death in marine phytoplankton: Induction of proteases in response to nitrogen or light limitation. *Limnol. Oceanogr.*, **43**: 129-135.

BIDLE K.D., AZAM F. (1999) - Accelerated dissolution of diatom silica by marine bacterial assemblages. *Nature*, **397**: 508-512.

BRUSSAARD C., RIEGMAN R., NOORDELOOS A., CADEE G., WITTE H., KOP A., NIEUWLAND G., van DUYL FC., BAK RPM. (1995) - Effects of grazing, sedimentation and phytoplankton cell lysis on the structure of a coastal pelagic food web. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **123**: 259-271.

BRUSSAARD CP., BRATBAK G. (1999) - Viral control of phytoplankton blooms. *ASLO. Navigating into the Next Century. Santa FE', February 1999, Abstract Book:* 32.

CATALETTO B., CABRINI M., FONDA UMANI S., MILANI L., PAVESI C. (1993) - Variazioni del contenuto in C della biomassa fito, micro e mesozooplanctonica nel Golfo di Trieste. *Biol. Mar., suppl. al Notiziario SIBM*, **1**: 141-144.

CHIN WC., ORELLANA MV., VERDUGO P. (1998) - Spontaneous assembly of marine dissolved organic matter into polymer gels. *Nature*, **391**: 568-572.

COPIN-MONTEGUT G., AVRIL B. (1993) - Vertical distribution and temporal variation of dissolved organic carbon in the north-west Mediterranean Sea. *Deep. Sea Res.*, **40** (I): 1963-1972.

DEGOBBIS D., FONDA UMANI S., FRANCO P., MALEJ A., PRECALI R., SMODLAKA N. (1995) - Changes in the northern Adriatic ecosystem and hypertrophic appearance gelatinous aggregates. *Sci. Tot. Environ.*, **165**: 43-58.

EPPLEY RW., HORRIGAN SG., FUHRMAN J.A., BROOKS ER., PRICE CC., SELLNER K. (1981) - Origins of dissolved organic matter in the Southern California waters: experiments on the role of zooplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **6**: 149-159.

FENCHEL T. (1982) - Ecology of heterotrophic Microflagellates. I. Some important forms and their functional morphology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **8**: 211-223.

FENCHEL T. (1988) - Marine planktonic food chains. *Am. Rev. Ecol. Sys.*, **19**: 19-38.

FOGG GE. (1983) - The ecological significance of extracellular products of phytoplankton photosynthesis. *Bot. Mar.*, **26**: 3-14.

FONDA UMANI S., GHIRARDELLI E., SPECCHI M. (1989) - *Gli episodi di "mare sporco" nell'Adriatico dal 1729 ai giorni nostri.* Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia. Dir. Reg. Ambiente: 178 pp.

FURHMAN JA. (1999) - Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature*, **399**: 541-548.

FURHMAN JA., SUTTLE CA. (1993) - Viruses in marine planktonic systems. *Oceanography*, **6** (2): 51-63.

FURHMAN JA., NOBLE RT. (1995) - Viruses and protists cause similar bacterial mortality in coastal seawater. *Limnol. Oceanogr.*, **40** (7): 1236-1242.

GIANI M., ALBERIGHI A., BACCI C., BOLDRIN A., PUDDU A., RABITTI S. (1999) - A preliminary approach to the carbon cycling in the Northern Adriatic Sea. In: Hopkins, Artegiani, Cauwet, Degobbis, Malej (eds), *Ecosystems Research Reports 32 - The Adriatic Sea*, EU/Environment, Brussels, 1999: 251-268.

HAFENBRADL D., KELLER M., DIRMEIER R., RACHEL R., ROSSNAGEL P., BURGGRAF S., HUBER R., STETTER KP. (1996) - *Ferroglobus placidus* gen. nov., a novel hyperthermophilic archaeum that oxidize Fe^{2+} at neutral pH under anoxic conditions. *Arch. Microbiol.*, **166** (5): 308-314.

HEISSENBERGER A., LEPPARD GG., HERNDL GJ. (1996) - Ultrastructure of marine snow.II. Microbiological considerations. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **135** (1-3): 299-308.

HOLLIBAUGH JT., AZAM F. (1983) - Microbial degradation of dissolved proteins in seawater. *Limnol. Oceanogr.*, **28**: 1104-116.

HONJO S., ROMAN MR. (1978) - Marine copepod fecal pellets: production, preservation and sedimentation. *J. Mar. Res.*, **36**: 45-57.

HOPPE HG. (1983) - Significance of exoenzymatic activities in the ecology of brackish water: measurements by means of methylumbelliferyl-substrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **11**: 299-308.

HOPKINS TS. (1999) - Physical Control of the Eutrophic Response in the Northern Adriatic, Illustrated by a Nitrogen Budget from Elna Data. *Annali Istituto Superiore Sanità*, **35** (3): 355-363.

KIORBE T. (1996) - Material flux in the water column. In: *Eutrophication in Coastal Marine Ecosystem*, Coastal and Eustarine Studies, 52: 67-94.

LEGENDRE L., LEFEVRE J. (1992) - Interactions between hydrodynamics and pelagic ecosystems: relevance to resource exploitation and climate change. In: Brink, KH. Mann, KH. Hilborn R. (eds), *Benguela Trophic Functioning Payne AIL*, S. Afr. J. mar. Sci., 12: 477-486.

LEPPARD G. (1995) - The caracterization of algal and microbial mucilages and their aggregates in aquatic ecosystems. *Sci. Tot. Environ.*, **165**: 103-131.

LIPIZER M., COZZI S., CATALANO G. (1997) - Accumulation of DON and DOP and "new" production in the Northern Adriatic Sea. In: Dehairs F., Elsken M., Goeyens L. (eds), *Integrated Marine System Analysis*, Proc. End. Network Meeting (Brussels, May 29 -31, 1997): 85-97.

LONG R.A., AZAM F. (1996) - Abundant protein-containing paticles in the sea. *Aquat. Microb. Ecol.*, **10**: 213-221.

LONG RA., FANDINO LB., STEWARD GF., DEL NEGRO P., RAMANI P., CATALETTO B., WELKER C., PUDDU A., FONDA UMANI S., FUNARI E., AZAM F. (1998) - Microbial response to mucilage in the Gulf of Trieste. *EOS, Transactions, American Geophysical Union*, **99** (1): 63-64.

MAESTRINI SY., BERLAND BR., BRERET M., BECHEMIN C., POLETTI R., RINALDI A. (1997) - Nutrients limiting the algal growth potenial (AGP) in the Po River Plume and a adiacent area, northwest Adriatic Sea: Enrichment bioassays with the test algae *Nitzschia closterium* and *Thalassiosire pseudonana. Estuaries*, **20**: 416-429.

MYKLESTAD S. (1974) - Production of carbohydrates by marine plankonic diatoms. I. Comparison of nine different species in culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **15**: 261-274.

OBERNOSTERER I., HERNDL GJ. (1995) - Phytoplankton extracellular release and bacterial growth: Dependence on the inorganic N:P ratio. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **116**: 247-257.

PETTINE M., PATROLECCO L., MANGANELLI M., CAPRI S., FARRACE M.G. (1999) - Seasonal variations of dissolved organic matter in the northern Adriatic sea. *Mar. Chemistry*, **64**: 153-169.

PINHASSI J., AZAM F., HAMPHALA J., LONG RA., MARTINEZ J., ZWEIFEL UL., HAGSTROM A. (1999) - Coupling between bacterioplankton species composition, population dynamics, and organic matter degradation. *Aquat. Microb. Ecol.*, **17** (1): 13-26.

RASSOULZADEGAN F. (1993) - Protozoan patterns in the Azam-Ammeraman's bacteria-phytoplankton mutualism. In: Guerrero R., Perods-Alio C. (eds), *Trends in Microbial Ecology*, Barcelona, Spanish Society for Microbiology: 433-439.

ROSSO AL., AZAM F. (1987) - Proteolytic activity in coastal oceanic waters: depth distribution and relationship to bacterial populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **41**: 231-240.

SHAPIRO LP., GUILLARD RRL. (1986) - Phisiology and ecology of the marine eucaryote ultraplankton. In: Platt T., Li WKW. (eds), *Photosynthetic picoplankton. Can. Bull. Fish. Aquat. Sa.*, **214**: 371-389.

SONDERGAARD M., MIDDELBOE M. (1995) - A cross-system analysis of labile dissolved organic carbon. *Mar. Ecol. Prog. Series*, **118**: 283-294.

SMITH DC., SIMON M., ALLDREDGE AL., AZAM F. (1992) - Intense hydrolytic enzyme activity on marine aggregates and implications for rapid particle dissolution. *Nature*, **359**: 139-142.

STETTER KO. (1988) - *Archeaoglobus fulgidus* gen. nov., sp.nov.: A new taxon of extremely thermophilic archeabacteria. Syst. *Appl. Microbiol.*, **10** (2): 172-173.

THINGSTAD F. (1998) - A theoretical approach to structuring mechanisms in the pelagic food web. *Hydrobiologia*, **363**: 59-72.

THINGSTAD TF., RASSOULZADEGAN F. (1995) - Nutrient limitation, microbial food webs, and biological "C-pumps": suggested interactions in P-limited Mediterranean. *Mar. Ecol. Progr. Series*, **117**: 299-306.

THINGSTAD TF., HAGSTROM A., RASSOULZADEGAN F. (1997) - Accumulation of degradable DOC in surface waters: Is it caused by a malfunctioning microbial loop? *Limnol. Oceanogr.*, **42** (2): 398-404.

VIVES REGO J., BILLEN G., FONTIGNY A., SOMVILLE M. (1985) - Free and attached proteolytic activity in water environments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **12**: 245-249.

VOLK T., HOFFERT MI. (1985) - Ocean carbon pumps: analysis of relative strenghts and efficiences in ocean driven atmospheric CO_2 change. In: ET. Sundquist, WS Broecker (eds), *The Carbon Cycle and Atmospheric CO_2; Natural Variations Archean to Present,* Washington DC; American Geophysical Union, Geophysical Monograph, **32**: 99-110.

WILLIAMS PJ Le B. (1990) - The importance of losses during microbial growth: Commentary on the physiology, measurament and ecology of the release of dissolved organic material. *Mar. Microb. Food Webs*, **4**: 175-206.

ZELLNER G., STACKERBRANDT E., KNEIFEL H., MESSNER P., SLEYTER UB., CONWAY DE MACARIO E., ZABEL HP., STETTER KO., WINTER J. (1989) - Isolation and characterization of a thermophilic, sulfate reducing archaebacterium, *Archeaoglobus fulgidus* strain Z. *Syst. Appl. Microbiol.*, **11** (2): 151-160.

ZWEIFEL UL., NORRMAN B., HAGSTROM A. (1993) - Consumption of dissolved organic carbon by marine bacteria and demand for inorganic nutrients. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **101**: 23-32.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 155-167

G.F. Russo

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Catania, Via Androne, 81
95124 Catania, Italia.

CATENE DI PASCOLO E DI DETRITO NEI SISTEMI MARINI: CARATTERI GENERALI E PROSPETTIVA DEL BENTONOLOGO

GRAZING AND DETRITUS CHAINS IN THE MARINE SYSTEMS: GENERAL ASPECTS AND PERSPECTIVES IN BENTHONOLOGY.

Abstract

The fate of primary production in the sea has been differently stressed in the two main branches of the marine science. An emphasis on functional aspects of the pelagic system, where the fluxes of energy and matter through the grazing-chains have a central role, has characterised the development of biological oceanography since its origins. On the contrary, a structural approach, focused on the characterisation of components rather than on the fluxes passing trough them, has characterised the studies on benthic systems (with some exceptions for the intertidal one). The paramount importance of the fluxes involved in the "indirect" utilisation of benthic macrophytes via detritus chains with respect to the "direct" utilisation via grazing chains, became more and more evident in the last years. From a functional point of view, coastal benthos could be regarded as "a submerged terrestrial ecosystem". The terrestrial characteristics is represented by an important presence of large vegetal species, structuring the habitat and whose production mostly contributes to the detritus based food chains; on the contrary, the aquatic character consists of the preponderance of microphytic grazing based food chains, similar or coupled to the pelagic ones. The study of these two coexisting characteristics could well originate one of the most fascinating and promising research lines in coastal marine ecology.

Key-words: *food chains, herbivory, detritivory, benthic systems.*

Caratteri generali

La caratteristica principale degli ecosistemi marini consiste nella marcata polarizzazione tra energia (in superficie) e materiali (in profondità), come conseguenza, da un lato, dell'elevato coefficiente di estinzione della luce lungo la colonna d'acqua e, dall'altro, della forza di gravità, che genera un afflusso ed un accumulo di materiale organico particellato nei livelli più profondi e sul fondo, dove di gran lunga preponderanti sono i processi di rimineralizzazione e, quindi, la quantità di nutrienti presenti. Da ciò consegue che la produzione del sistema marino il più delle volte necessita di essere innescata da energia aggiuntiva (idrodinamismo) che favorisce l'accoppiamento fra l'energia luminosa ed i materiali (nutrienti).

Il destino della produzione può essere sintetizzato con lo studio delle catene alimentari, che descrivono il percorso del trasferimento di energia e di materia organica attraverso i vari livelli di utilizzo (livelli trofici) dell'ecosistema, dato che rappresentano il collegamento lineare, semplificato, tra le sue diverse componenti (popolazioni di organismi). Anche negli ecosistemi marini, come in quelli terrestri, sono presenti due tipologie di catene alimentari:

- le catene di pascolo, che iniziano da organismi autotrofi (produttori primari); sono presenti soprattutto nei livelli più superficiali, ove vi è luce sufficiente

per la fotoautotrofia (zona fotica), e, più raramente, anche a notevole profondità, se sostenute da chemioautotrofia;
- le catene di detrito, che iniziano da organismi utilizzatori di materiale organico non vivente sia particellato che disciolto; sebbene presenti già nella zona fotica, assumono in quella afotica un ruolo di gran lunga preponderante, ma non esclusivo (per la presenza dei sistemi a chemioautotrofi).

Le indagini sulle catene alimentari hanno avuto approcci ed enfasi diverse nell'ambito delle discipline di studio dei due principali comparti ecologici del sistema marino: l'oceanografia biologica (comparto pelagico) e la bentonologia (comparto bentonico).

Le catene di pascolo nel comparto pelagico.

Le catene di pascolo del comparto pelagico sono sempre state, e continuano ad essere, uno degli argomenti centrali dell'oceanografia biologica. Infatti, buona parte dello sforzo di ricerca in questo settore si è concentrato sullo studio dei flussi di materia-energia e sul destino della produzione primaria (*PP*). Da ciò è emerso sempre più chiaramente il nesso causale che connette, a cascata, gli elementi caratterizzanti di una catena di pascolo pelagica:

condizioni idrografiche ⇒ taglia produttori primari ⇒ lunghezza catene ⇒ efficienza ecologica

In tutti i testi recenti di Oceanografia Biologica (ad es. Parsons *et al.*, 1988; Mann e Lazier, 1991; Lalli e Parsons, 1993) è richiamato il classico modello di Ryther (1969) sulla produzione di pesce negli oceani, che consiste in un confronto esemplificativo tra le catene di pascolo che si riscontrano in condizioni idrografiche diverse, quali quelle di ambiente oceanico, di ambiente neritico e di zone frontali (ad es. zone di risalita e di divergenza antartica). Da questo confronto alquanto elementare, ma indicativo di un ben consolidato livello di conoscenze, viene chiaramente evidenziato, per ciascun sistema idrografico, il rapporto esistente tra la taglia dei produttori primari e la lunghezza delle catene e, ancora, il rapporto tra quest'ultima e l'efficienza ecologica (intesa come rapporto percentuale tra la quantità di energia attinta da un livello trofico e la quantità di energia disponibile nel livello trofico precedente) (Tab. 1).

Tab. 1 - Differenze tra le catene di pascolo presenti in alcuni sistemi pelagici caratteristici (modificato da Ryther, 1969).
Differences among grazing chains in some peculiar pelagic systems (after Ryther, 1969, modified).

	Ambiente oceanico	Ambiente neritico	Zone di risalita
Taglia dei produttori primari	Nano-plancton (2-20 mm)	Micro-fitoplancton (20-200 mm)	Macro-fitoplancton (> 200 mm)
Anelli della catena	6-7	4	2-3
Produzione primaria	50 gC/m²/anno	100 gC/m²/anno	300 gC/m²/anno
Efficienza ecologica	10%	15%	20%
Produzione di pesce	0,5 mgC/m²/anno	340 mgC/m²/anno	36000 mgC/m²/anno

Tuttavia, si osservi come nel confronto non venga considerata la frazione pico-planctonica (0,2-2 μm), del cui importante ruolo funzionale ci si è resi conto solo negli ultimi venti anni (Johnson e Sieburth, 1979), e che costituisce uno degli argomenti di studio più attuali e dibattuti dell'Oceanografia biologica (Li, 1998).

Le catene di pascolo nel comparto bentonico.

Per quanto riguarda, invece, lo studio delle catene di pascolo nel comparto bentonico, sebbene l'argomento sia trattato più diffusamente in seguito, è opportuno precisare due aspetti salienti. Il primo è che, soprattutto in ambiente neritico, le catene di pascolo pelagiche e quelle bentoniche risultano essere interconnesse: infatti, da un lato, molti organismi bentonici, per lo più sospensivori filtratori, utilizzano la *PP* pelagica per la loro alimentazione (Wildish e Kristmanson, 1997), dall'altro, molti predatori di vertice si alimentano indifferentemente di organismi pelagici e bentonici (peraltro, l'interconnessione riguarda anche i cicli biologici degli organismi stessi, sia di quelli pelagici con fase bentonica, sia di quelli bentonici con fase pelagica). Altro aspetto, legato invece al destino della *PP* bentonica, è che in questo comparto, a differenza di quello pelagico, si possono riscontrare due tipi di catene di pascolo:

- catene con base microfitica (Cianoficee, Diatomee ecc.), quindi analoghe a quelle del comparto pelagico, che risultano essere quelle più consistenti in termini di flusso di materia-energia (cfr. Hawkins *et al.*, 1992; Reise, 1992), come ad es.:

Diatomee pennate (*Cocconeis* sp.) ⇒ Molluschi erbivori (*Rissoa* sp.) ⇒ Decapodi (*Carcinus* sp.) ⇒ Pesci (*Sparus* sp.)

- catene con base macrofitica (macroalghe e fanerogame); sono assenti nel comparto pelagico e, comunque, anche nel comparto bentonico risultano essere molto rare sebbene anche in questo tipo di catene, come nel precedente, siano principalmente coinvolte specie di *mesograzers* (piccoli invertebrati di taglia inferiore a 2.5 cm, in massima parte Crostacei Isopodi ed Anfipodi, Gasteropodi e Policheti), che però manifestano una più ampia possibilità di pascolo che può includere, insieme alle microfite, anche le macrofite (cfr. Brawley, 1992; Mazzella *et al.*, 1992), ad es.:

Fanerogame (*Posidonia oceanica*) ⇒ Crostacei erbivori (*Idotea haectica*) ⇒ Pesci (*Diplodus vulgaris*)

Di fatto, l'erbivoria diretta su macrofite sembra essere un adattamento di pochissime specie (ad es., cfr. Little e Kitching, 1996), per la maggior parte tanto specializzate da essere specie-specifiche, come ad es. *Idotea haectica* per *Posidonia oceanica* o i diversi generi di Molluschi Sacoglossi (*Lobiger* spp., *Oxynoe* spp., *Elysia* spp., ecc.) per macrofite come *Caulerpa* spp., *Halimeda* spp., *Acetabularia* spp., *Bryopsis* spp., ecc. (cfr. la recentissima review di Cimino *et al.*, 1999).

Le catene di detrito e l'accoppiamento pelagico-bentonico.

Il detrito, nelle sue diverse forme, è presente in tutto il sistema marino: *a*) fluisce lungo la colonna d'acqua e *b*) si accumula sul fondo, costituendo la matrice fondamentale per l'accoppiamento tra comparto pelagico e comparto bentonico (Fig. 1).

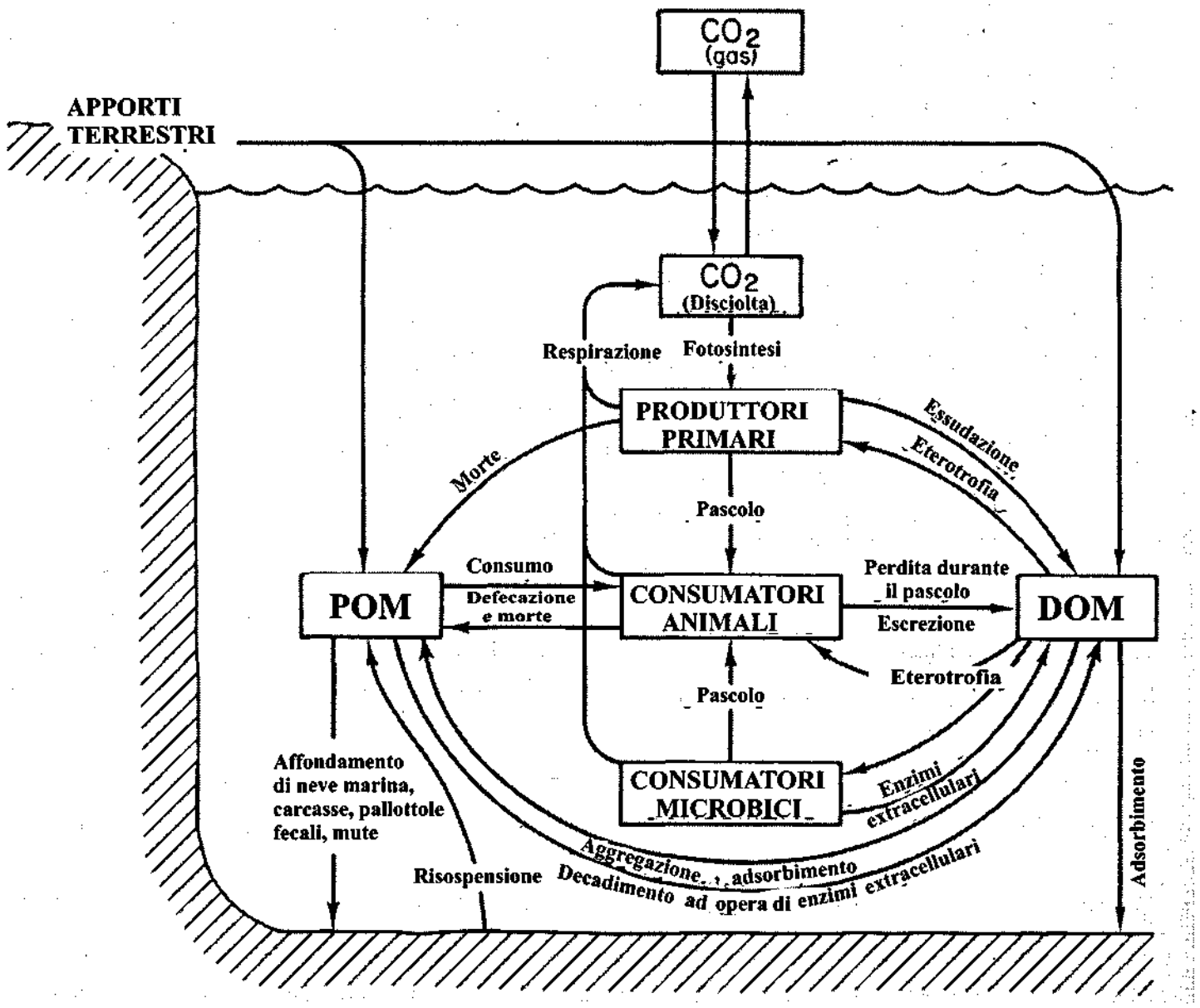


Fig. 1 - Il ciclo della materia organica nei sistemi marini in base alle costituenti in carbonio (modificato da Valiela, 1984).

The cycle of organic matter in marine systems, based on carbon components (from Valiela, 1984, modified).

Dal punto di vista quantitativo, è stato calcolato (Pomeroy, 1980) che oltre i 2/3 della materia organica particellata (POM: *Particulate Organic Matter*) in acque neritiche appartenga alle catene di detrito. Più di recente (Kennish, 1994) è stato calcolato che la POM costituisce solo l'1.5% della materia organica totale (TOM: *Total Organic Matter*) presente in sospensione negli oceani, mentre la materia organica disciolta (DOM: *Dissolved Organic Matter*) ne costituisce ben il 98.3%; gli organismi viventi, quindi, contribuiscono soltanto per il restante 0.2% circa (Fig. 2). Da ciò si può ben rilevare quanto la materia organica "non vivente", particellata e disciolta (cioè quanto nel complesso viene definito col termine inglese

debris, che non ha un corrispondente termine italiano), possa costituire un comparto, sia di compensazione tra i processi di produzione e di rimineralizzazione, sia di stoccaggio di energia, molto importante negli ecosistemi marini, soprattutto costieri, per i quali può rappresentare un vero e proprio "volano" energetico.

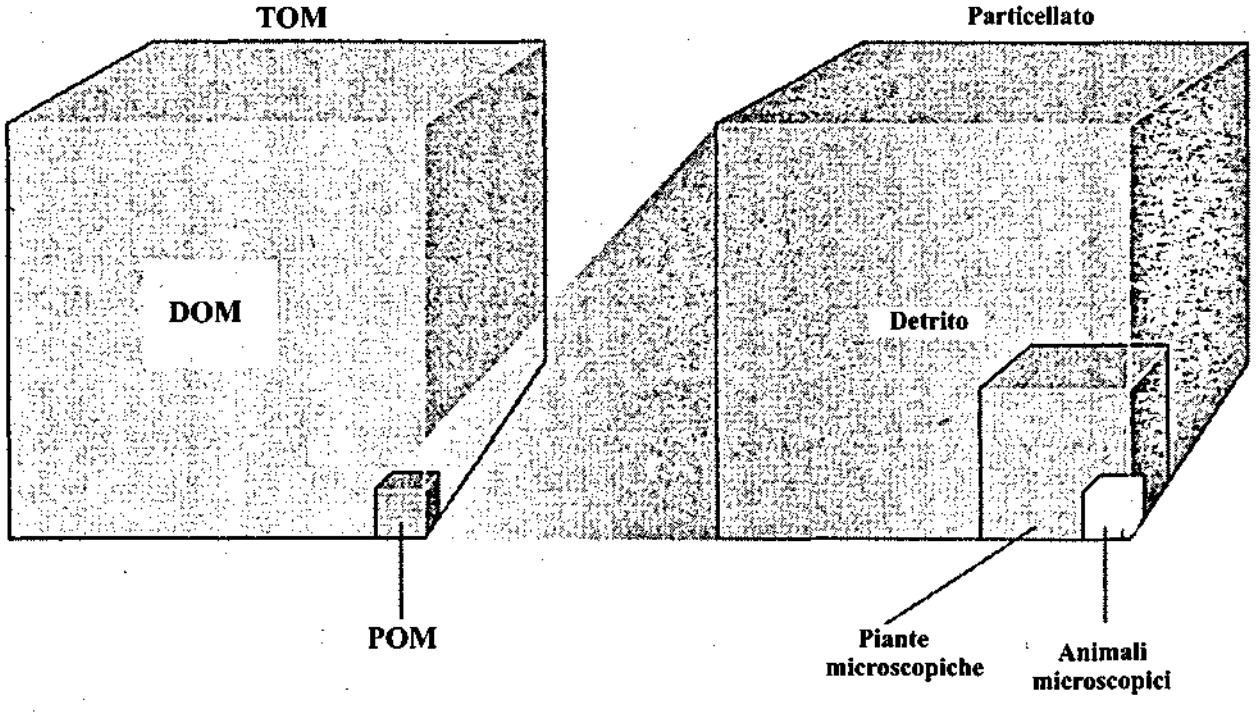


Fig. 2 - Confronto quantitativo tra i diversi tipi di materia organica presenti nei sistemi marini (modificato da Stowe, 1996).
Quantitative comparison among different types of organic matter in marine systems (from Stowe, 1996, modified).

Dal punto di vista qualitativo, si è ancora molto lontani da puntuali conoscenze sul carattere e sul destino di molta parte della DOM, sebbene recenti studi sui *loops microbici* abbiano iniziato a far luce su questo aspetto. La frazione non vivente della POM, ciè il detrito (*detritus*), è generalmente costituita da risorse di minor valore energetico rispetto a quelle delle catene di pascolo, avendo un elevato rapporto C/N. Ciò comporta un notevole rimaneggiamento microbico della sostanza organica (aggregati organici) per una solubilizzazione del C ed un arricchimento in N.

Numerosi sono gli organismi che si nutrono di detrito (detritivori selettivi o non selettivi, questi ultimi anche detti limivori), sia di quello presente in sospensione nell'acqua (sospensivori) sia di quello depositato sul fondo (depositivori). Tipologie di catene di detrito possono essere le seguenti.

- Catene pelagiche; in ambiente pelagico sarebbe più corretto parlare di *debris* dato che ci si riferisce quasi esclusivamente al *microbial loop*, che interviene soprattutto nello smaltimento della DOM (Azam e Ammerman, 1984); tuttavia, resta ancora da chiarire quanto importante possa essere il detrito particellato nella dieta di alcuni organismi macro- e mega-planctonici come ad es. i gasteropodi ed i tunicati pelagici (cfr. ad es. Lalli e Gilmer, 1989).
- Catene bentoniche di zona afotica, sostenute da detrito sia autoctono che alloctono (ad es., Carney, 1989; Danovaro *et al.*, 1993).

– Catene bentoniche di zona fotica; nel sistema neritico le catene di detrito possono essere fortemente accoppiate con quelle di pascolo. Un caso limite è costituito dalle lagune che, per la quasi laminarità dello strato d'acqua e per la forte interfaccia con quelli terrestri, sono fra i sistemi di massimo accoppiamento sia dal punto di vista funzionale (pascolo-detrito) che compartimentale (pelagico-bentonico) (cfr. ad es. Newell, 1982). La gestione oculata di questi bacini consiste, in ultima analisi, nel mantenerli al massimo del loro potenziale produttivo, senza che però l'eccessivo carico trofico del sistema inneschi processi anossici, che si instaurano qualora i tassi di produzione ed accumulo del detrito siano superiori a quelli di utilizzazione e rimozione (Carrada e Fresi, 1988).

La prospettiva del bentonologo

Se, come detto, fin dalle origini dell'oceanografia biologica il destino della *PP* nel comparto pelagico ha assunto connotati ben precisi nell'ambito delle *catene di pascolo*, lo stesso non può dirsi per il comparto bentonico (cfr. ad es. Steele, 1970; Earll e Erwin, 1983).

Per quest'ultimo comparto, infatti, in passato è stata data meno enfasi allo studio sul destino della *PP* nelle catene trofiche, privilegiando l'approccio strutturale, che analizza e ricostruisce le reti trofiche attraverso le componenti, rispetto a quello funzionale che invece privilegia, da un lato, lo studio delle interazioni fra le componenti (spesso assemblandole in comparti più o meno funzionalmente omogenei) e, dall'altro, l'ammontare dei flussi energetici che le attraversano (fanno eccezione solo gli studi sull'intertidale, che hanno come base storica quelli classici di Paine, 1966, 1969, 1980). Ciò nonostante, la bentonologia fin dalla sua nascita, e durante tutta la sua storia, è stata permeata da una sorta di "percezione naturalistica" di un ruolo rilevante del macro-fitobenthos nel trofismo dei sistemi non tanto "da vivo", quanto "da morto", cioè come *detrito*.

Fino ad oggi il problema del destino della *PP* nell'ambito dei sistemi bentonici non è stato ancora mai affrontato in maniera esaustiva, anche se studi puntuali svolti in ambienti costieri particolari (ad es. gli estuari e le *salt marshes*) hanno corroborato la "percezione naturalistica". In questo ambito vanno, infatti, ricondotte sia la cosiddetta "ipotesi di Petersen", secondo la quale il detrito derivante dalle fanerogame marine (nel caso specifico, *Zostera marina*) costituiva la principale fonte di nutrimento per il benthos costiero (Petersen e Boysen Jensen, 1911) che, a sua volta, sosteneva in maniera preponderante la produzione ittica delle acque danesi (Petersen, 1918), sia la cosiddetta "ipotesi di Odum" (*outwelling hypothesis*: Odum e de la Cruz 1967; Odum, 1980), secondo la quale la POM derivante dalle fanerogame delle *salt marshes* (nel caso specifico, *Spartina* spp.), attraverso le catene di detrito, doveva costituire la principale fonte di sostegno per le specie ittiche di interesse commerciale della Georgia (U.S.A.).

D'altro canto, diversi studi classici (Newell, 1965; Fenchel, 1970; Fenchel e Kofoed, 1976) avevano dimostrato come certi tipi di detrito, e soprattutto quello derivante da piante vascolari fossero difficilmente digeribili da parte dei macroinvertebrati bentonici, contrariamente a quanto, invece, avveniva per gli organismi microbici (batteri, diatomee) ad esso aderenti. Pertanto, al macrobenthos detritivoro veniva principalmente riconosciuto il ruolo di *microbial stripper*, cioè di utilizzatore del film microbico adeso sulle particelle di detrito, le quali vengono ingerite in quanto "supporto" dell'alimento ed attraversano l'apparato digerente senza essere scomposte ed assimilate, ma solo frammentate (una sorta

di "bastoncino del gelato", ingerito col gelato stesso, che viene frammentato ma non assimilato durante il passaggio nell'apparato digerente). Il detrito, pertanto, andrebbe incontro a diversi cicli di utilizzo da parte dei detritivori macrobentonici, durante i quali avviene una frammentazione sempre più spinta, che favorisce un attacco sempre più efficiente da parte dei microrganismi decompositori, per l'aumentare del rapporto superficie/volume dei frammenti.

Quindi, la refrattarietà di molta POM (soprattutto quella derivata dalle piante vascolari) determinerebbe un rimaneggiamento a lungo termine da parte dei microrganismi, organizzati in *loops* microbici bentonici (cfr. la sintesi di Jumars, 1993), cui fanno parte: batteri eterotrofi; protozoi flagellati, ciliati e foraminiferi; invertebrati meiobentonici. Tali microrganismi a loro volta rendono la POM consumabile da parte degli invertebrati macrobentonici. Più direttamente utilizzabile sembrerebbe essere, invece, la POM derivante da molte macroalghe (si considerino, ad es., le *review* di Mann, 1972; Nixon, 1980; Tenore e Rice, 1980; Levinton *et al.*, 1984).

Da linee di ricerca più recenti (Amouroux, 1984; Amouroux *et al.*, 1989; Charles *et al.*, 1992; Charles, 1993; Dauby, 1995; Schlacher e Wooldridge, 1996; Gremare *et al.*, 1998, ecc.), nell'ambito delle quali vengono utilizzate tecniche con radioisotopi vari ($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, ^{14}C-bicarbonato, 3H-leucina, ecc.: cfr. Kershaw e Woodhead, 1991, per una sintesi) emerge come le specie macrobentoniche detritivore attingano a "misture" di tipo diverso e variabili a seconda della stagione (Fig. 3), composte principalmente da: batteri, diatomee, detrito "fresco", di origine sia pelagica (proveniente dal *sinking* di planctonti) sia bentonica (soprattutto di macroalghe) e detrito "vecchio" di piante vascolari.

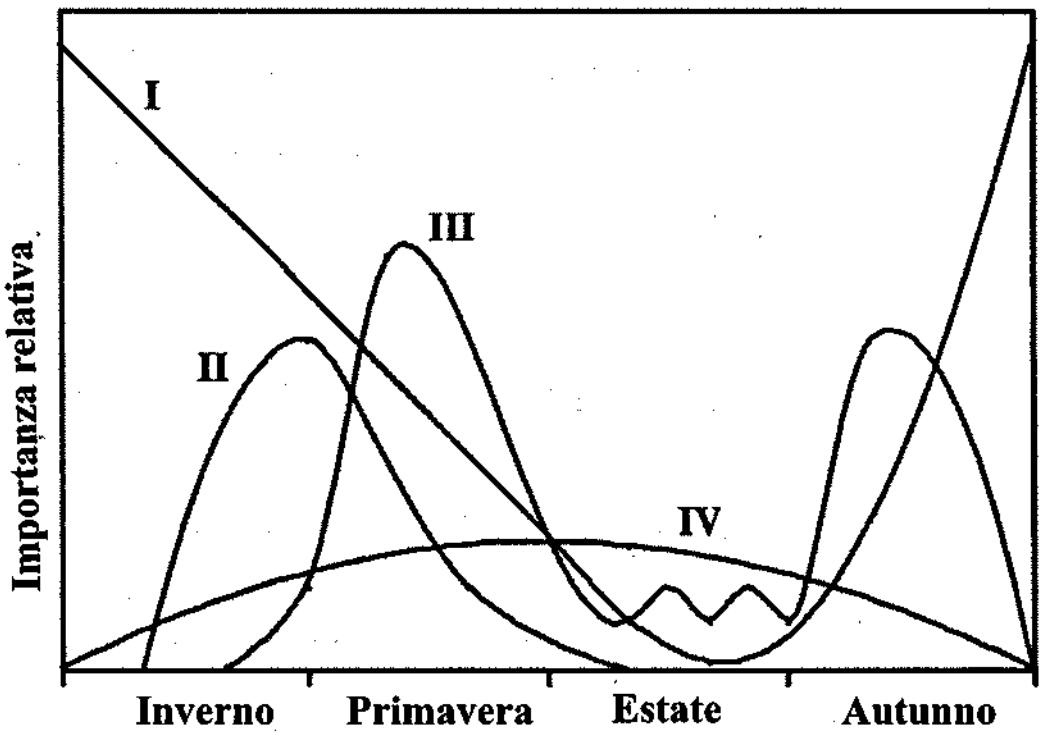


Fig. 3 - Cambiamenti stagionali dell'origine della materia organica detritica disponibile per gli organismi bentonici (modificato da Tenore, 1988). I: caduta e morte di foglie di fanerogame. II: "*Blooms* invernali" di macroalghe bentoniche. III: sedimentazione di materiale prodotto nella colonna d'acqua (plancton). IV: microfite bentoniche.

Seasonal changes in the origin of organic matter available for benthic organisms (from Tenore, 1988, modified). I: Fall and death of seagrass leaves. II: "winter blooms*" of benthic macroalgae. III: sinking of material produced in the water column (plankton). IV: benthic microphytes.*

Altro aspetto ancora insufficientemente studiato è la capacità di utilizzazione della DOM da parte degli organismi del benthos (ad es., Holmer, 1996).

Pertanto, attualmente sembra emergere un quadro molto più complesso riguardo agli adattamenti funzionali dei detritivori bentonici, che non dovrebbero essere più considerati soltanto, e semplicemente, dei *microbial strippers*. Un macrobenthos detritivoro o, meglio, erbivoro-detritivoro (poiché nelle "misture" la componente microfitica, ad es. a diatomee pennate, costituisce una frazione non secondaria), che si alimenterebbe secondo modalità ben differenziate, è il risultato di precise strategie adattative che coinvolgono aspetti e fasi diverse dell'alimentazione (Levinton, 1989; Giangrande *et al.*, 2000) quali:

- gli apparati ed i meccanismi di selezione della POM: ad es. la presenza di tentacoli adesivi, di faringi estroflettibili, di appendici "spazzolatrici", le diverse tipologie di "sifonaggio", ecc.;
- le modalità digestive e la struttura degli apparati preposti: ad es., la presenza di un rapido *stripping* extracellulare, oppure di una lenta digestione intracellulare dopo smistamento in un ceco;
- i livelli di utilizzazione della POM (ed eventualmente anche della DOM): ad es. attraverso la determinazione dei tassi di ingestione e di assorbimento.

Da questo recente e molto promettente filone di ricerca sembra, quindi, emergere sempre più chiaramente, da un lato, quanto limitato sia il ruolo della macroerbivoria (cioè del pascolo diretto su macrofite) nei sistemi bentonici costieri e, dall'altro l'importanza, della microerbivoria (cioè del pascolo diretto su microfite), la quale ultima spesso può essere accoppiata alla detritivoria. Viene, allora, da domandarsi quale potrebbe essere il principale ruolo ecologico svolto dal macrofitobenthos "vivo", dato che sarebbe da escludere un suo coinvolgimento diretto nella *PP* che sostiene le catene di pascolo bentoniche.

La risposta potrebbe derivare dagli importanti studi (Dayton, 1985; Dean e Connel, 1987; Gaines e Roughgarden, 1987; Sebens, 1991; ecc.) che hanno evidenziato sempre meglio il ruolo fondamentale delle asociazioni macrofitobentoniche nello strutturare gli habitats nell'ambito dei sistemi bentonici marini, al pari delle foreste (e non delle praterie) nei sistemi terrestri (Fig. 4).

In quest'ottica, l'associazione vegetale "peresiana" diventa un fondamentale elemento di "lettura" del paesaggio subacqueo, poiché determinante la struttura dell'intera comunità bentonica ad essa associata, non già in quanto alla base di una catena trofica (di pascolo) da cui dipende "direttamente" l'intero sistema, quanto piuttosto perché strutturatrice dell'habitat degli organismi animali presenti. Sempre più chiaramente, infatti, sta emergendo come la struttura dei popolamenti animali bentonici dipenda soprattutto "indirettamente", via catena di detrito, dalla *PP* macro-fitobentonica. Tali popolamenti, invece, sembrano essere molto più direttamente influenzati dalla struttura di habitat, cui le macrofite presenti sul substrato contribuiscono sia con la loro diversificazione morfologica (c.d. "eterogeneità" di habitat) sia con la loro abbondanza (c.d. "complessità" di habitat) (cfr. sul tema la recente *review* di Garcia-Carton e Perez-Ruzafa, 1999).

Conclusioni

Per quanto esposto, notevoli sono le differenze tra sistema pelagico e sistema bentonico riguardo al destino della *PP*.

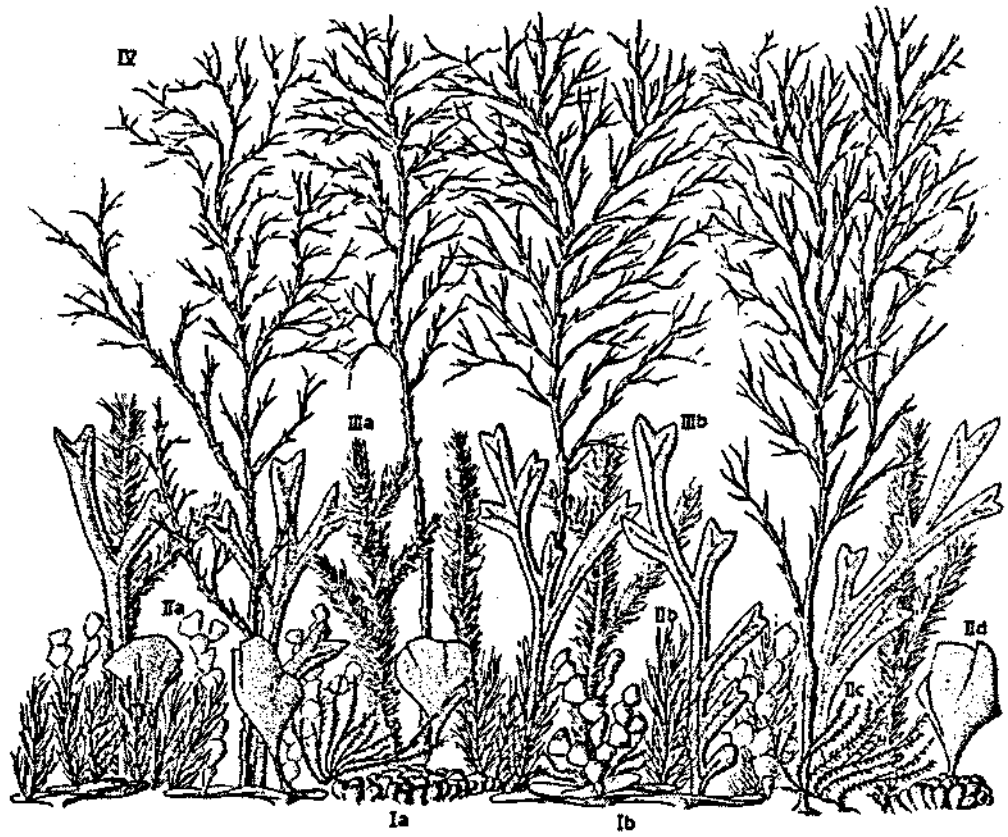


Fig. 4 – Schema della struttura di habitat determinata da un'associazione fotofila a *Cystoseira* spp. dell'infralitorale (da Riedl, 1966), nella quale si distinguono diversi strati caratterizzati rispettivamente da: I, talli incrostanti ed "a cuscino", appartenenti ai generi *Valonia* (Ia) e *Peyssonnelia* (Ib) (strato analogo a quello "muscinale" delle foreste); II, "feltro" algale formato da piccoli talli eretti, appartenenti ai generi *Halimeda* (IIa), *Cladophora* (IIb), *Halopteris* (IIc) e *Flabellia* (IId) (strato analogo a quello "erboso"); III, talli eretti mediamente elevati, appartenenti ai generi *Digenea* (IIIa) e *Dictyopteris* sp. (IIIb) (strato analogo a quello "arbustivo"); IV, grandi talli eretti, appartenenti al genere *Cystoseira* (strato analogo a quello "arboreo").

Schematic representation of the habitat structure perfomed by an infralittoral photophilic assemblage with Cystoseira *spp. (from Riedl, 1966), showing several strata characterised respectively as follows: I, encrusting and cushion-like thalli, belonging to genera* Valonia *(Ia) and* Peyssonnelia *(Ib) (similar to the "musk" stratum of forests); II, turf-like stratum performed by small erect thalli, belonging to genera* Halimeda *(IIa),* Cladophora *(IIb),* Halopteris *(IIc) and* Flabellia *(IId) ("grass" stratum); III, erect thalli, belonging to ganera* Digenea *and* Dictyopteris *("arbustive" stratum); IV, high erect thalli, belonging to* Cystoseira *spp. ("arboreal" stratum).*

- Il sistema pelagico può essere considerato come "produttore di pascolo", dato che la sua *PP* ha un ruolo eminentemente funzionale con: *a*) catene a base microfitica (includendo in questo termine generico anche il pico- e nano-fitoplancton), *b*) elevato *turnover* e *c*) smaltimemto preferenziale attraverso le catene di pascolo.
- Il sistema bentonico può essere considerato come "produttore di habitat", dato che la sua *PP* ha un ruolo prevalentemente strutturale con: *a*) catene a base macrofitica, *b*) lento turnover e *c*) smaltimento attraverso catene di detrito.

Pertanto, dal punto di vista funzionale, si potrebbe concepire il benthos costiero come "ecosistema terrestre allagato", cioè un sistema ecologico che contempera sia caratteristiche dei sistemi terrestri, sia caratteristiche dei sistemi più propriamente acquatici, quali quelli pelagici. Il carattere "terrestre" del benthos è dato dalla presenza consistente di grandi vegetali strutturatori di habitat, la cui *PP*

viene smaltita in massima parte via catene di detrito; la sua "acquaticità", invece, consiste nella preponderanza di catene di pascolo pelagico-simili o, addirittura, pelagico-accoppiate, con base prettamente microfitica.

Lo studio approfondito della coesistenza di queste due caratteristiche potrebbe essere una delle prospettive più promettenti ed affascinanti dell'ecologia marina costiera.

Summary

The fate of primary production in the sea has been differently stressed in the two main branches of the marine science, biological oceanography and benthonology. An emphasis on functional aspects of the pelagic system, where the fluxes of energy and matter through the grazing-chains have a central role, has characterised the development of biological oceanography since its origins. On the contrary, a structural approach, focused on the characterisation of components rather than on the fluxes passing through them, has characterised the studies on benthic systems (with some exceptions for the intertidal). The paramount importance of the fluxes involved in the "indirect" utilisation of benthic macrophytes via detritus chains with respect to the "direct" utilisation via grazing chains, became more and more evident in the last years. In fact, grazing chains in benthic systems are mainly based on microflora (diatoms), direct consumers of macroflora being very rare. Furthermore, a recent revaluation of detritivory in macro-invertebrates by radioisotopic methods pointed out the utilisation of a complex mixture of benthic microflora (mainly bacteria and diatoms), "fresh" detritus, both of pelagic (plankton) and benthic origin (macroalgae); and "old" detritus from seagrasses. In this frame, the main ecological role of macrofitobenthos appears to be that of habitat structuring. As a consequence, the vegetal association sensu Pérès becomes a fundamental tool for "reading" the bottom seascape. In fact, the association determines the structure of the entire related benthic community not for the fact of representing the base of the grazing food chain, from which depends directly the whole system, but rather as the factor structuring the habitat of the animal community. After all, from a functional point of view, coastal benthos could be regarded as "a submerged terrestrial ecosystem"; in other words, a system showing both terrestrial and aquatic characteristics. The terrestrial characteristic is represented by an important presence of large vegetal species, structuring the habitat and whose production mostly contributes to the detritus based food chains; on the contrary, the aquatic character consists of the preponderance of microphytic grazing based food chains, similar or coupled to the pelagic ones. The study of these two coexisting characteristics could well originate one of the most fascinating and promising research lines in coastal marine ecology.

Ringraziamenti

Si ringraziano G.C. Carrada, G. Furnari, S. Riggio e V. Saggiorno per gli utilissimi scambi di idee e la rilettura critica del testo.

Bibliografia

AZAM F., AMMERMAN J.W. (1984) – Cycling of organic matter by bacterioplancton in pelagic marine ecosystems: microenvironmental considerations. In: Fasham M.J.R. (ed), *Flows of Energy and Materials in Marine Ecosystems*, Plenum Press, New York: 345-360.

BRAWLEY S.H. (1992) – Mesoherbivores. In: John D.M., Hawkins, Price J.H. (eds), *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos*, Systematic Association Special Volume No. 46, Clarendon Press, Oxford: 235-263.

CARNEY R.S. (1989) – Examining Relationships Between Organic Carbon Flux and Deep-Sea Deposit Feeding. In: Lopez G., Taghon G., Levinton J. (eds), *Ecology of Marine Deposit Feeders*, Springer-Verlag, New York: 24-58.

CARRADA G.C., FRESI E. (1988) - Le lagune salmastre costiere. Alcune riflessioni sui problemi e sui metodi. In: Carrada G.C., Cicogna F., Fresi E. (eds), *Le lagune costiere: ricerca e gestione*, CLEM, Massa Lubrense (Napoli): 35-56.

CHARLES F. (1993) - Utilisation of fresh detritus derived from *Cystoseira mediterranea* and *Posidonia oceanica* by the deposit-feeding bivalve *Abra ovata*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **174**: 43-64.

CIMINO G., FONTNA A., GAVAGNIN M. (1999) – Marine Opisthobranch Molluscs: Chemistry and Ecology in Sacoglossans and Dorids. *Current Organic Chemistry*, **3**: 327-372.

DANOVARO R., FABIANO M., DELLA CROCE N. (1993) – Labile organic matter and microbial biomasses in deep sea sediments (Eastern Mediterranean Sea). *Deep-Sea Res.*, **40**: 953-965.

DAUBY P.A. (1995) – A delta-C-13 study of the feeding habits in four Mediterranean *Leptomysis* species (Crustacea, Mysidacea). *PSZN I, Marine Ecology*, **16**: 93-102.

DAYTON P.K. (1985) – Ecology of kelp communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **16**: 215-245.

DEAN R.L., CONNELL J.H. (1987) – Marine invertebrates in an algal succession. III. Mechanisms linking habitat complexitywith diversity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **109**: 249-273.

EARLL R., ERWIN D.G. (eds) (1983) – *Sublittoral Ecology. The ecology of the shallow sublittoral benthos*. Clarendon Press, Oxford: 277 pp.

FENCHEL T. (1970) – Studies on the decomposition of organic detritus from the turtle grass *Thalassia testudinum*. *Limnol. Oceanogr.*, **15**: 14-20.

FENCHEL T., KOFOED L.H. (1976) – Evidence for exploitative interspecific competition in mud snails (Hydrobiidae). *Oikos*, **27**: 367-376.

GAINES S., ROUGHGARDEN J. (1987) – Kelp communities: recruitment filters for intertidal communities. *Science*, **235**: 397.

GARCIA-CHARTON J.A., PEREZ-RUZAFA A. (1999) – Ecological heterogeneity and the evaluation of the effect of marine reserves. *Fisheries Research*, **42**: 1-20.

GIANGRANDE A., LICCIANO M., PAGLIARA P. (2000) – The diversity of diet in *Sillidae* (Anellida: Polychaeta). *Cah. Biol. Mar.*, **41**: 55-65.

GREMARE A., AMOUROUX J.M., CHARLES F., MEDERNACH L., JORDANA E., NOZAIS C., VETION G., COLOMINES J.C. (1998). Temporal changes in the biochemical composition of particulate organic matter sedimentation in the Bay of Baniuls-sur-Mer. *Oceanol. Acta*, **21**: 783-792.

HAWKINS S.J., HARTNOLL R.G., KAIN JONES J.M. e NORTON T.A. (1992) – Plant-animal interactions on hard substrata in the north-east Atlantic. In: John D.M., Hawkins S.J., Price J.H. (eds), *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos*, Systematic Association Special Volume No. 46, Clarendon Press, Oxford: 1-32.

HOLMER M. (1996) – Composition and fate of dissolved organic carbon derived from phytoplancton detritus in coastal marine sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **141**: 217-228.

KENNISH M.J. (1994) - *Practical Handbook of Marine Science*. Second Edition. CRC Press, Boca Raton: 566 pp.

KERSHAW P.E., WOODHEAD D.S. (eds) (1991) - *Radionuclides in the study of marine processes*, Elsevier Applied Sciences, London: 375 pp.

JOHNSON P.W., SIEBURTH J. McN (1979) - Chroococcoid cyanobacteria in the sea: a ubiquitous and diverse phototrophic biomass. *Limnol. Oceanogr.*, **24**: 928-935.

JUMARS P.A. (1993) – *Concepts in Biological Oceanography*. Oxford University Press: 348 pp.

LALLI C.M., GILMER R.W. (1989) – *Pelagic Snails*. Stanford University Press: 259 pp.

LALLI C.M., PARSONS T. R. (1993) - *Biological Oceanography: An Introduction*. Pergamon Press, Oxford: 301 pp.

LEVINTON J.S., BIANCHI T.S. e STEWART S. (1984) – What is the role of particulate organic matter in benthic invertebrate nutrition? *Bull. Mar. Sci.*, **35**: 270-282.

LEVINTON J.S. (1989) – Deposit Feeding and Coastal Oceanography. In: Lopez G., Taghon G., Levinton J. (eds), *Ecology of Marine Deposit Feeders*, Springer-Verlag, New York: 1-23.

LI W.K.W. (1998) - Annual average abundance of heterotrophic bacteria and *Synecococcus* in surface ocean waters. *Limnol. Oceanogr.*, **43**: 1746-1753.

LITTLE C, KITCHING J.A. (1996) – *The Biology of Rocky Shores*. Oxford University Press: 240 pp.

MANN K.H. (1972) – Macrophyte production and detritus food chains in coastal waters. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **29** (Suppl.): 353-383.

MANN K. H. e LAZIER J. R. N. (1991) - *Dynamics of Marine Ecosystems*. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 466 pp.

MAZZELLA L., BUIA M.C., GAMBI M.C., LORENTI M., RUSSO G.F., SCIPIONE M.B. E ZUPO V. (1992) – Plant-animal trophic relationships in the Posidonia oceanica ecosystem of the Mediterranean Sea: a review. In: John D.M., Hawkins S.J., Price J.H. (eds), *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos*, Systematic Association Special Volume No. 46, Clarendon Press, Oxford: 165-187.

NEWELL R. C. (1965) - The role of detritus in the nutrition of two marine deposit feeders, the prosobranch *Hydrobia ulvae* and the bivalve *Macoma balthica*. *Proc. Zool. Soc. London*, **144**: 25-45.

NEWELL R.C., LUCAS M.I., VELIMIROV B., SEIDERER L.J. (1980) – Quantitative significance of dissolved organic losses following fragmentation of kelp (Ecklonia maxima and Laminaria pallida). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **2**: 45-59.

NEWELL R.C. (1982) – The energetic of detritus utilisation in coastal lagoons and nearshore waters. *Oceanol. Acta* (N° sp.): 347-355.

NIXON S.W. (1980) – Between coastal marshes and coastal waters – a review of twenty years of speculation and research on the role of salt marshes in estuarine productivity and water chemistry. In: Hamilton E., MacDonald K.B. (eds.), *Estuarine and Wetland Processes*, Plenum Press, New York: 437-525.

ODUM E.P. e DE LA CRUZ A.A. (1967) - Particulate organic detritus in Georgia salt marsh-estuarine ecosystems. In: Lauff G.H. (ed.), *Estuaries*, Amer. Assoc. Adv. Sci, Washington d.c.: 383-388.

ODUM E.P. (1980) - The status of three ecosystem-level hypotheses regarding salt marsh estuaries: tidal subsidy, outwelling, and detritus-based food chains. In: Kennedy V.S. (ed.), *Estuarine Perspectives*, Academic Press, New York: 485-495.

PAINE R.T. (1966) – Food web complexity and species diversity. *Amer. Nat.*, **100**: 65-75.

PAINE R.T. (1969) – A note on trophic complexity and community stability. *Amer. Nat.*, **103**: 91-93.

PAINE T. (1980) – Foodwebs: linkage, interaction strength and community infrastructure. *J. Anim. Ecol.*, **49**: 667-685.

PARSONS T.R., TAKAHASHI M, HARGRAVE B. (1988) - *Biological Oceanographic Processes*. Pergamon Press, Oxford: 330 pp.

PETERSEN C.G.J., BOYSEN JENSEN P. (1911) - Valuation of the sea. I. Animal life of the sea bottom, its food and quantity. *Rep. Danish Biol. Stat.*, **20**: 2-77.

PETERSEN C.G.J. (1918) - The sea bottom and its production of fishfood. A survey of the work done in connection with the valuation of the Danish waters from 1883-1917. *Rep. Danish Biol Stat.*, **25**: 1-62.

POMEROY L.R. (1980) – Detritus and its Role as a Food Source. In: Barnes R.K., Mann K.H. (eds), *Fundamentals of Aquatic Ecosystems*, Blackwell Science, Oxford: 84-102.

REISE K. (1992) – Grazing on sediment shores. In: John D.M., Hawkins S.J. e J.H. Price J.H. (eds), *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos*, Systematic Association Special Volume No. 46, Clarendon Press, Oxford: 133-145.

RYTHER J.H. (1969) - Photosynthesis and fish production in the sea. The production of organic matter and its conversion to higher forms of life vary throughout the world ocean. *Science*, **166**: 72-76.

SCHLACHER T.A., WOOLDRIDGE T.H. (1996) – Origin and trophic importance of detritus. Evidence from stable isotopes in the benthos of a small, temperate estuary. *Oecologia*, **106**: 382-388.

SEBENS K.P. (1991) – Habitat structure and community dynamics in marine benthic systems. In: Bell S.S., McCoy E.D., Mushinsky H.R. (eds), *Habitat Structure. The physical arrangement of objects in space*, Chapman and Hall, London: 211-234.

STEELE J.H. (ed) (1970) – *Marine Food Chains*. Oliver & Boid, Edinburgh: 552 pp.

STOWE K. (1996) – *Exploring Ocean Science*. John Wiley & Sons, New York: 426 pp.

TENORE K.R., TIETJEN J.H. E LEE J.J. (1977) - Effect of meiofauna on incorporation of aged eelgrass, *Zostera marina*, detritus by the polychaete *Nephtys incisa*. *J. Fish. Res. Board Can.*, **34**: 563-567.

TENORE K.R., RICE D.L. (1980) – A review of trophic factors affecting secondary production of deposit feeders. In: Tenore K.R., Coull B.C.C. (eds), *Marine Benthic Dynamics*, South Carolina Univ. Press: 325-340.

TENORE K.R. (1988) – Nitrogen in Benthic Food Chaines. In: Blackburn T.H., Sorensen J. (eds), *Nitrogen cycling in coastal environment*, John Wiley & Sons, London: 191-206.

VALIELA I. (1984) - *Marine Ecological Processes*. Springer-Verlag, Berlin: 450 pp.

WILDISH D., KRISTMANSON D. (1997). *Benthic suspension feeders and flow*. Cambridge University Press: 409 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 168-179

A. BERGAMASCO *, S. FONDA UMANI

* Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, CNR, S. Polo, 1364
30125 Venezia, Italia.
Laboratorio di Biologia Marina, Trieste, Italia.

MODELLARE IL FLUSSO DI CARBONIO IN ALTO ADRIATICO: PROBLEMATICHE E POTENZIALITÀ

MODELING THE CARBON FLUX IN THE NORTHERN ADRIATIC: PROBLEMS AND PERSPECTIVES

Abstract

Carbon fluxes toward deep waters, which sequester the biogenic carbon, is one of the main topics of biological oceanography. Following the C partitionig based on turn over time into three pools (short lived C, long lived C, and sequestered C), we implemented a vertical model of the water column. We used a POM (Princeton Ocean Model) hydrodynamic model coupled with a four compartments' biological reactor. It describes the biogenic carbon evolution in short time (<4 days) living organisms, in long living (>4 days) organisms, and in two pools of biogenic C sequestered above and below the thermocline. We have run some numerical experiments to simulate an annual cycle in the Northern Adriatic Sea driven by temperature using experimental data collected in the Gulf of Trieste.

Key-words: *carbon fluxes, hydrodynamic model, North Adriatic.*

Introduzione

Un tema centrale in oceanografia, tema principalmente biologico, ma negli ultimi anni, di grande impulso nello studio dei cambiamenti globali, anche nuovo fuoco di interesse fisico, è il flusso di carbonio verso le acque profonde che lo sequestrano dal ciclo.

Il carbonio può essere rimosso dall'atmosfera per effetto della pompa biologica (Volk e Hoffert, 1985) che ne necessita per i processi fotosintetici. Microrganismi fotosintetici sono presenti nei mari di tutto il mondo, anche in ambienti estremi polari, e giocano un ruolo chiave nella catena alimentare non ancora completamente elucidato. Data la loro consistente superficie e biomassa essi sono i maggiori responsabili della produzione di carbonio organico disciolto (Azam, 1998). Come tale quantità invecchia o sedimenta diviene un fattore chiave per comprendere se il carbonio fotosintetizzato può rimanere nel ciclo o venir sepolto nei sedimenti.

Il controllo di questo processo oltre che essere legato all'attività biologica è influenzato dalla dinamica della colonna d'acqua. Infatti, l'attività biologica si esplica principalmente nella zona dove la sorgente energetica solare può penetrare (zona fotica).

Sempre connesso all'interazione solare ed atmosferica si genera uno strato d'acqua, più o meno spesso, più caldo e più leggero dell'acqua sottostante. Per azione di bruschi eventi di raffreddamento ed evaporazione del vento, la colonna d'acqua può perdere la sua stratificazione e diventare completamente omogenea. Sono queste variazioni stagionali, giornaliere o indotte da eventi particolari a modificare radicalmente l'attività biologica.

L'evoluzione stagionale della colonna d'acqua

La radiazione solare ad onda corta è la vera sorgente energetica dell'intero complesso oceano-atmosfera. Solo parte di questa energia è trasformata in calore attraverso l'assorbimento. Tale processo dipende però dalla quantità di materiale organico ed inorganico contenuto nel primo strato d'acqua. In prima approssimazione, il mare può essere considerato totalmente opaco alla radiazione lunga, o infrarossa, assorbendo o emettendo come un corpo nero.

Il processo evaporativo indotto è un tipico processo di trasferimento turbolento. Senza turbolenza infatti, con la sola diffusione molecolare gli scambi di massa ed energia sarebbero molto più lenti di quelli osservati.

Il ciclo evaporazione-condensazione pompa energia dal calore sensibile accumulato nell'oceano, lo trasporta in fase latente per poi rilasciarlo nell'atmosfera come variazione della sua energia interna.

La struttura termica della colonna d'acqua è la conseguenza di due effetti opposti. Il primo è il riscaldamento dovuto alla divergenza verticale della radiazione solare, il secondo è il raffreddamento superficiale dovuto alla perdita di radiazione lunga oltre alla possibile perdita dei flussi di calore sensibile e latente.

Il mescolamento indotto formerebbe allora un sottilissimo strato superficiale instabile, seguito da uno più o meno spesso strato mescolato e a uno stabile termoclino sottostante. Il meccanismo di penetrazione del termoclino da parte dello strato mescolato e la sua profondità di penetrazione dipendono dal bilancio tra la rapidità di diffusione dell'energia cinetica turbolenta dalla superficie e la rapidità di distruzione delle forze di galleggiamento che tendono a stabilizzare la colonna d'acqua. Quando il flusso di calore superficiale è relativamente debole, il mescolamento convettivo lascia praticamente inalterata la zona stabile: allora la convenzione è detta non penetrativa.

Al contrario quando il flusso superficiale è grande la quantità di energia cinetica turbolenta disponibile è tale che la zona mescolata è capace di penetrare in modo apprezzabile o erodere il termoclino stabile. Questo porta alla generazione di un profilo di temperatura più netto raggiungendo un nuovo equilibrio.

L'intero strato mescolato è messo in moto in tempi relativamente brevi sotto l'azione del vento. Inoltre intensi venti, aumentando l'evaporazione superficiale sono anche responsabili di una grande perdita di calore e di un flusso di salinità verso il basso. Questo porta ad aumentare la penetrazione della zona stabile risultando in un netto termoclino profondo.

La presenza di onde in fase di frangimento è un'altra sorgente di energia cinetica turbolenta che può influenzare in modo apprezzabile il bilancio dello strato mescolato.

Data l'inerzia termica dell'acqua, molto più grande di quella dell'atmosfera, la più importante variazione dello strato mescolato coinvolge periodi dell'ordine di mesi, nel cosidetto termoclino stagionale, in mare aperto c'è comunque un termoclino permanente principale associato con il bilancio medio annuo e con gli effetti avvettivi a grande scala. In alcuni casi ci sono anche apprezzabili cambiamenti giornalieri indotti principalmente dal riscaldamento diurno e raffreddamento notturno.

Nell'Adriatico settentrionale in aprile per effetto del riscaldamento stagionale si instaura un termoclino stabile, che presenta la sua massima stratificazione d'estate intorno ai 10 m su una profondità massima intorno ai 40 m.

In questo lavoro verrà illustrato un primo tentativo di accoppiare un modello fisico di evoluzione del termoclino con un semplice reattore biologico in grado di descrivere in prima approssimazione il flusso di carbonio biogenico.

Materiali e metodi

Sulla base dei dati idrografici e meteomarini acquisiti dalla piattaforma oceanografica "Acqua Alta" del CNR-ISDGM è stata messa a punto una simulazione dell'evoluzione stagionale dello strato mescolato in Alto Adriatico come base dinamica (Gabrieli *et al.*, 1994) su cui impiantare un primo modello di evoluzione del flusso di carbonio, fuoco finale. La piattaforma è localizzata a 15 Km dalla laguna di Venezia su un fondale di 16 m, avente una debole pendenza (inferiore 10^{-3}), un'escursione mareale inferiore al metro e venti prevalenti caratteristici, la bora e lo scirocco, la cui azione è importante nel determinare rapidi cambiamenti nella struttura verticale dei campi di temperatura e salinità in un ambiente con una colonna d'acqua relativamente bassa.

Data l'importanza dei processi turbolenti nel controllo dei fenomeni evolutivi termodinamici della colonna d'acqua il modello numerico usato è stato la versione monodimensionale del POM (Priceton Ocean Model) opportunamente modificata. Essa permette di usare lo schema detto di Mellor-Yamada di chiusura turbolenta nelle equazioni prognostiche per l'evoluzione dei campi di temperatura e salinità a turbolenza macroscala.

Tra le possibili condizioni al contorno superficiale adoperabili, la scelta adottata è stata quella di imporre l'evoluzione annuale di temperatura e salinità. Tale scelta è stata fatta per non introdurre ulteriori approssimazioni nel calcolo del budget totale di calore e massa del Nord Adriatico, argomento tuttora dibattuto, ma ininfluente a questo stadio di sviluppo del modello del flusso di carbonio.

Dopo l'imposizione delle condizioni iniziali tipiche di una situazione estiva stratificata nella densità e nella temperatura, il modello è stato integrato per cinque anni in modo da perdere la memoria dello stato iniziale ed essere sicuri della bontà del risultato nel riprodurre la ciclicità annuale della formazione e distruzione del termoclino.

Risultati

In figura 1 è riportata l'evoluzione verticale della temperatura nei cinque anni di simulazione, l'asse x essendo in secondi, l'asse y in metri, ø corrisponde alle superficie.

Come si può notare la memoria è persa dopo il primo anno, quando si ristabilisce il termoclino estivo del terzo anno di simulazione. È ben visibile anche la sua distruzione invernale.

Il ciclo annuale può essere spiegato come interazione locale di tre sorgenti energetiche che agiscono in concomitanza:

a) lo stress superficiale del vento
b) lo stress del fondo dell'azione mareale
c) i flussi di galleggiamento generati dall'azione solare

In questa approssimazione la colonna d'acqua viene distinta in tre regioni distinte:

a) uno strato mescolato superficiale
b) uno strato mescolato di fondo estremamente variabile

c) uno strato intermedio dove sono visibili i disturbi mareali e quelli a periodo più corto

Fenomenologicamente si possono citare:

a) la formazione di un termoclino in primavera accompagnato ad una simultanea stratificazione salina e quindi alla formazione di un picnoclino sufficientemente netto

b) una omogeneità verticale abbastanza uniforme sia per temperatura che salinità dal tardo autunno alla primavera

c) la rapida formazione e affondamento dello strato mescolato come conseguenza di un riscaldamento generalizzato e di eventi burrascosi anche di forte intensità tipicamente dalla primavera all'autunno.

Seguendo lo schema proposto nel 1992 da Legendre e Le Fevre che definiscono i comparti di carbonio biogenico sulla base del tempo di ricambio di tale carbonio è stato improntato un reattore biologico a quattro comparti. Essi sono divisi in due comparti di organismi con vita media inferiore e superiore ai 4 giorni e in due comparti di carbonio disciolto o particolato uno più labile in grado di essere assimilato dagli organismi più piccoli in misura diversa il primo giorno e un carbonio organico più refrattario. In figura 2 viene mostrato tale schema.

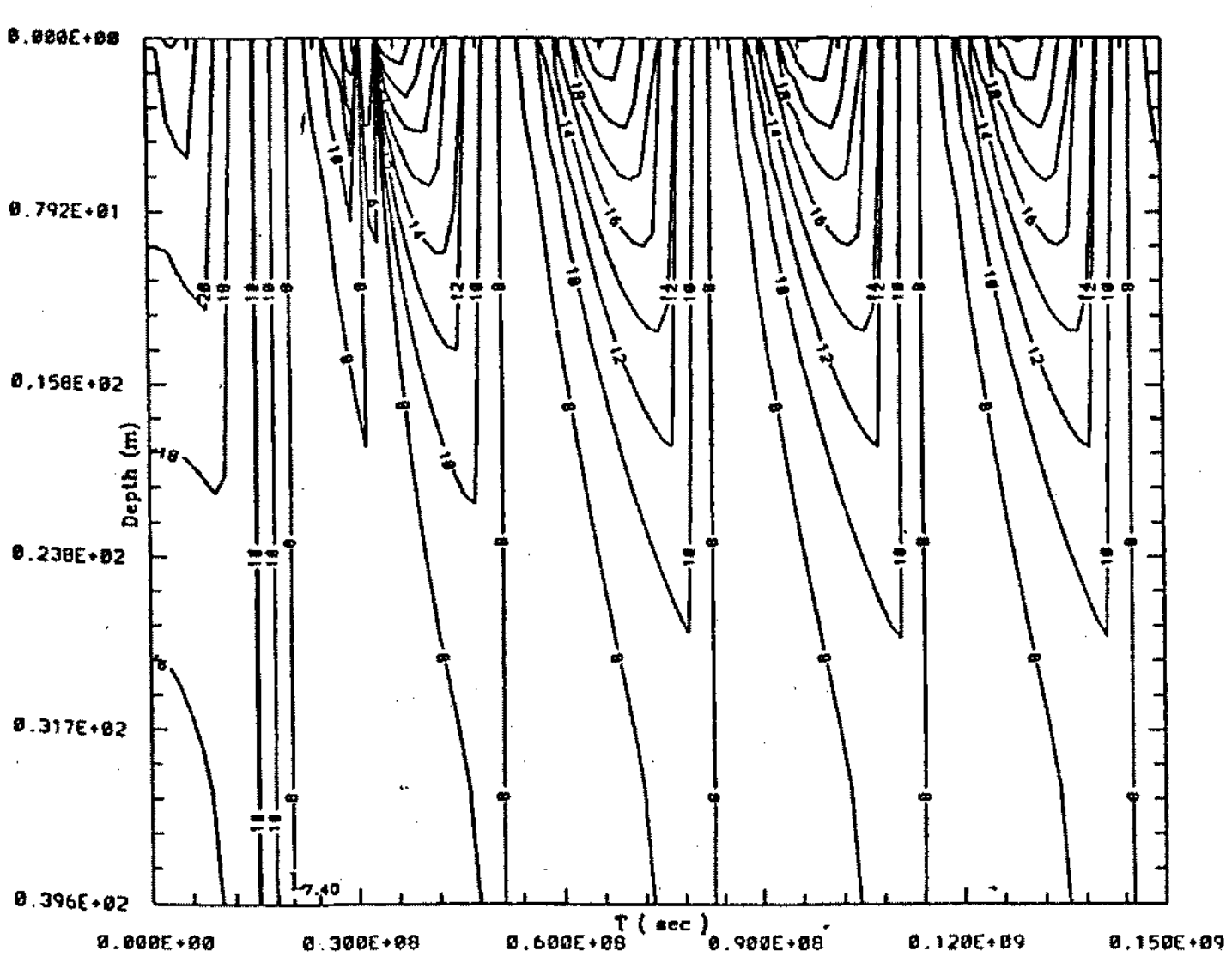


Fig. 1 - Evoluzione di cinque anni del profilo di temperatura.
Five year time evolution of vertical temperature profile.

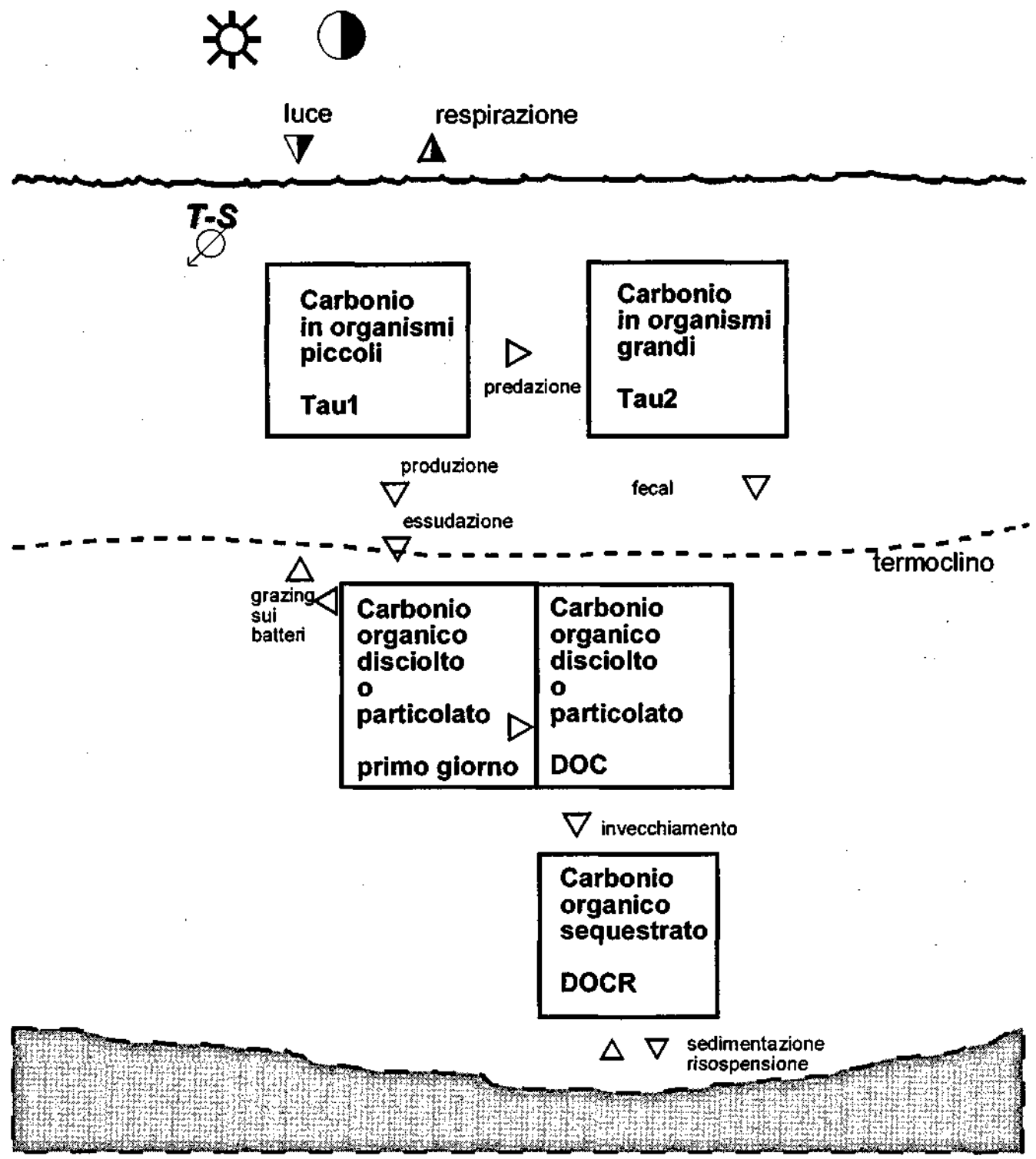


Fig. 2 - Schema del reattore biologico implementato nel modello.
Biological reactor model.

La crescita del pool Tau1 può essere controllata dall'intensità luminosa e dalla temperatura, mentre a sua volta la biomassa controlla la produzione primaria e attraverso una parametrizzazione, l'essudazione che genera nuovo carbonio organico disciolto.

L'attività batterica è in grado di ritrasferire carbonio organico disciolto in carbonio utilizzabile per la crescita del pool Tau1. Questa attività è stata fatta agire sul pool del primo giorno, mentre a questo stadio è stato previsto soltanto un accumulo e invecchiamento degli altri pools. I processi di sedimentazione e risospensione che agiscono in vicinanza del fondale non sono stati implementati.

Ciò implica un costante accumulo nel corso della simulazione delle quantità di carbonio sia nel pool labile che in quello refrattario. È stata invece parametrizzata l'interazione che può avvenire lungo la colonna per effetto della presenza del termoclino e delle sua evoluzione mediante una velocità di sedimentazione per la ridistribuzione del pool DOC e DOC R sotto il termoclino. Il termoclino varia nel corso dell'anno da 0 a 10 m in accordo con le Fig. 1. Sotto il termoclino tutte le variabili cadono verso il basso dell'1 per 1000 ogni ora (passo d'integrazione). Tutti i parametri che conrollano i processi modellati sono stati sintetizzati sulla base dei dati di laboratorio e sul campo acquisiti dal Laboratorio di Biologia Marina di Trieste (Amodio, 1999; Fonda Umani *et al.*,1998; 2000; Salvi *et al.*, 1998; Wassman *et al.*, 1998).

Per finire il pool Tau2 controlla attraverso un meccanismo di predazione il pool Tau1. A questo stadio la produzione di carbonio organico sotto forma di fecal pellets, la degradazione da particolato a disciolto e la sua aggregazione da parte dell'attività batterica non è stata implementata numericamente.

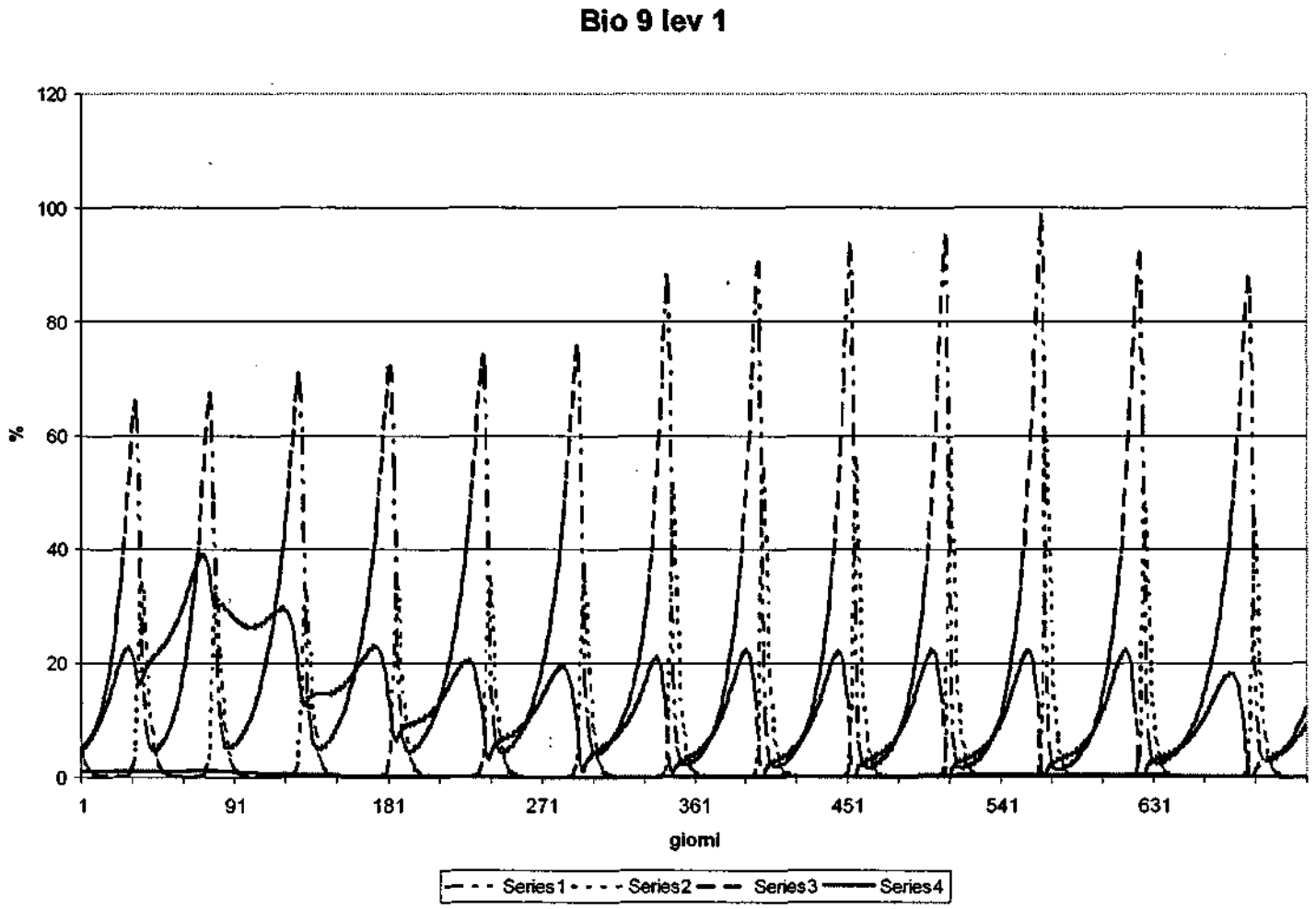


Fig. 3 - Evoluzione di 2 anni delle variabili del primo livello di profondità. La serie 1 corrisponde alla classe τ_1, la serie 2 corrisponde alla classe τ_2, la serie 3 corrisponde alla variabile DOC, la serie 4 corrisponde alla classe DOCR.

Two year evolution of surface variables. Label serie 1 correspond τ_1 pool, while serie 2 correspond to τ_2 pool, variable DOC is serie 3 and finally DOCR is serie 4.

Primi esperimenti di sensitività sono stati eseguiti su una versione 0 dimensionale del modello al fine di arrivare ad una situazione di stabilità quasi stazionaria tra i 2 pools controllori dell'attività vitale (Tau1 e Tau2). Il coefficiente

di crescita del pool Tau1 e quello di predazione Tau2 su Tau1 sono stati dedotti dalle ricerche sul campo e in laboratorio, mentre il parametro di mortalità di Tau2 è stato determinato empiricamente per la stabilità. La simulazione finale è stata eseguita discretizzando i pools in 40 livelli relativi ad ogni metro della colonna d'acqua e simulando 2 anni di evoluzione, partendo da condizioni iniziali minime omogenee sulla colonna. In Fig. 3 è mostrata l'evoluzione di due anni delle variabili del primo livello. È visibile la ciclicità all'incirca bimestrale che regola l'evoluzione sia di Tau1 che di Tau2. Il ciclo giorno-notte e la variazione della durata del giorno nel corso dell'anno, implementati per modulare la quantità di luce disponibile, non mostrano conseguenze sull'evoluzione dei pools. Il processo produzione-respirazione formulato da Sverdrup (1953) non è al momento implementato. È pensabile che questo forzante diminuisca l'intensità dei picchi invernali ed estivi: il primo per la diminuizione della quantità di luce disponibile e il secondo per l'eccessiva profondità del termoclino. Nelle Figg. 4, 5, 6, 7 sono visibili le evoluzioni dei 4 pools, nell'asse x essendo i giorni e nell'asse y i metri.

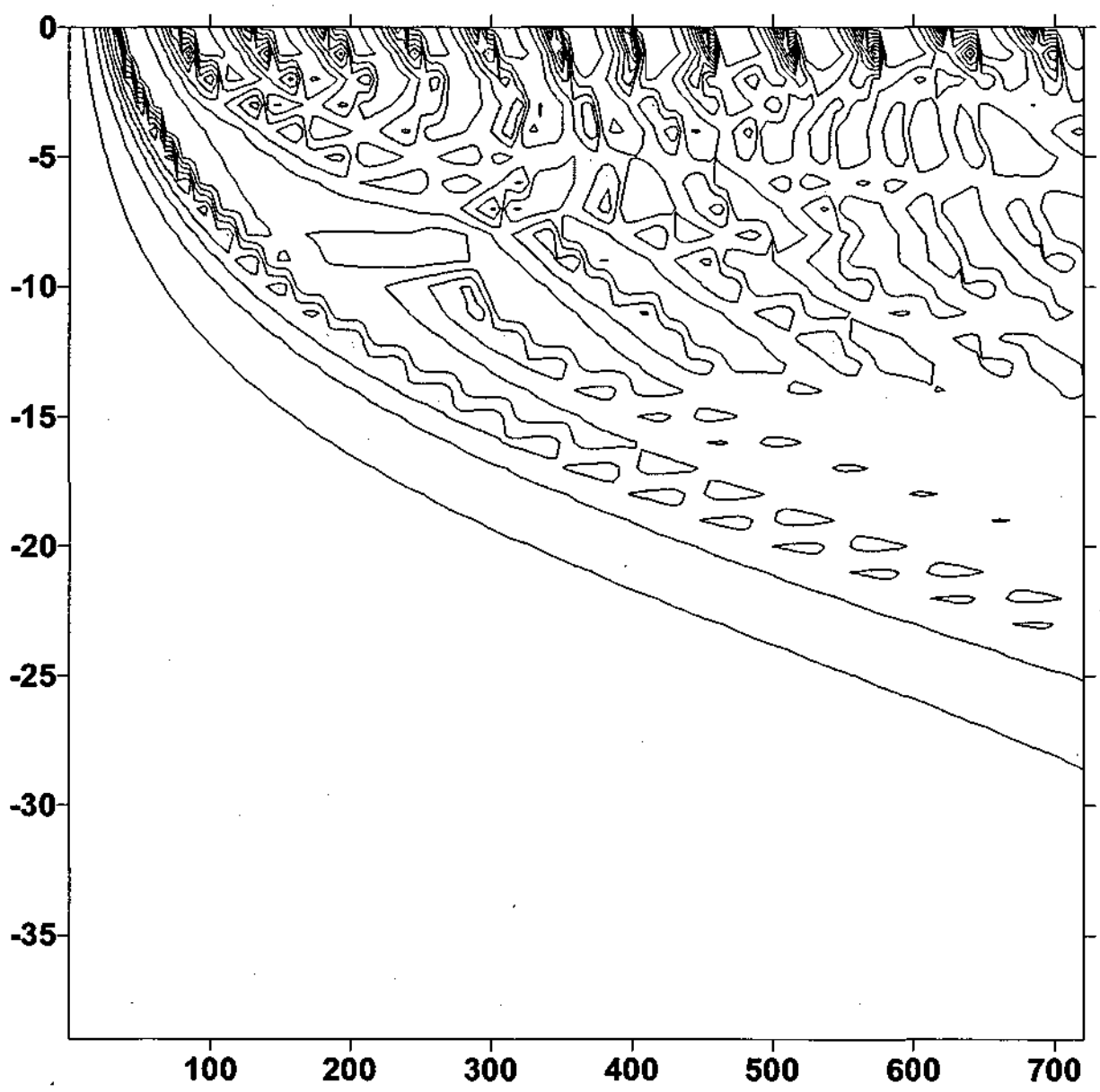


Fig. 4 - Evoluzione di 2 anni del profilo della variabile τ_1, asse x in giorni, asse y in metri di profondità. Le unità sono normalizzate, minimo in bianco vale 0, massino in nero vale 100.

Evolution of τ_1, variable. Units for x axis are in days, while y axis are in meters. Variable values are normalized, minimum corresponding to white is 0, while maximum corresponding to black is 100.

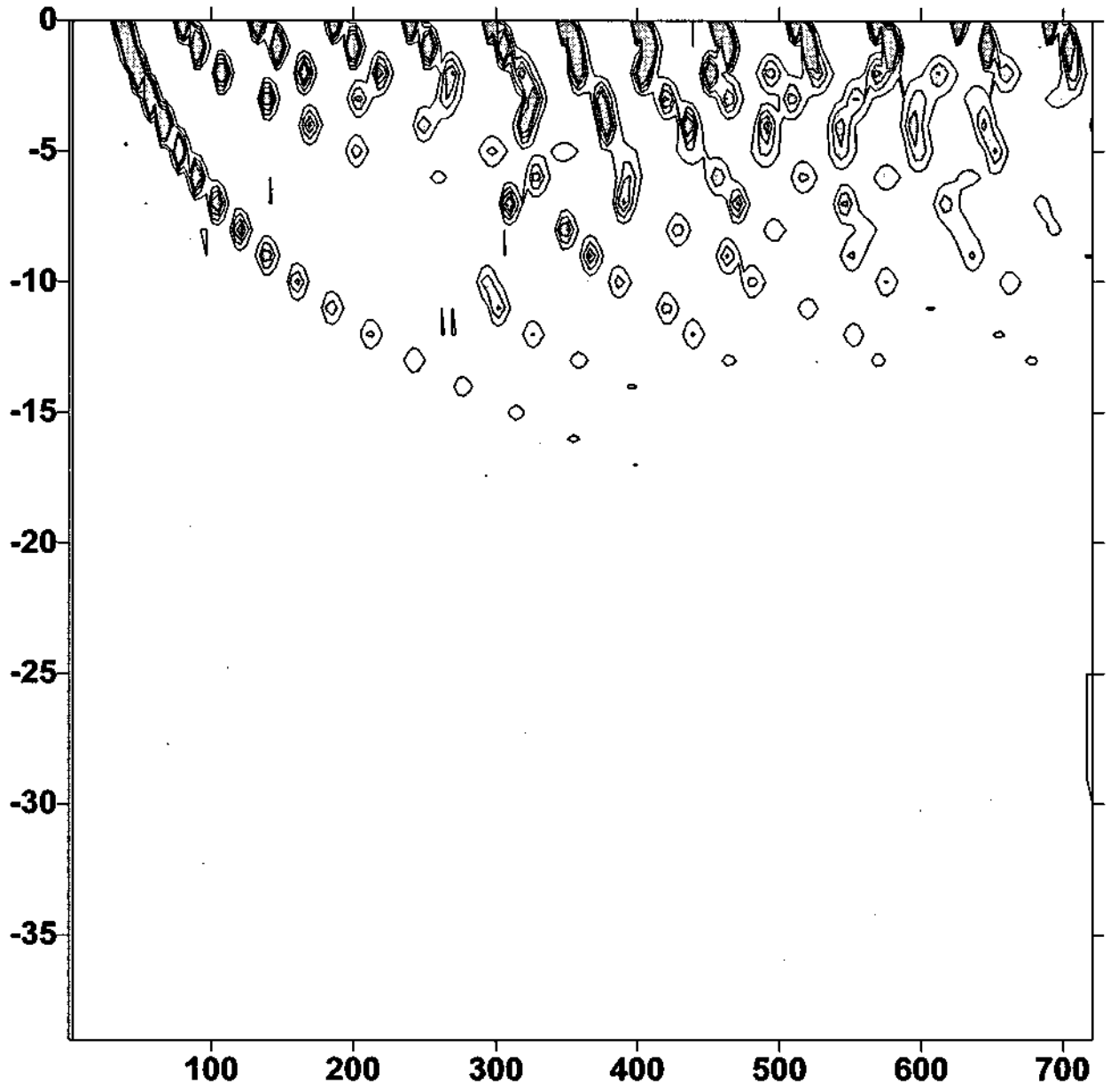


Fig. 5 - Evoluzione di 2 anni del profilo della variabile τ_2. Asse x in giorni, asse y in metri di profondità. Le unità sono normalizzate, minimo in bianco vale 0, massino in nero vale 10.

Evolution of τ_2, variable. Units for X axis are in days, while y axis are in meters. Variable values are normalized, minimum corresponding to white is 0, while maximum corresponding to black is 10.

Dato il tipo di parametrizzazione e la non calibrazione dei risultati i valori assoluti delle varie quantità non sono al momento da prendere in considerazione. I gradienti e le tendenze però sono significative del comportamento. Infatti è evidente un accumulo di DOC al di sotto del termoclino, all'incirca a 10 m di profondità, accumulo che permane anche alla scomparsa del picnoclino, come osservato su campo nel Golfo di Trieste nel novembre 1998 (Fonda Umani *et al.*, 2000).

Conclusioni

L'implementazione mostrata rende evidente le potenzialità di un approccio integrato fisico biologico nella descrizione-spiegazione di un fenomeno complicato multiscala e multiprocesso com'è quello del flusso di carbonio.

Mostra anche tutte le problematiche connesse alle molteplici approssimazioni e parametrizzazioni necessarie almeno a questo stadio di comprensione e di dati disponibili.

Pur nella difficoltà di modellizzazione e nella conseguente difficoltà di interpretazione dei risultati, va sottolineata la potenzialità della procedura nella metodologia di comprensione e nella possibilità dell'iterarlo per migliorare i risultati sulla base di nuovi dati o di nuove idee o di nuove potenze di calcolo.

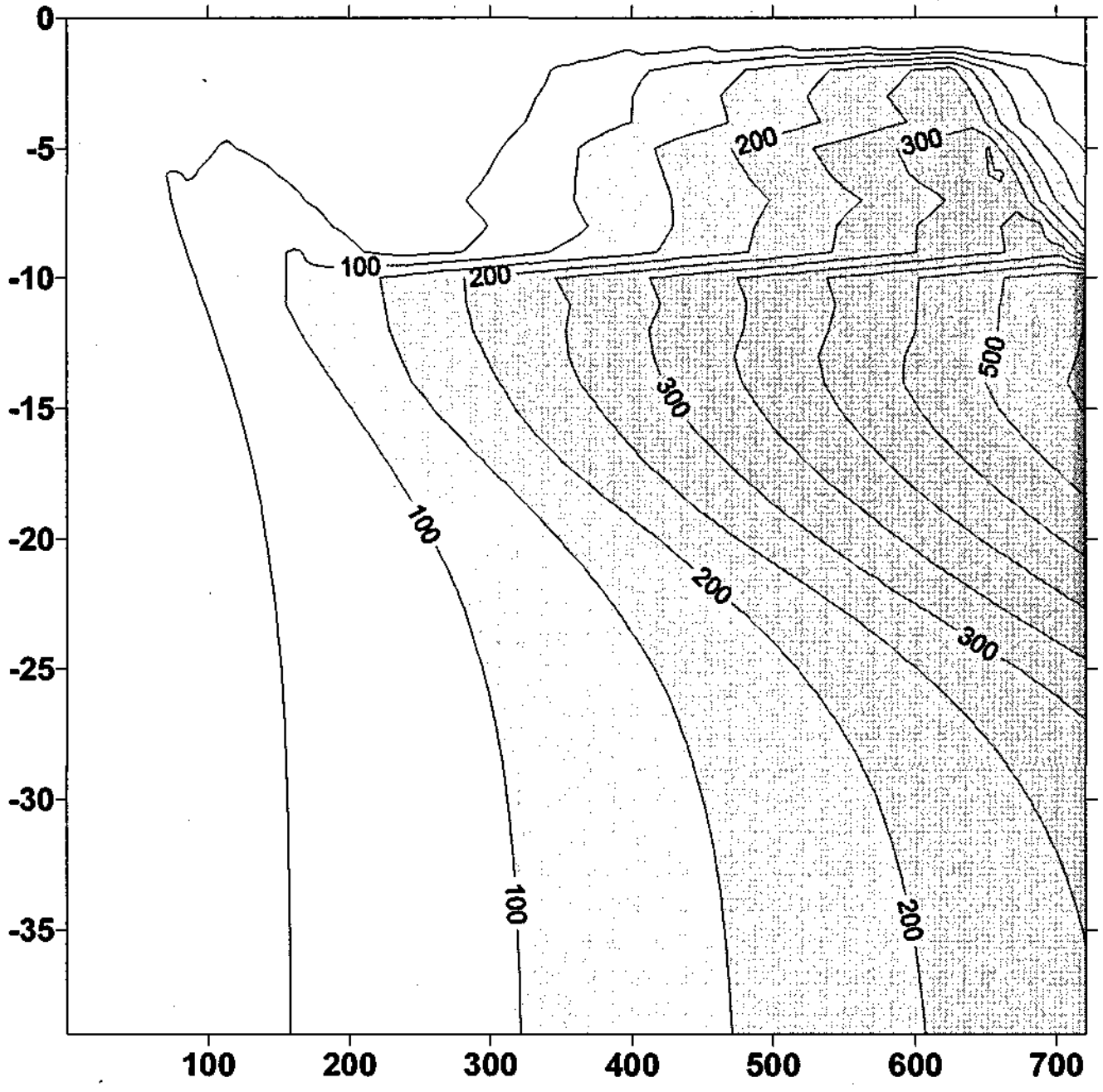


Fig. 6 - Evoluzione di 2 anni del profilo della variabile DOC; asse x in giorni, asse y in metri di profondità. Le unità sono normalizzate, minimo in bianco vale 0, massino in grigio scuro vale 550.

Evolution of DOC variable. Units for x axis are in days, while y axis are in meters. Variable values are normalized, minimum corresponding to white is 0, while maximum corresponding to dark gray is 550.

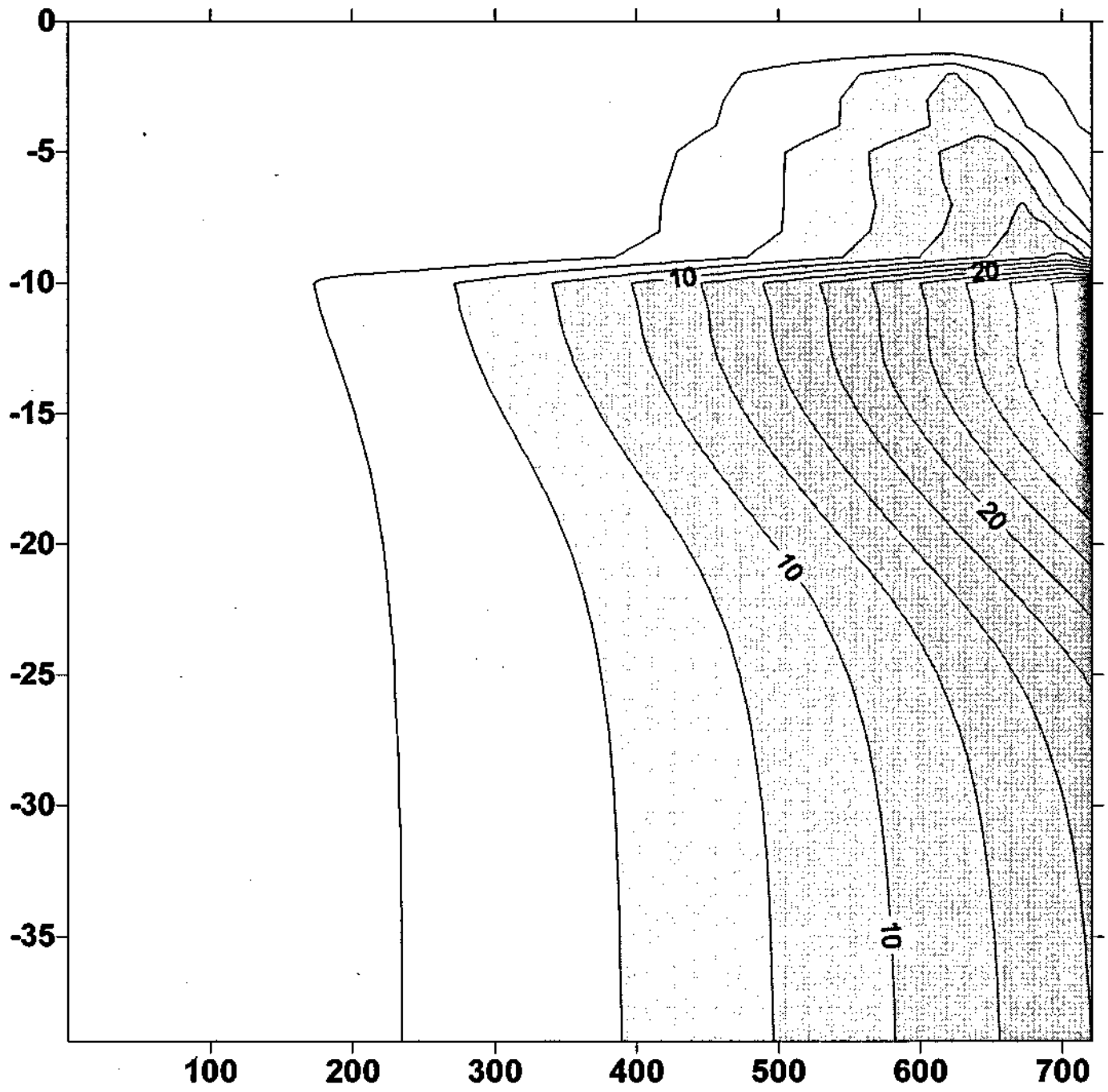


Fig. 7 - Evoluzione di 2 anni del profilo della variabile DOC_R; asse x in giorni, asse y in metri di profondità. Le unità sono normalizzate, minimo in bianco vale 0, massino in grigio scuro vale 30.

Evolution of DOC_R variable. Units for x axis are in days, while y axis are in meters. Variable values are normalized, minimum corresponding to white is 0, while maximum corresponding to dark gray is 30.

Summary

Carbon fluxes toward deep waters, which traps the biogenic carbon, is one of the main topics of biological oceanography. Following the C partitioning based on turnover time into three pools (short-lived C, long-lived C, and trapped or sequestred C), we implemented a one dimensional vertical model of water column. We used the POM (Princeton Ocean Model) in its one dimensional version to describe the hydrodynamical evolution of the water column, coupled with a four-compartment biological reactor. This model describes the biogenic carbon evolution in short time living organism (less than 4 days), in long living organisms (greater than 4 days) and in two pools of biogenic C trapped above and below the termocline. We run different numerical experiments to simulate

the annual cycle in the Northern Adriatic Sea driven by surface temperature, using experimental data collected in the Gulf of Trieste (Italy). Even with this limitations due to the approximations applied, the results make clear the potential of the integrated methodology (physical and biological) in describing a complex multi scale process as the Carbon cycle. Preliminary results show a good agreement with experimental data, even if the approximations do not allow quantitative considerations.

Bibliografia

AMODIO R. (1999) - *Stime dei tassi di essudazione e osservazioni sui processi di aggregazione del materiale organico disciolto prodotto da* Skeletonema costatum *(Greville) Cleve in coltura*. Tesi di laurea in Scienze Biologiche. Università di Trieste: 84 pp.

AZAM F. (1998) - Microbial Control of Oceanic Carbon Flux: The Plot Thicknes. *Science*, **280**: 694-696.

FONDA UMANI S., CAUWET G., COK S., MARTECCHINI E., PREDONZANI S. (1998) - Short-term chemical and biological properties of the water column in the Gulf of Trieste: the example of late spring and late summer. In: T. Hopkins, A. Artegiani, G. Cauwet, D. Degobbis, A.Malej (eds), *The Adriatic Sea,* Ecosystems Research, 32, EUR 18834, Brussels.

FONDA UMANI S., BERAN A., CABRINI M., CATALETTO B., DEL NEGRO P., DE VITTOR C. (2000) - Prime misure dei principali flussi energetici nel comparto pelagico del Golfo di Trieste: autunno 1998. *Biol. Mar. Medit.* **7** (1): 180-195.

GABRIELI C., BERGAMASCO A., LIONELLO P. (1994) - Application of a second order turbulence closure model to the seasonal thermoclinee cycle in the Adriatic sea. *CNR tecnical report, n. 194, ottobre 1994.*

LEGENDRE L., LE FEVRE J. (1992) - Interactions between hydrodinamics and pelagic ecosystem.: relevance to resource exploitation and climat change. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, **12**: 477-486.

SALVI C., FONDA UMANI S., COCK S. (1998) - The seasonal contribution of phytoplankton to Particulate Organic Carbon in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Annales*, **13**: 19-30.

SVERDRUP H.U. (1953) - On conditions for the vernal blooming of phytoplankton. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **18**: 287-295.

VOLK T., HOFFERT M.I. (1985) - Ocean carbon pumps: Analysis of relative strenghts and efficiencies in ocean-driven atmospheric CO_2 changes. In: Sundquist E.T., Broecker W.S. (eds), *The Carbon Cycle And Atmospheric CO_2: Natural Variations Archean to Present*, Washington DC, AGU monograph, 32: 99-110.

WASSMANN P., FONDA UMANI S., YPMA J.E., REIGSTAD M., COK S., SALVI C., CAUWET, G. (1998) - Suspended biomass and vertical flux in the Gulf of Trieste, Adriatic Sea: Two summer scenarios. In: Hopkins, Artegiani, Cauwet, Degobbis, Malej, (eds), *The Adriatic Sea*, Ecosystems Research Reports Series, - Ecosystems Research, 32, EUR 18834, Brussels.

Appendice

Ecco di seguito le equazioni di base usate per il reattore biologico. I valori:

$$\dot{\tau}_1 = r_1\tau_1 - a_{12}\tau_1\tau_2$$

$$\dot{\tau}_2 = r_2\tau_2 + a_{12}\tau_1\tau_2$$

$$\dot{DOC} = (essu - graz) - \alpha DOC$$

$$\dot{DOC}_R = \alpha DOC$$

Dove

$$r_1 = 0.32 rad$$
$$r_2 = -0.4$$
$$a_{12} = 0.017$$
$$essu = 0.086 \cdot pp / 86400$$
$$graz = 0.01 \cdot \tau_1 \cdot essu$$
$$\alpha = 0.025$$
$$pp = 3\tau_1 rad$$
$$rad = \begin{Bmatrix} 1 & giorno \\ 0.3 & notte \end{Bmatrix}$$

Tali valori sono intesi per un passo di integrazione di 1 ora. L'efficienza di predazione a_{12} diventa nulla per concentrazioni di τ_1 inferiori a 0.5.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 180-195

S. Fonda Umani, A. Beran, M. Cabrini, B. Cataletto,
P. Del Negro, C. De Vittor

Laboratorio di Biologia Marina, Via Piccard, 54 – 34010 Trieste, Italia.

PRIME MISURE DEI PRINCIPALI FLUSSI ENERGETICI NEL COMPARTO PELAGICO DEL GOLFO DI TRIESTE: AUTUNNO 1998

FIRST MEASURAMENTS OF THE MAIN ENERGETIC FLUXES IN THE PLANKTONIC SYSTEM OF THE GULF OF TRIESTE: AUTUMN 1998

Abstract

Within the frame of a three years project on the production and fate of DOC carried out in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic) primary production and the main utilization processes of the organic matter were studied on a seasonal base. Oceanographic basic data were monthly recorded on a sample net of 12 stations. In one of this station in November 1998 samples were collected to measure primary and bacterial production, respiration, DOC and POC, size fractionated plankton biomasses, and to performing laboratory dilution experiments on grazing efficiency on the main groups (HNF on picoplankton, microzooplankton on nano- and microphytoplankton) as well as of copepods on microplankton. HNF grazed efficiently only on heterotrophic bacteria; microzooplankton grazed very efficiently on both microphytoplankton (small dinoflagellates) and on nanoplankton. Acartia clausi, *the copepod selected for grazing experiments, grazed both on microphytoplankton (mainly on diatoms) and on microzooplankton, but with a less extent. The system in November was scarcely productive, being respiration higher than primary production. Heterotrophy prevailed over autotrophy.*

Key-words: *energetic fluxes, production/respiration, grazing rates.*

Introduzione

Il Golfo di Trieste è la parte più settentrionale ed orientale dell'Alto Adriatico, si estende dalla foce del Tagliamento a Punta Salvore. Le coste variano da quelle sabbiose tipiche dell'apparato lagunare di Grado e Marano e delle foci fluviali del Tagliamento e dell'Isonzo a quelle rocciose dallo sperone di Duino fino alla costa slovena. Il fondo, che raggiunge la profondità di 25 m soltanto in un'area centrale del golfo, è costituito da sedimenti sabbiosi a ovest in corrispondenza agli apporti isontini e nella restante parte da sedimenti pelitici (Brambati e Catani, 1988, Orgolec *et al.,* 1991). Le coste sono densamente abitate (Trieste e i centri minori di Monfalcone, Muggia, Capodistria, Isola, Pirano, ecc.) e fortemente rimaneggiate, soprattutto in corrispondenza alle aree abitate e portuali. Gli apporti fluviali sono numerosi (Isonzo, Tagliamento, Timavo, Rosandra, Ospo, Risano e Dragonja), ma soltanto l'apporto dell'Isonzo è considerato rilevante (Malej *et al.,* 1995, Mozetic *et al.,* 1998). In particolare, le concentrazioni di nitrato risultano strettamente associate agli apporti isontini, mentre l'ortofosfato, le cui concentrazioni sono sempre estremamente basse, sembra maggiormente influenzato dagli scarichi urbani (Burba *et al.,* 1994). L'andamento della salinità, correlato con quello degli apporti fluviali, presenta tipicamente due periodi di minima (primavera ed autunno) ai quali, in alcuni anni, si sommano brevi periodi estivi

(Malej *et al.,* 1995). La temperatura ha un andamento molto regolare con minimi invernali prossimi a 6°C e massimi estivi superficiali anche superiori a 25°C (Cardin e Celio, 1997). La stratificazione termica s'instaura generalmente in aprile e perdura fino ad ottobre, quando si ripristina l'omotermia (Mosetti, 1988). La produzione primaria, che mediamente si attesta su valori annuali di 50 gCm^{-2} (Faganeli *et al.,* 1981; Fonda Umani, 1991), é essenzialmente a carico della frazione >10 μm in primavera e in misura minore in autunno, mentre risulta associata alla frazione <10 μm negli altri periodi dell'anno (Malej *et al.,* 1995). La produzione primaria raggiunge i massimi in maggio-giugno, mentre i massimi fitoplanctonici si osservano generalmente in marzo-aprile. I popolamenti fito-, micro- e mesozoo-planctonici e i relativi contenuti in carbonio sono stati ampiamenti descritti negli ultimi dieci anni (Fonda Umani, 1991; 1992; Cabrini *et al.,* 1989; Lipej e Malej, 1992; Cataletto *et al.,* 1993; 1995; Fonda Umani *et al.,* 1995; Malej *et al.,* 1995; Lipej, 1996, Malej e Fonda Umani, 1998; Mozetic *et al.,* 1998; Salvi *et al.,* 1998) evidenziando un ciclo annuale tipico di acque temperate, seppur con ampie fluttuazioni interannuali. Più scarsi invece sono i dati relativi alle componenti di dimensioni inferiori (pico e nanoplancton) che sono state prese in considerazione soltanto negli ultimi anni (Turk *et al.,* 1990; Del Negro *et al.,* 1996). Del tutto carenti risultano invece le informazioni relative ai principali tassi di trasferimento della materia organica sia nel circuito microbico che nella catena del pascolo, fatta eccezione per alcuni dati relativi alla produzione eterotrofica e alla respirazione (Long *et al.,* 1998) e ai tassi di predazione di *Acartia clausi* (Fonda Umani e Cocchietto, 1990). Il Golfo di Trieste, così come tutto l'Adriatico settentrionale è stato interessato nel 1988, 1989, 1991 e 1997 dalla comparsa di macroaggregati gelatinosi (Degobbis, *et al.,* 1995; Sellner e Fonda Umani, 1999) che sono strettamente associati alla disponibilità di carbonio organico disciolto e particolarmente alla componente refrattaria (Azam *et al.,* 1999).

A partire dal luglio 1998 è in atto un progetto di ricerca triennale (INTERREG 2) che ha lo scopo di seguire mensilmente le evoluzioni temporali dei parametri fisici, chimici e biologici nelle acque del Golfo di Trieste con particolare riguardo al ciclo del carbonio in tutte le sue fasi (inorganico, organico particellato e disciolto) e del ruolo dei batteri nei processi di mineralizzazione ed utilizzo. Stagionalmente inoltre vengono stimati i tassi di produzione e predazione di tutte le frazioni planctoniche (pico, nano, micro e mesozooplancton) allo scopo di valutare il flusso di carbonio all'interno del sistema. Nel presente lavoro vengono riportati i dati relativi alla prima serie di queste misure effettuata nel novembre 1998.

Materiali e metodi

La stazione C1 è posta a 200 m dalla costa su un fondale di circa 19 m al largo della riserva marina di Miramare. I profili verticali di temperatura e conducibilità sono stati rilevati con sonda multiparametrica Idronaut Ocean Seven 316, mentre la radiazione incidente fotosinteticamente attiva (PAR) è stata misurata con un sensore sferico (BIOSPHERICAL PNF-300). I campioni d'acqua sono stati raccolti su 4 quote (0,5 m, 5 m, 10 m, 15 m) mediante bottiglie Niskin da 5 l. L'analisi dei nutrienti disciolti ($N\text{-}NH_4$, $N\text{-}NO_3$ $N\text{-}NO_2$, $P\text{-}PO_4$, $Si\text{-}Si(OH)_4$) è stata effettuate secondo Koroleff (1983). La clorofilla *a* è stata analizzata per via fluorimetrica (Panella e Magazzù, 1978). L'ossigeno disciolto è stato ana-

lizzato secondo il metodo Winkler (Carpenter, 1965), Il carbonio organico disciolto (DOC) è stato misurato mediante ossidazione catalitica ad alta temperatura utilizzando un analizzatore SHIMADZU TOC 5000A. Il carbonio organico particellato (POC) é stato determinato mediante analisi elementare al CHNS/O 2400. Le abbondanze cellulari di pico- e nanoplancton sono state stimate per microscopia ad epifluorescenza secondo il metodo di Porter e Feig (1980) e Caron (1983) rispettivamente. La produzione batterica è stata misurata per incorporazione di ^{3}H-timidina con la tecnica della microcentrifugazione (Smith e Azam, 1992). La concentrazione di carbonio respirato dall'intera colonna d'acqua è stata estrapolata dalla concentrazione di ossigeno disciolto utilizzata durante un'incubazione di 24 h alle diverse quote, assumendo un quoziente respiratorio di 1 come suggerito da Chin-Leo e Benner (1992). La produzione primaria è stata misurata con il metodo del ^{14}C (Steeman Nielsen, 1952) con incubazione di 4 h in situ simulato, in acqua corrente alla stessa temperatura di quella rilevata in situ e schermando opportunamente le bottiglie in incubazione al 25% (5 m), al 5% (10 m), all'1% (15 m). L'analisi quali-quantitativa dei popolamenti microplanctonici é stata effettuata secondo il metodo di Utermöhl (1958). Per calcolare il contenuto in carbonio del popolamento planctonico sono state effettuate misure lineari su almeno 100 organismi di ciascuna delle specie (o taxa) presenti, da cui si sono calcolati i relativi biovolumi approssimandoli a diverse forme geometriche applicando le formule di trasformazione proposte da Edler (1979). Per l'analisi quali-quantitativa del mesozooplancton é stata effettuata una pescata verticale con rete WP-2, (vuoto di maglia di 200 μm). La biomassa è stata determinata al CHNS/O. Il grazing del nanoplancton sul picoplancton e del microzooplancton sulle frazioni di dimensioni inferiori è stato stimato seguendo i protocolli modificati da Landry *et al.* (1982, 1995), Verity *et al.* (1993, 1996). I campioni d'acqua sono stati raccolti in superficie ed immediatamente trasportati in laboratorio, dove sono state effettuate le filtrazioni e le diluizioni. Per ogni esperimento si sono effettuate 3 repliche per 4 diluizioni [0.2, 0.4, 0.8 e 1 (acqua non diluita)] con acqua di mare prefiltrata su 0.2 μm. I campioni sono stati incubati per 24h in incubatori a flusso continuo di acqua di mare per mantenere condizioni analoghe a quelle rilevate al momento del prelievo. Le relative analisi quali-quantitative delle diverse frazioni sono state eseguite così come precedentemente esposto. Per gli esperimenti di grazing di mesozooplancton sono stati eseguiti prelievi con rete WP-2, trainata orizzontalmente in superficie e verticalmente dal fondo alla superficie per poter raccogliere un numero sufficiente di organismi. I campioni così raccolti sono stati trasportati rapidamente in laboratorio. 90 femmine adulte di *Acartia clausi* sono state isolate in laboratorio. Per l'esperimento 4 bottiglie (3 bottiglie contenti ciascuna 30 femmine in un volume di 2.5 l di acqua di mare prefiltrata su un retino di 200 μm di maglia ed una contenente soltanto acqua di mare filtrata, usata come controllo) sono state poste su un sistema di rulli rotanti. L'incubazione è durata 24 h, al buio e alla temperature rilevata in situ (14 ± 1°C). L'ingestione è stata calcolata applicando l'equazione di Frost (1972).

Risultati

Nel novembre del 1998 la colonna d'acqua presenta la tipica configurazione tardo autunnale di completo rimescolamento: la temperatura varia da 14.54 °C in superficie a 14.65 °C a 17 m di profondità, mentre la salinità varia da 36.15

a 36.22. Le concentrazioni dei nutrienti disciolti sono relativamente basse e uniformi lungo tutta la colonna d'acqua: NH_3 da 0.4 a 0.55 µM, NO_2 da 0.27 a 0.35 µM, NO_3 da 0.47 a 0.83 µM, PO_4 da 0.02 a 0.06 µM, SiO_2 da 0.72 a 0.98 µM. La concentrazione dell'ossigeno disciolto analogamente è molto stabile lungo la colonna variando da 5.006 a 5.066 mg l^{-1}. Il campionamento è stato effettuato alle 9.25 del mattino quando l'intensità della radiazione luminosa (PAR) in superficie era pari a 680 μEm^{-2} sec^{-1}, e l'1% della radiazione superficiale si riscontrava a 15 m di profondità. I valori della clorofilla *a*, più bassi di quelli osservati nelle stazioni più al largo nello stesso periodo (massimi superficiali di 3.5 μgl^{-1}) decrescono con andamento regolare (Fig. 1) dalla superficie (1.64 μg l^{-1}) al fondo (1.29 μgl^{-1}). Le concentrazioni del carbonio organico particellato (POC), viceversa, aumentano regolarmente (Fig. 1) dalla superficie (117.48 μgl^{-1}) al fondo (172.53 μgl^{-1}), indicando il possibile effetto della risospensione in un ambiente a basso fondale quale quello studiato. Le concentrazioni del carbonio organico disciolto (DOC) presentano invece un massimo rilevante a 10 m di profondità (2944 μg C l^{-1}) (Fig. 2). La produzione primaria si attesta su valori modesti con andamento regolarmente decrescente (Fig. 2) dalla superficie ai 15 m di profondità (da 3.1 a 1.84 μg $Cl^{-1}h^{-1}$). Il consumo d'ossigeno della colonna è intenso con massimi in superficie (30.54 µM d^{-1}) e minimi al fondo (2.21 µM d^{-1}), che corrispondono in termini di carbonio (Fig. 2) rispettivamente a 15.27 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$ e a 1.10 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$. La produzione batterica (Fig. 2) presenta un incremento costante dalla superficie al fondo (da 0.048 a 0.106 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$) pur mantenendo valori relativamente bassi.

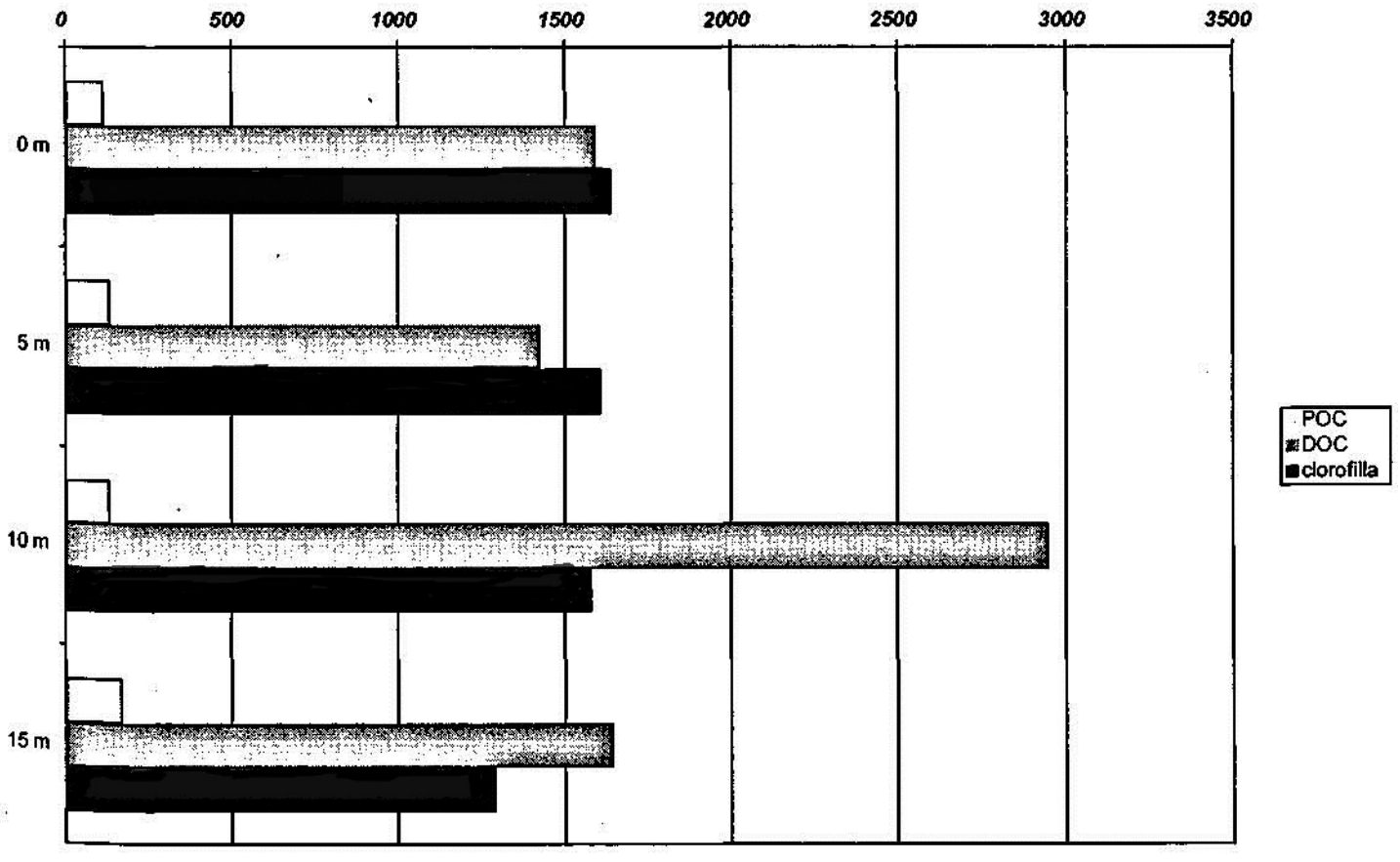


Fig. 1 - Distribuzione verticale delle concentrazioni di POC, DOC espresse in μgCl^{-1}e della clorofilla *a* espressa in $\mu gl^{-1} \times 10^3$ nella stazione C1 nel novembre 1998.
Vertical distribution of POC and DOC (μgCl^{-1}), and of chl a *($\mu gl^{-1} \times 10^3$) at station C1 in November 1998.*

Conseguentemente la richiesta totale di carbonio (BCD) risulta prioritariamente influenzata dalla richiesta d'ossigeno dei restanti popolamenti planctonici sia autotrofi che eterotrofi, piuttosto che dalla componente batterica (Fig. 2).

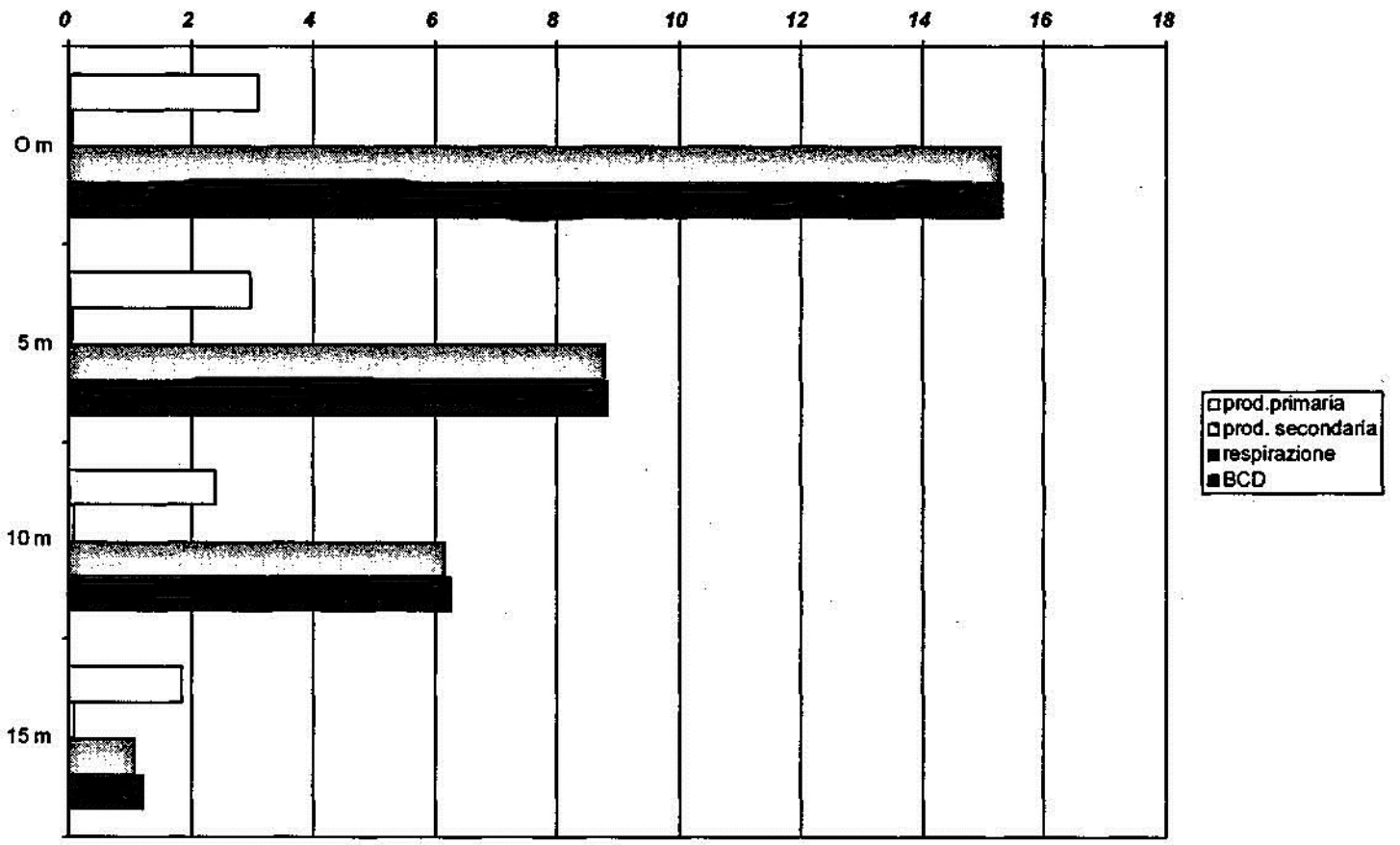


Fig. 2 - Distribuzione verticale della produzione primaria, secondaria, del consumo d'ossigeno e della richiesta totale di carbonio (BCD) espresse in μgCl^{-1} nella stazione C1 nel novembre 1998.

Vertical distribution of primary production, secondary production, respiration and bacterial carbon demand (μgCl^{-1}) at station C1 in November 1998.

I popolamenti picoplanctonici (Fig. 3) sono costituiti prevalentementee da batteri eterotrofi e diminuiscono di circa la metà passando dalle quote superficiali a quelle più prossime al fondo. I popolamenti nanoplanctonici (Fig. 3), tra i quali vengono incluse anche piccole diatomee, sono dominati numericamente dalla frazione eterotrofa e presentano un massimo superficiale, mentre in termini di contenuto di carbonio é più importante la componente autotrofa (Tab. 2).

I popolamenti fitoplanctonici, numericamente scarsi, costituiti prevalentemente da diatomee (*Chaetoceros* sp., *Pseudonizschia seriata*), variano di poco in termini di abbondanza lungo la colonna, presentando un massimo poco rilevante (519×10^3 cell.l^{-1}) alla quota dei 15 m (Fig. 4)

I popolamenti microzooplanctonici (Fig. 5), presentano una scarsa variabilità numerica lungo colonna (da 704 a 825 ind.l^{-1}). Sono costituiti essenzialmente da cilitati atecati `e da tintinnidi, tra i quali è molto abbondante *Stenosemella ventricosa*, seguita da *Tintinnopsis minuta*, sono inoltre presenti numerosi naupli di copepodi e primi stadi di copepoditi. Sono soprattutto queste componenti, di

dimensioni relativamenti grandi, a determinare l'alto valore in contenuto di carbonio, calcolato per la frazione microzooplanctonica (Tab. 2).

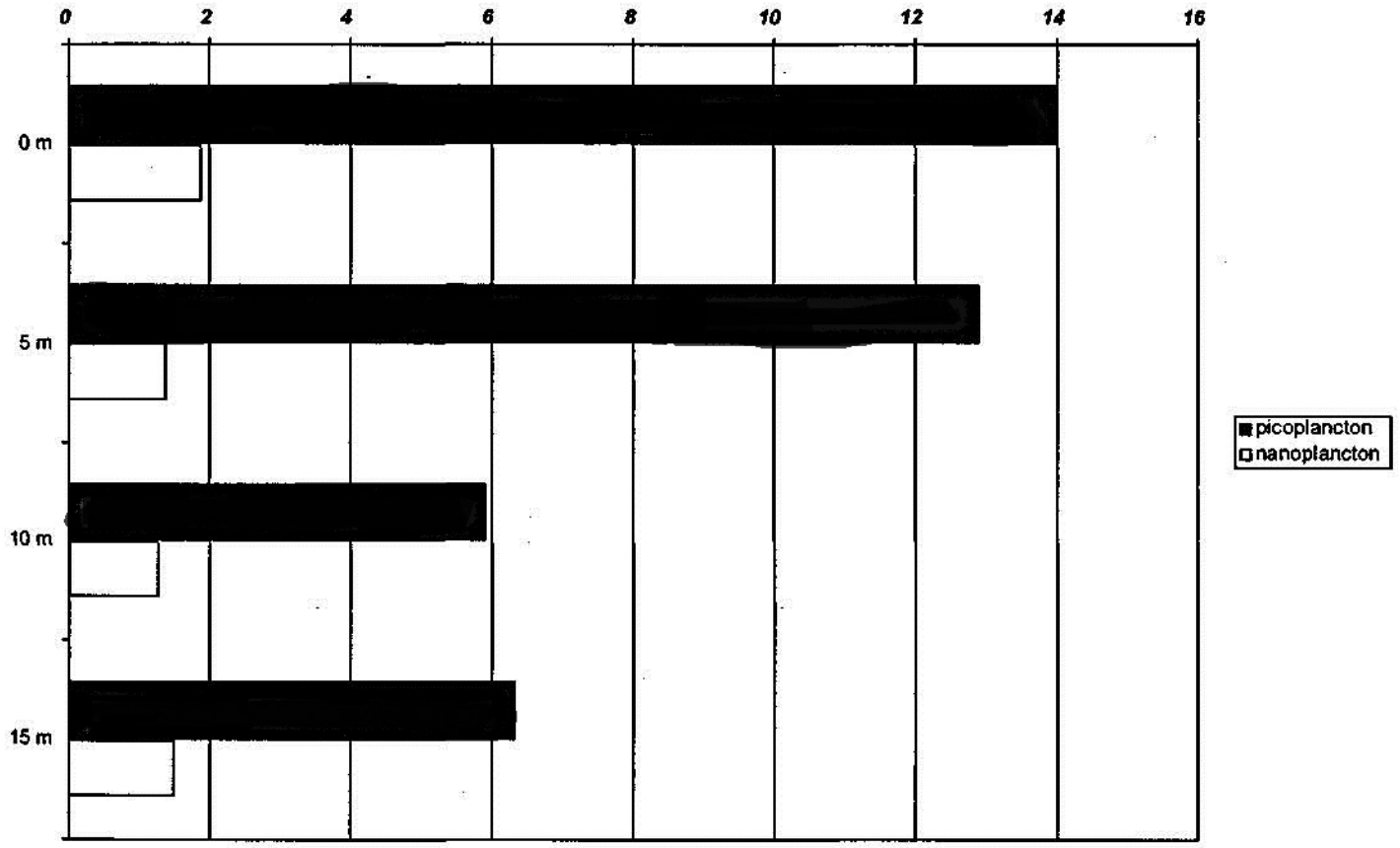


Fig. 3 - Distribuzione verticale dei popolamenti pico (cell $ml^{-1} \times 10^5$) e nanoplanctonici (cell $ml^{-1} \times 10^3$) nella stazione C1 nel novembre 1998.
Vertical distribution of pico- (cells $ml^{-1} \times 10^5$) and nanoplankton (cell. $ml^{-1} \times 10^3$) at station C1 in November 1998.

Tab. 1 - Valori di k e g e rispettivi r^2 per gli esperimenti di diluizione del microzooplancton sulle diatomee, dinoficee e nanoplancton totale e del nanoplancton sul picoplancton autotrofo ed eterotrofo. In caso di predazione significativa sono stati calcolati i relativi tassi di ingestione (I) e produzione potenziale (P), ad eccezione del picoplancton per il quale si è considerato il valore ricavato dall'incorporazione di timidina.
Values of k and g and r^2 obtained in each of the dilution experiments: microzooplankton on diatoms, dinoflagellates and nanoplankton, and nanoplankton on auto- and heteropicoplankton. For the significant predation rates the relative ingenstion (I) and potential production (P) rates are reported; for picoplankton we have used the value obtained through thymidine incorporation.

microzooplancton	k	g	r2	I (mgC/l/h)	P (mgC/l/h)
diatomee	-0,17	-0,58	0,4		
dinoficee (<25 um)	0,7	1,33	0,8	2,73	1,44
nanoplancton	0,91	0,8	0,5	0,38	0,43
nanoplancton					
autopicoplancton	0,17	0,36	0,37	0,68	
eteropicoplancton	0,001	0,08	0,02		

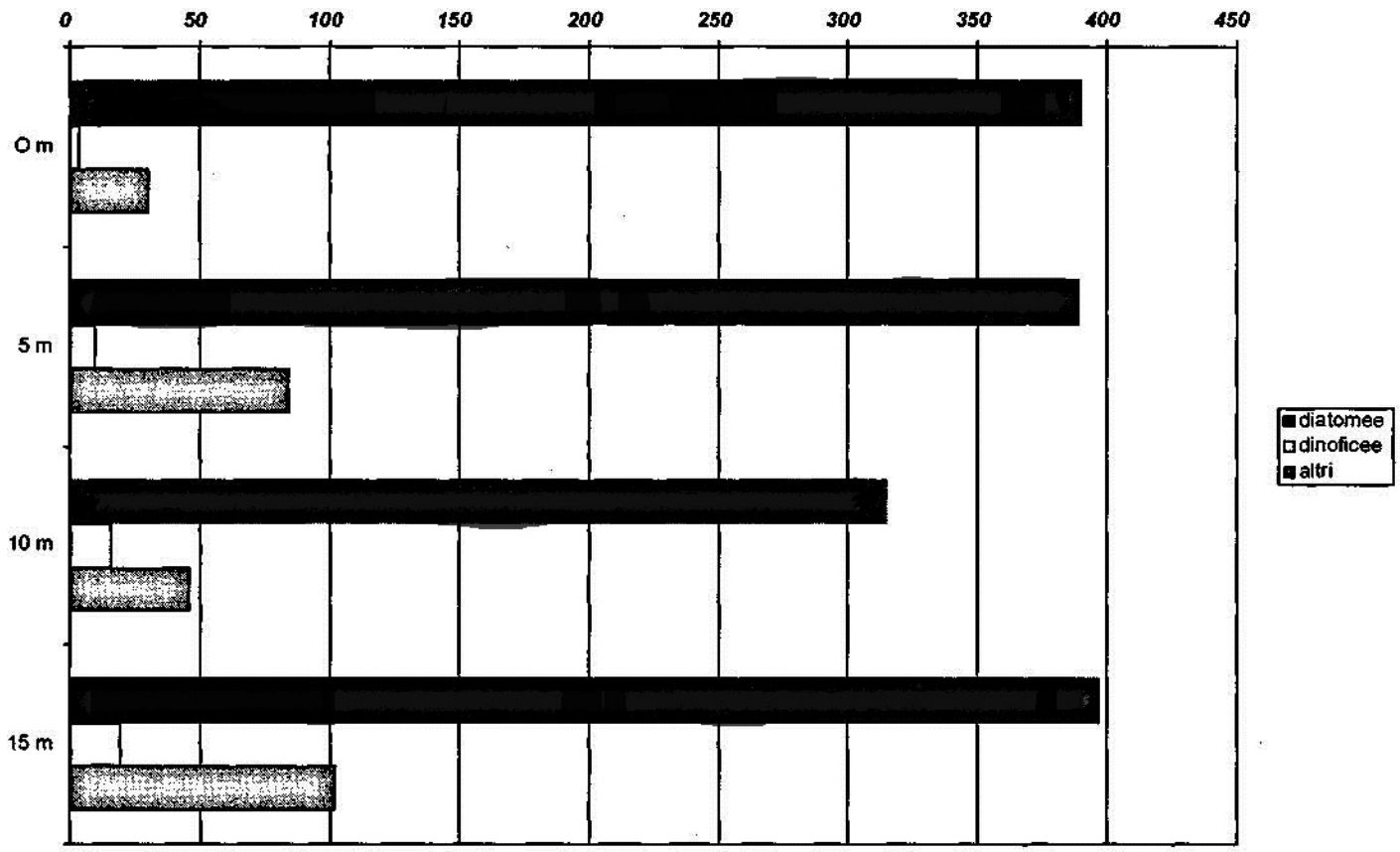


Fig. 4 - Distribuzione verticale dei popolamenti fitoplanctonici (cell $l^{-1} \times 10^3$) distinti in diatomee, dinoflagellati e altri (criptoficee, primnesioficee) nella stazione C1 nel novembre 1998.
Vertical distribution of phytoplanktonic main groups (diatoms, dinoflagellates and "other" - criptophyceae, primnesiophyceae) (cells.$l^{-1} \times 10^3$) at station C1 in November 1998.

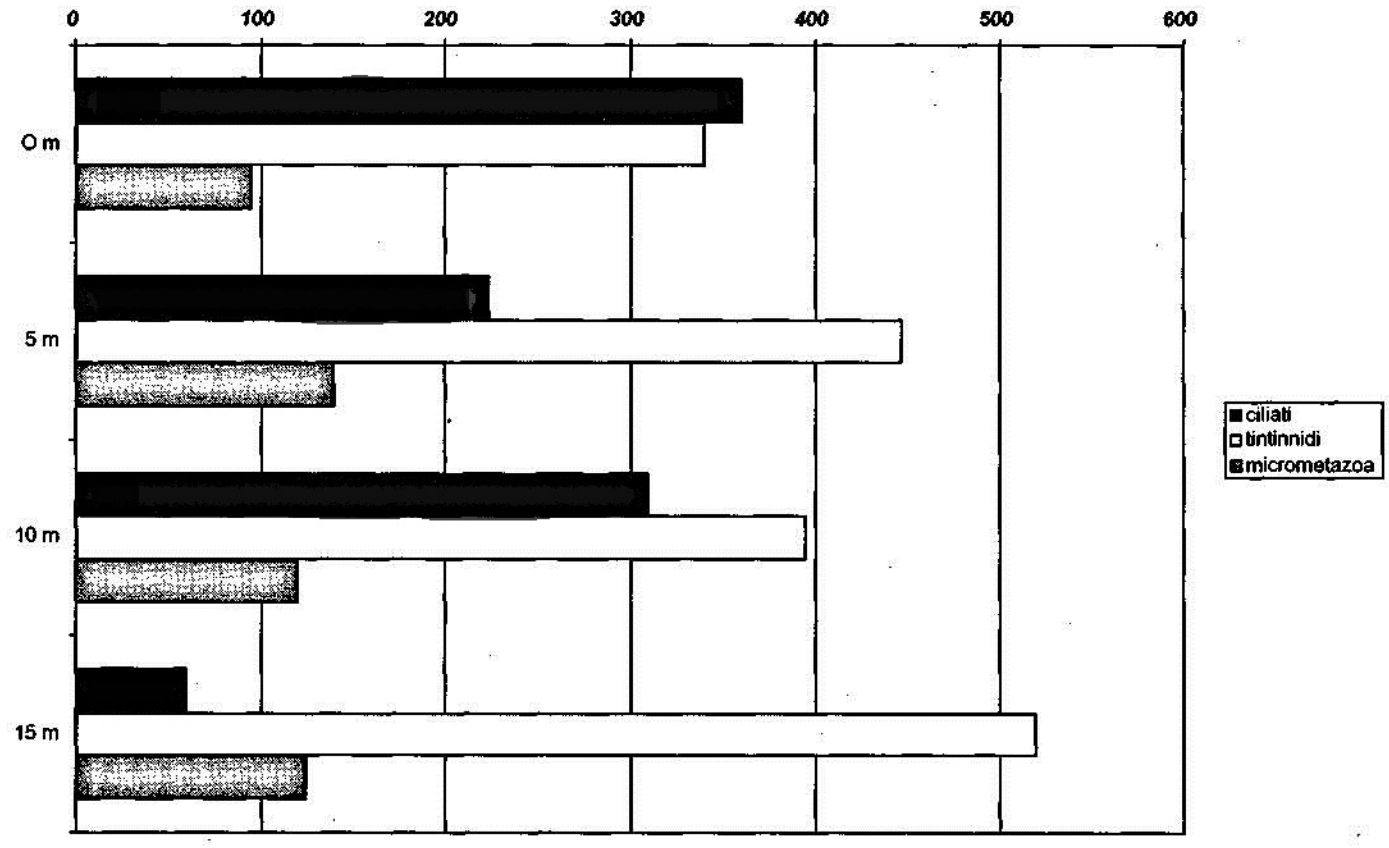


Fig. 5 - Distribuzione verticale del microzooplancton (ind. l^{-1}) distinto in tintinnidi, altri ciliati e larve di metazoi (micrometazoi) nella stazione C1 nel novembre 1998.
Vertical distribution of microzooplanktonic main groups (tintinnids, other ciliates and micrometazoa) (ind.l^{-1}) at station C1 in November 1998.

Il mesozooplancton, relativamente abbondante (4497 ind. m^{-3}) è prevalentemente costituito da copepodi (in larga parte copepoditi di calanodi), e da piccole specie quali *Oncaea* sp. *Acartia clausi*, che è il copepode selezionato per gli esperimenti di grazing, in questo periodo non è molto abbondante (73 femmine adulte per m^{-3}).

L'esperimento di diluizione della frazione eteronanoplanctonica su quella picoplanctonica (Fig. 6) ha evidenziato un certo grado di predazione soltanto sui batteri eterotrofi.

L'esperimento di diluizione del microzooplancton sulle categorie dimensionali di taglia inferiore (Fig. 7) ha invece evidenziato una netta selezione sulle frazioni costituita da piccole dinoficee (< 25μm) e sul nanoplancton (Fig. 8), con completa esclusione della frazione a diatomee. I coefficienti istantenei di crescita (k) delle diverse componenti considerate nei due esperimenti di diluizione e i relativi tassi di predazione (g) vengono riportati nella Tab. 1. È stato calcolato il tasso di ingestione (I) per il popolamento totale dei predatori (rispettivamente microzooplancton e eteronanoflagellati) e il tasso di produzione (P) per il popolamento delle prede (dinoficee e nanoplancton totale). Per la produzione batterica si è fatto invece riferimento al dato sperimentale ottenuto via assimilazione di timidina.

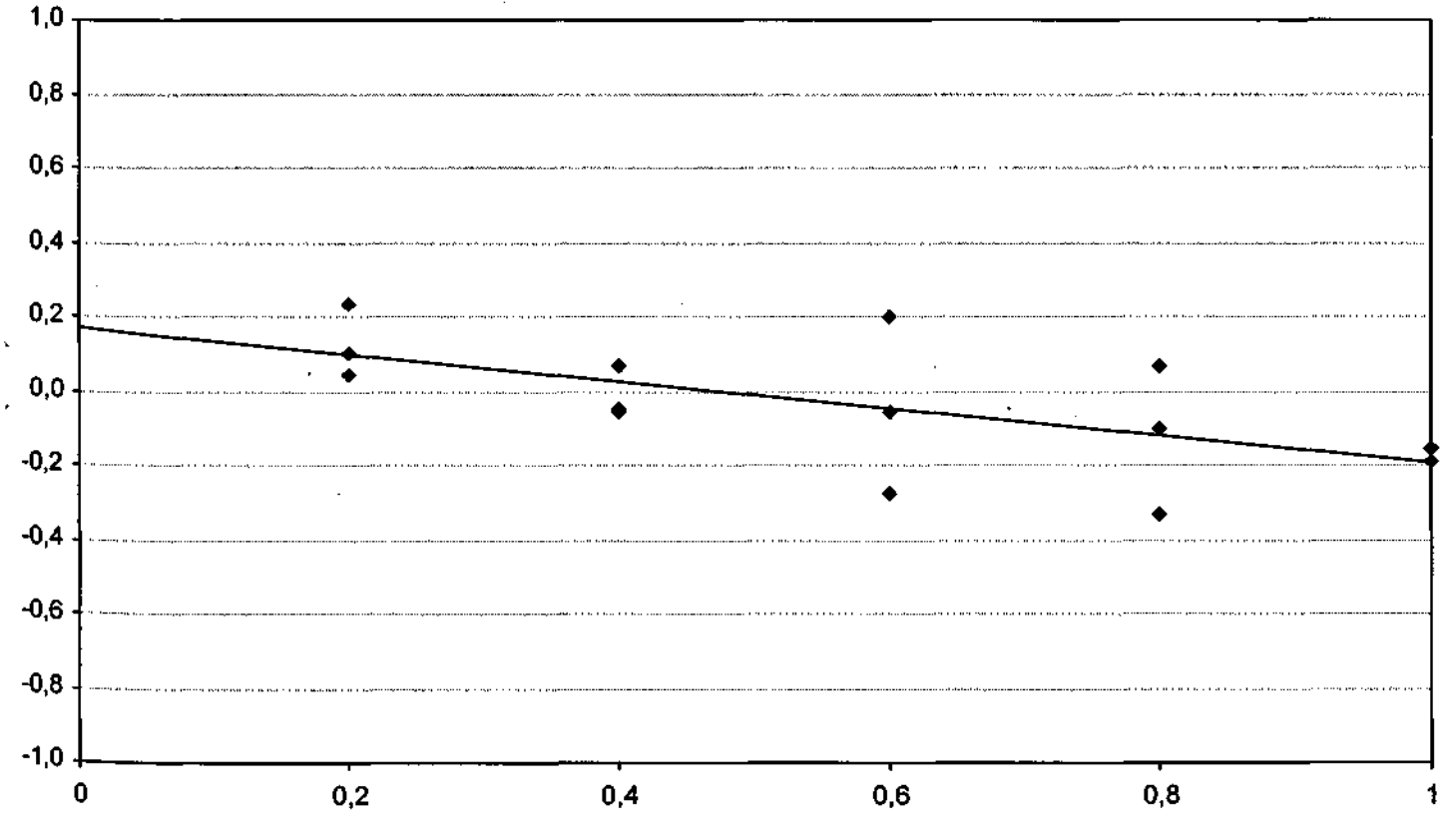


Fig. 6 - Tasso di predazione di nanoplancton eterotrofo su batteri eterotrofi. La retta di regressione ($y = -0.363x + 0.172$), calcolata su 15 punti (3 repliche per 5 diluizioni), ha un $r^2 = 0.369$ ($p < 0.005$). In ascissa le percentali di diluizione, in ordinata il logaritmo naturale del rapporto tra la concentrazione iniziale (Ct) e quella finale (C0) delle prede.

Grazing rate of HNF on heterotrophic bacteria. Linear regression ($y = -0.363x + 0.172$) on 15 data (3 replicates for 5 dilutions) is significant ($r^2 = 0.369$, $p < 0.005$). Decreasing dilution % is reported on X axis; ln of the ratio beween initial (Ct) and final (C0) concentration of preys on Y axis.

L'esperimento di grazing effettuato con femmine adulte di *Acartia clausi* ha evidenziato una maggiore efficienza di predazione sul microfitoplancton, pari a 1.95 µgCgiorno^{-1}ind^{-1}, ed in particolare sulla frazione a diatomee (1.27 µgCgiorno^{-1} ind^{-1}), che sul microzooplancton (0,14 µgCgiorno^{-1}ind^{-1}). Tali valori sono stati estrapolati per l'intera comunità a copepodi, moltiplicandoli per il numero totale di individui conteggiati. Nello schema riassuntivo (Fig. 9) i due valori vengono espressi per omogeneità in µgCl^{-1}h^{-1}.

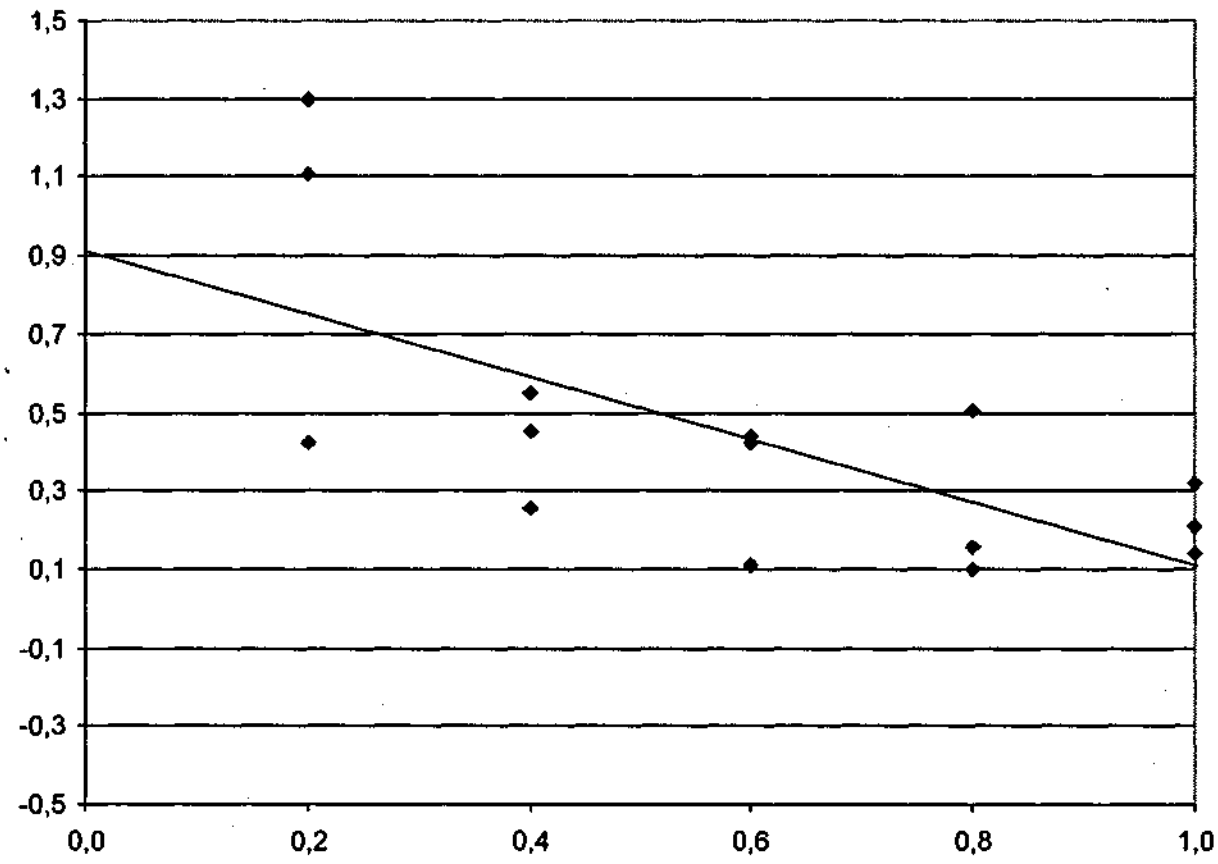


Fig. 7 - Tasso di predazione di microzooplancton sul nanoplancton totale. La retta di regressione ($y = -0.804\times + 0.914$), calcolata su 15 punti (3 repliche per 5 diluizioni), ha un $r^2 = 0.468$ ($p < 0.001$). In ascissa le percentali di diluizione, in ordinata il logaritmo naturale del rapporto tra la concentrazione iniziale (Ct) e quella finale (C0) delle prede.
Grazing rate of microzooplankton on total nanoplankton. Linear regression ($y = -0.804\times + 0.914$), on 15 data (3 replicates for 5 dilutions) is significant ($r^2 = 0.468$, $p < 0.001$). Decreasing dilution % is reported on X axis; ln of the ratio beween initial (Ct) and final (C0) concentration of preys on Y axis.

Gli esperimenti per valutare i coefficienti di crescita e i tassi di predazioni sono stati effettuati su campioni d'acqua raccolti in superficie. I parametri descritti più sopra hanno evidenziato in genere scarsa variabilità verticale, dato il completo rimescolamento della colonna, e pertanto vengono considerati nel computo del bilancio globale del carbonio come dati integrati su colonna al litro. La ripartizione delle biomasse, così come riportata nello schema generale (Fig. 9) è sintetizzata nella Tab. 2.

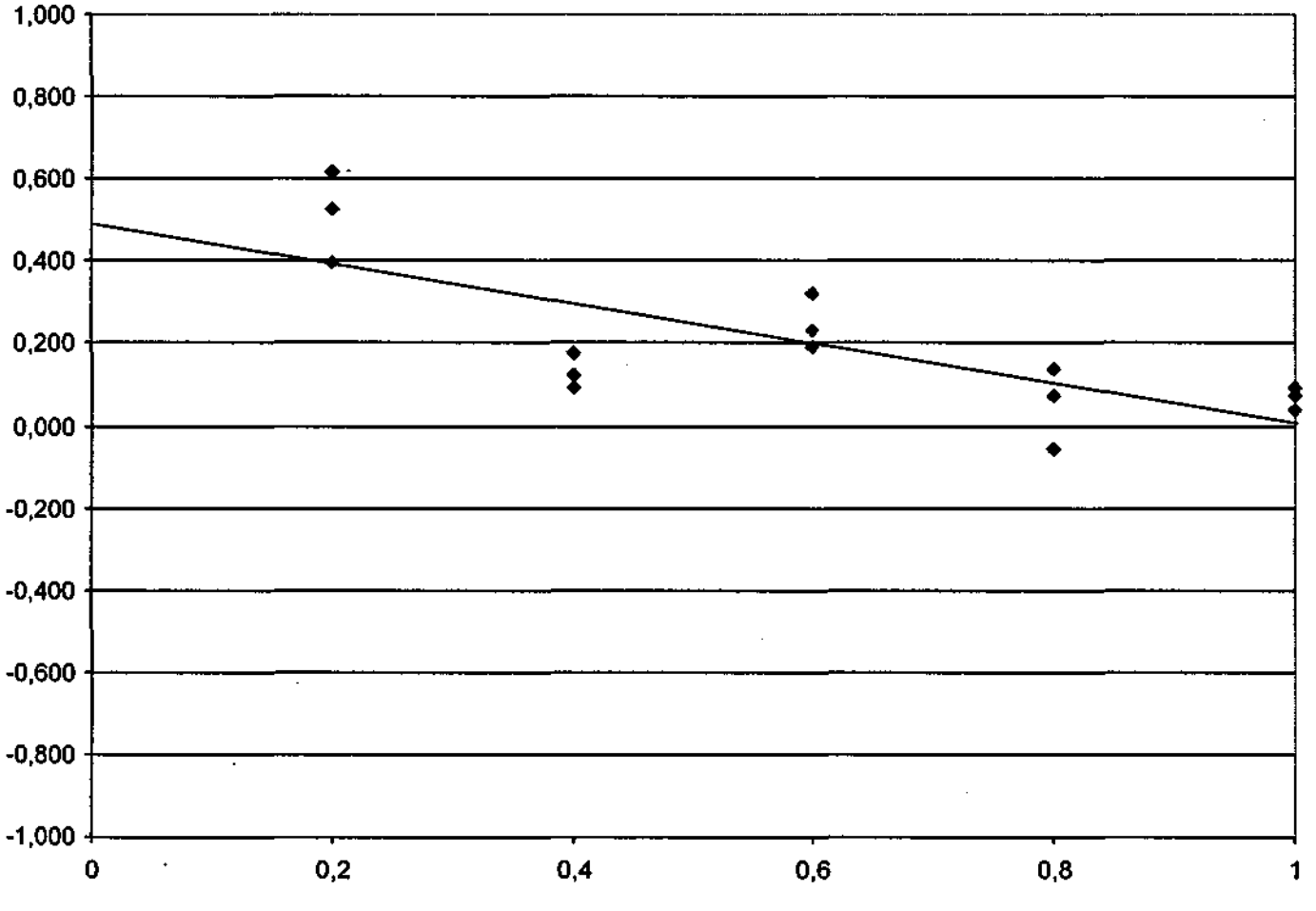


Fig. 8 - Tasso di predazione di microzooplancton sul microfitoplancton totale. La retta di regressione ($y = -0.486\times + 0.49$), calcolata su 15 punti (3 repliche per 5 diluizioni), ha un $r^2 = 0.574$ ($p < 0.001$). In ascissa le percentali di diluizione, in ordinata il logaritmo naturale del rapporto tra la concentrazione iniziale (Ct) e quella finale (C0) delle prede.

Grazing rate of microzooplankton on total microphytoplankton. Linear regression ($y = -0.486\times + 0.49$), on 15 data (3 replicates for 5 dilutions) is significant ($r^2 = 0.574$, $p < 0.001$). Decreasing dilution % is reported on X axis; ln of the ratio beween initial (Ct) and final (C0) concentration of preys on Y axis.

Tab. 2 - Compartimentazione del carbonio organico fra disciolto (DOC) e particellato (POC) e fra le diverse frazioni del vivente.

Organic carbon partitioning among dissolved (DOC) and particulate (POC) phases, and among the living fractions.

	µgC/l
DOC	1900
POC	140,68
pico eterotrofo	48,8
pico autotrofo	0,55
nano eterotrofo	4,239
nano autotrofo	9,25
fitoplancton	98,97
microzooplancton	6,24
mesozooplancton	5,25

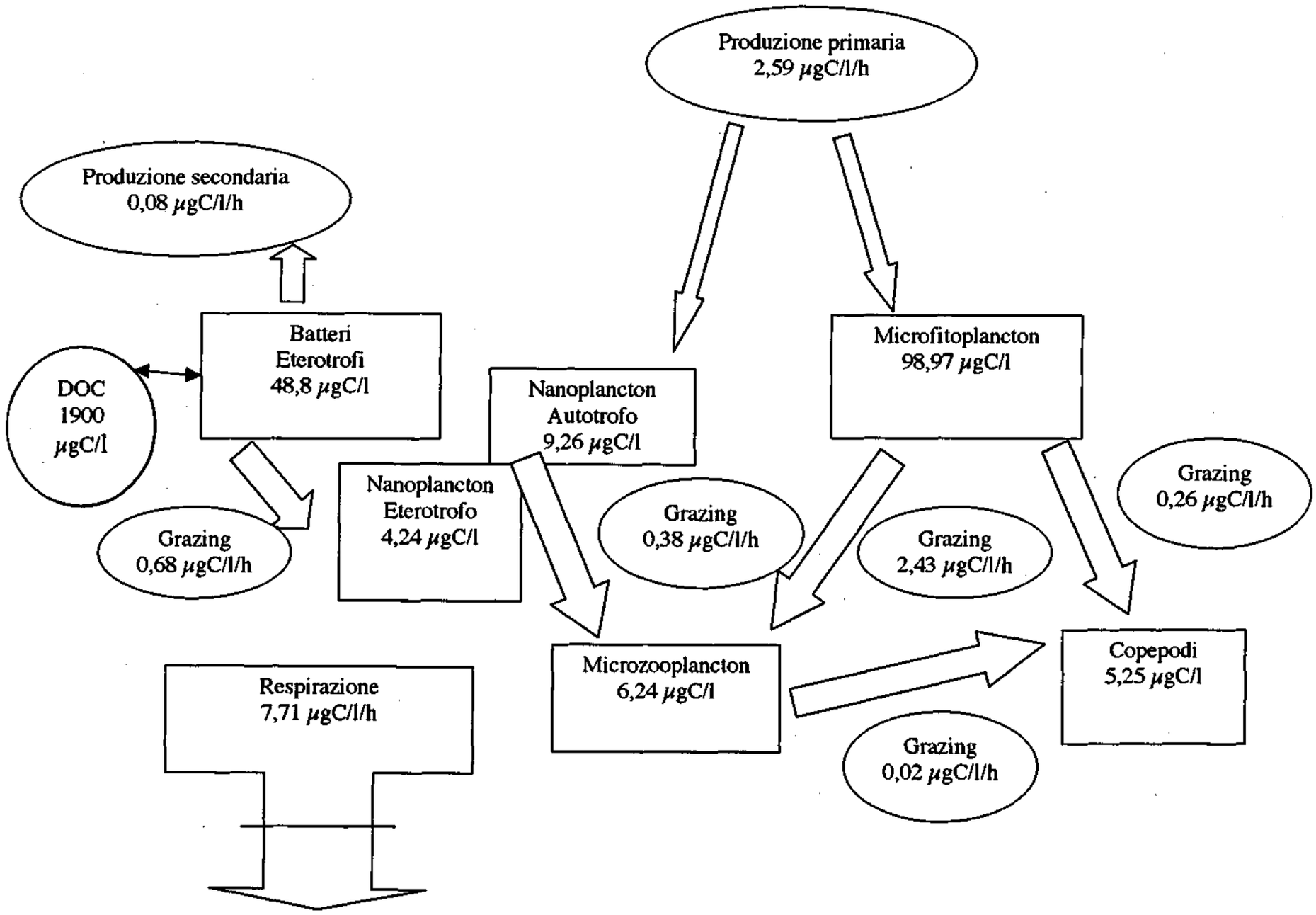


Fig. 9 - Schema riassuntivo della distribuzione del carbonio organico tra fase disciolta e particolata vivente, del tasso di produzione primaria e secondaria, del tasso di respirazione e dei tassi di predazione dei consumatori sulle rispettive prede.

Diagrammatic scheme of organic carbon partitioning between dissolved and living particulate phase, of primary and secondary production, of respiration, and of consumer grazing rates on the respective preys.

Discussione e conclusioni

Come prevedibile (Fig. 9) la quantità maggiore di carbonio organico si riscontra in forma disciolta (valore intergato su colonna pari a 1900 μgCl^{-1}), nella fase particellata vivente prevale il contributo del microfitoplancton (98,97 μgCl^{-1}) a cui va aggiunto il valore di 9,26 μgCl^{-1} del nanoplancton autotrofo. Tra le diverse categorie dimensionali degli eterotrofi il contenuto in carbonio maggiore spetta ai batteri eterotrofi (48,8 μgCl^{-1}), mentre tra le restanti categorie è quasi equamente ripartito (nanoflagellati eterotrofi pari a 4,239 μgCl^{-1}; microzooplancton 6.24 μgCl^{-1}; copepodi 5,25 μgCl^{-1}). I valori riscontrati per la frazione micro e mesozooplanctonica durante questa ricerca sono del tutto paragonabili a quelli riportati da Cataletto *et al.* (1993) per la stessa stazione nel novembre 1987.

La produzione primaria integrata su colonna è pari a 2,595 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$, valore questo leggermente più alto di quanto riportato da Malej *et al.* (1995) per il novembre 1993 in una zona più meridionale del Golfo di Trieste. La respirazione integrata su colonna dell'intera comunità planctonica assomma a 7,71 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$, indicando che nel sistema prevalgono i processi eterotrofici rispetto a quelli produttivi. Nel aprile del 1997, quando la produzione primaria era più elevata, la respirazione non superava i 0,21 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$. Le frazioni che risultano più efficienti in termini di prelievo sono quelle del microzooplancton che preda sia sul microfitoplancton (dinoflagellati <25μm) per un valore pari a 2,43 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$,che sui nanoflagellati per un valore pari a 0,38 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$. Se al valore di predazione del microzooplancton sul fitoplancton si somma il tasso di predazione sul nanoplancton autotrofo (0,24 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$) e quello dei copepodi sul microfitoplancton (pari a 0,265 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$) la pressione di grazing totale (3,135 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$) supera il tasso di produzione primaria (2,595 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$), indicando un efficiente controllo da parte della predazione sulla produzione.

Si evidenzia inoltre una partizione delle risorse tra le classi dei predatori: i copepodi prediligono la frazione a diatomee sulla quale non insiste assolutamente il microzooplancton. Analogamente la pressione di grazing del microzooplancton sulla frazione nanoplanctonica (0,376 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$) è quasi pari alla sua produzione (0,427 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$. - non riportata nel diagramma di Fig. 9). Il tasso di grazing del nanoplancton eterotrofo sui batteri eterotrofi è piuttosto alto (0,68 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$), i batteri d'altra parte hanno un tasso di produzione più basso (0,08 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$). Sembra pertanto che, pur essendo disponibile un substrato abbondante (DOC), questo non venga efficaciemente utilizzato dalla comunità batterica, presumibilmente per la sua scarsa biodegradabilità e perché l'alto prelievo in atto sui produttori primari da parte delle diverse frazioni di consumatori impedisce una consistente produzione di DOC labile via essudazione o morte da lisi cellulare. Il tasso di predazione dei copepodi sul microzooplancton (pari a 0,019 $\mu gCl^{-1}h^{-1}$) non sembra invece in grado di controllare efficaciemente questa frazione, che di fatto risulta essere la più efficiente tra quelle considerate.

La frazione microzooplanctonica, come si è detto, è costituita soprattutto da tintinnidi di rilevanti dimensioni e da prime fasi larvali (nauplii e copepoditi) di copepodi, che giustificano sia l'alto valore in biomssa calcolato per questa frazione, sia l'alto tasso di ingestione osservato. Il materiale organicato per via fotosintetica viene quindi riciclato immediatamente prevalentemente dai consumatori di taglia minore (microzooplancton), con scarsa produzione di detrito sia per la mancata sedimentazione di fitoplancton non predato, sia per la scarsa produzione di fecal pellets di dimensioni maggiori da parte dei copepodi. Del totale delle

biomasse eterotrofe meno del 20% (10.04 $mgCl^{-1}$) preda direttamente sui produttori primari (nanoplancton autotrofo e microfitoplancton); il restante 80% (53.04 $mgCl^{-1}$) utilizza substrati organici (DOC) o prede eterotrofe (batteri, eteronanoflagellati, microzooplancton), determinando una forte richiesta di ossigeno lungo tutta la colonna.

Nella situazione registrata nel novembre 1998 nel Golfo di Trieste il trasferimento delle biomasse eterotrofe di dimensioni <200 μm verso i livelli trofici superiori (copepodi) è molto scarso. Pur coesistendo quindi sia il microbial loop (il DOC viene utilizzato dai batteri, predati dai microeterotrofi che parzialmente lo reintegrano, (Le Fevre *et al.*, 1988) e la catena trofica microbica (i microeterotrofi consumano direttamente materiale recentemente fotosintetizzato via predazione sui piccoli autotrofi e possono trasferire parte di questa energia verso i livelli trofici superiori attraverso la predazione di copepodi su microeterotrofi (Rassoulzadegan, 1993), costituendo quella che viene definita una "multivourus food web" (Legendre and Rassoulszadegan, 1995), la percentuale più alta delle biomasse eterotrofe insiste su materiale non fotosintetizzato recentemente e l'energia, ricavata dal DOC, presumibilmente prevalentemente invecchiato, fluisce soprattutto attraverso le classi dimensionali minori, caratterizzate da metabolismi intensi e rapidi turn over. Conseguentemente si registra nel sistema un'alta percentuale di biomasse eterotrofiche di piccole dimensioni rispetto alle biomassa dei produttori primari (~50 μgCl^{-1} contro ~100 μgCl^{-1} rispettivamente). In una situazione come questa la sostanza organica prelevata sia direttamente dal fotosintetato che da substrati organici disciolti viene intensamente respirata negli strati superficiale dai microeterotrofi e restituita all'atmosfera in misura maggiore di quanta non ne venga fissata.

Summary

Within the frame of a three years project on the production and fate of DOC carried out in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic) primary production and the main utilization processes of the organic matter were studied on a seasonal base. Data on T, S, ∂, N, P, Si, O_2 chlorophyll, fento-, pico- nano- micro- netzoo-plankton counts, respiration, secondary production, DOC and POC were monthly recorded on a sample net of 12 stations. In one of this station in November 1998 samples were collected to performing laboratory dilution experiments on grazing efficiency on the main groups (HNF on picoplankton, microheterotrophs on nano- and microphytoplankton) as well as of copepods on microplankton. HNF grazed efficiently only on heterotrophic bacteria; microheterotrophs grazed very efficiently on both microphytoplankton (small dinoflagellates) and on nanoplankton. *Acartia clausi*, the copepod selected for grazing experiments, grazed both on microphytoplankton (mainly on diatoms) and on microheterotrophs, but with a less extent. The largest part of organic carbon was present in the dissolved form (DOC = 1900 $mgCl^{-1}$), while the whole autotrophic biomass (110 $mgCl^{-1}$) was double of the heterotrophic one, being the picoplankton fraction the most abundant (48,8 $mgCl^{-1}$). The most efficient trophic web was based on the smallest components that showed high grazing rates but was scarcely transferred to the upper trophic levels. This led to an intense respiration of the whole system causing a scarce production compared to respiration needs. Consequently in the late November we can consider the pelagic system of the Gulf of Trieste basically heterotrophic.

Ringraziamenti

Si ringraziano sentitamente tutti i ricercatori del Laboratorio di Biologia marina coinvolti nel progetto che hanno contribuito in modo fondamentale alla riuscita degli esperimenti. La ricerca viene effettuata nell'ambito del Progetto INTERREG 2 Italia - Slovenia, finanziato dalla Comunità Economica Europea e dalla Regione Friuli Venezia Giulia, Direzione dell'Ambiente.

Bibliografia

AZAM F., FONDA UMANI S., FUNARI E. (1999) - Significance of bacteria in the mucilage phenomenon in the northern Adriatic Sea. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, **35**: 411-420.

BRAMBATI A., CATTANI, G. (1988) - Le coste e i fondali del Golfo di Trieste dall'Isonzo a Punta Sottile: aspetti geologici, geomorfologici, sedimentologici e geotecnici. *Hydrores*, **5**: 13-28.

BURBA N., CABRINI M., DEL NEGRO P., FONDA UMANI S., MILANI L. (1994) - Variazioni stagionali del rapporto N/P nel Golfo di Trieste. *Atti X Congresso AIOL Alassio, novembre 1992*: 333-344.

CABRINI M., MILANI L., FONDA UMANI S., HONSELL G. (1989) - Relazioni trofiche tra il fitoplancton ed il microzooplancton nel Golfo di Trieste. *Oebalia* N.S., **15**: 383-395.

CARDIN V., CELIO M. (1997) - Cluster amalysis as a statistical method for identification of the water bodies present in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Boll. Geof. Teor. Appl.*, **38**: 119-135.

CARON D.A. (1983) - Technique for enumeration of heterotrophic and phototrophic nanoplankton using epifluorescence microscopy and comparison with other procedures. *Appl. Environ. Microbiol.*, **46**: 491-498.

CARPENTER J. H. (1965) - The accuracy of the Winkler method for dissolved oxigen analysis. *Limnol. Oceanogr.*, **10**: 135-140.

CATALETTO B., CABRINI M., FONDA UMANI S., MILANI L., PAVESI C. (1993) - Variazioni del contenuto in C della biomassa fito, micro e mesozooplanctonica nel Golfo di Trieste. *Biol. Mari., suppl. al Notiziario SIBM*, **1**: 141-144.

CATALETTO B., FEOLI E., FONDA UMANI S., SUN CHEN YONG (1995) - Eleven years netzooplankton community in the Gulf of Trieste: time series analysis. *ICES J. mar. Sci.*, **52**: 669-678.

CHIN-LEO G., BENNER R. (1992) - Enhanced bacterioplankton production and respiration at intermediate salinities in the Mississippi River plume. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **87**: 87-103.

DEGOBBIS D., FONDA UMANI S., FRANCO P., MALEJ A., PRECALI R., SMODLAKA N. (1995) - Changes in the northern Adriatic ecosystem and hypertrophic appearance gelatinous aggregates. *Science of the Total Environment. Elsevier Science Publ.*, **165**: 43-58.

DEL NEGRO P., RAMANI P., MARTECCHINI E., CELIO M. (1996) - Distribuzione annuale del picoplancton in una stazione costiera del Golfo di Trieste. In: Albertelli G, De Maio A, Piccazzo M (eds), *Atti XI Congresso AIOL, Genova 1996:* 747-756.

EDLER L. (1979) - Recommendations on method for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. *Baltic Marine Biologists Publications*, **5**: 1-37.

FAGANELI J., MALEJ A. (1981) - Carbon and nitrogen in suspended matter (particulate and zooplankton) in northern Adriatic during 1979. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **27**: 135-137.

FONDA UMANI S. (1991) - General features of the planktonic system in the Gulf of Trieste and their variations in the last decade. *MAP Tech. Rep.* s., **47**: 82-101.

FONDA UMANI S. (1992) - Successioni fito, micro e meso- zooplanctoniche nell'Alto Adriatico. *SITE. Atti,* **15**: 221-246.

FONDA UMANI S., COCCHIETTO M. (1990) - Tasso di filtrazione e d'ingestione di *Acartia clausi* nel Golfo di Trieste. *Atti VIII Congresso, Pallanza 1988*: 383-395.

FONDA UMANI S., SHUN CHENG YONG, FEOLI E., CATALETTO B., CABRINI M., MILANI L. (1995) - Is it possible to identify any plankton succession in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea)? In: Eleftheriou, Ansell & Smith (eds), *Biology and ecology of shallow coastal waters, Proceedings of 28th EMBS:* 59-65.

FROST B.W. (1972) - Effects of size and concentration of food particles on the feeding behavior of the marine copepod *Clausacalanus pacificus. Limnol. Oceanogr.*, **17**: 805-815.

KOROLEFF F. (1983) - Determination of nutrients. In: Grasshoff K., Ehrhardt M., Kremling K. (eds), *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim: 125-187.

LANDRY M.R., HASSETT R.P. (1982) - Estimating the Grazing Impact of Marine Microzooplankton. *Mar. Biol.*, **67**: 283-288.

LANDRY M.R., KIRSHTEIN J., CONSTANTINOU J. (1995) - A rifined dilution technique for measuring the community grazing impact of microzooplankton, with experimental tests in the central equatorial Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **120**: 285-298.

LE FEVRE J., LEGENDRE L., RIVKIN R. (1998) - Fluxes of biogenic carbon in the Southern Ocean: roles of large microphagous zooplankton. *Jour. Mar. System,* **17**: 325-345.

LEGENDRE L., RASSOULSZADEGAN F. (1995) - Plankton and nutrient dynamics in marine waters. *Ophelia*, **41**: 153-172.

LIPEJ L. (1996) - *Prehranjevalvna vloga planktonskih rastlinojedov v razslojenem in vertikalno premesanem obalnem mprju. Univerza v Ljubljiani.* Doktorska disertacija, 139 pp.

LIPEJ L., MALEJ M. (1992) Tintinnid ciliates in the stratified water column in the Gulf of Trieste. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **33**: 370.

LONG R.A., FANDINO L.B., STEWARD G.F., DEL NEGRO P., RAMANI P., CATALETTO B., WELKER C., PUDDU A., FONDA S., FUNARI E., AZAM F. (1998) - Microbial response to mucilage in the Gulf of Trieste. *EOS, Transactions, American Geophysical Union,* **99**: 63-64.

MALEJ A., MOZETIC P., MALACIC P., TERZIC S., AHEL M. (1995) - Phytoplankton responses to freshwater inputs in a small semi-enclosed gulf (Gulf of Trieste, Adriatic Sea). *Mar. Ecol. Progr. Series*, **120**: 111-121.

MALEJ A., FONDA UMANI S. (1998) - Evoluzione delle interazioni trofiche nell'ecosistema del Golfo di Trieste. In: *Reg. Emilia Romagna, Prov. Ravenna, Autorità di bacino del fiume PO (eds), Atti Convegno "Evoluzione dello stato trofico in Adriatico: analisi degli interventi attuati e future linee di intervento." Marina di Ravenna, 28-29 settembre 1995.* : 61-70.

MOSETTI F. (1988) - Condizioni idrologiche della costiera triestina. *Hydrores*, **5**: 29-38.

MOZETIC P., FONDA UMANI S., CATALETTO B., MALEJ A. (1998) - Seasonal and interannual plankton variability in the Gulf of Trieste (northern Adriatic). *ICES J. mar. Sci.*, **55:** 711-722.

OGORELEC B., MISIC M., FAGANELI J. (1991) - Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Sedimentological aspects. *Mar. Geol.*, **99**: 79-92.

PANNELLA S., MAGAZZU' G. (1978) - Analisi dei pigmenti fitoplanctonici. In: Magazzù G. (ed.), *Metodi per lo Studio del Plancton e della Produzione Primaria,* Edizioni GM: 19-33.

PORTER K.G., FEIG Y.S. (1980) - The use of DAPI for identifyng and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, **25**: 943-948.

RASSOULSZADEGAN F. (1993) - Protozoan patterns in the Azam-Ammerman's bacteria-phytoplankton mutualism. In: Guerrero, R., Perdo-Aliò C. (eds), *Trends in Microbial Ecology Spanish Society for Microbiology*, Barcelona: 435-439.

SALVI C., FONDA UMANI S., COCK S. (1998) - The seasonal contribution of phytoplankton to Particulate Organic Carbon in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Annales,* **13**: 19-30.

SELLNER K. G., FONDA UMANI S. (1999) - Dinoflagellate Blooms and Mucilage Production. In: T. C. Malone, A. Malej, L. W. Harding, Jr., N. Smodlaka, and R. E. Turner (eds), Ecosystems at the Land-Sea Margin: Drainage Basin to Coastal Sea *Coastal and Eustarine Studies*, **55**: 173-206

SMITH D.C., AZAM F. (1992) - A simple, economical method for measuring bacterial protein synthesis rates in seawater using ^{3}H-leucine. *Mar. Microb. Food Webs*, **6**: 107-114.

STEEMAN NIELSEN E. (1952) - The use of radioactive ^{14}C for measuring organic production in the sea. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **18**: 117-140.

UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Verein theor. angew. Limnol.*, **9**: 1-38.

TURK V, LIPEJ L, MALEJ A. (1990) - Heterotrophic plankton dynamic in the stratified water - column in the Gulf of Trieste. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **32:** 216.

VERITY P.G., STOECKER D.K., SIERACKI M.E., NELSON J.R. (1993) - Grazing, growth and mortality of microzooplankton during the 1989 North Atlantic spring bloom at 47°N, 18°W. *Deep Sea Res.* I., **40**: 1793-1814.

VERITY P.G., STOECKER D.K., SIERACKI M.E., NELSON J.R. (1996) Microzooplankton grazing and primary production at 140°W in the equatorial Pacific. *Deep Sea Res.*II., **43**: 1227-1255.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 196-205

A. PUDDU, L. ALBERIGHI[1], P. DEL NEGRO[2], M. MANGANELLI, R. ZACCONE[3]

Istituto di Ricerca Sulle Acque - CNR, Via Reno, 1 - 00198 Roma, Italia.
[1] IBM - CNR Venezia; Italia.
[2] LBM - Trieste, Italia.
[3] IT - CNR Messina, Italia.

CICLI GIORNALIERI DI PRODUZIONE E ABBONDANZA MICROBICHE IN ACQUE COSTIERE SUPERFICIALI DEL NORD ADRIATICO

DIEL CYCLES OF MICROBIAL PRODUCTION AND ABUNDANCE IN NORTHERN ADRIATIC SURFACE COASTAL WATERS

Abstract

The patterns of bacterial activity, primary production, grazers abundance, ectoenzymatic bacterial activity, DOC and amino-acids concentration, have been followed by sampling a natural parcel of water with time in a coastal area under the influence of the Po river plume. A tight coupling between bacterial activity and primary productivity has been observed in winter. In summer no clear daily cycle of bacterial activity has been observed, thus reflecting in this season the relevance of allochtonous DOC sources and a possible P limitation that prevent bacteria from utilizing all the C in situ *released by the phytoplankton.*

Key-words*: primary production, bacterial production, diel variability, Adriatic Sea.*

Introduzione

I batteri rappresentano un elemento fondamentale nella catena trofica pelagica per il ruolo che svolgono nella circolazione del carbonio e dei nutrienti, utilizzando la sostanza organica disciolta (DOM) che in parte convertono in biomassa, in parte mineralizzano. Essendo gli unici organismi in grado di recuperare il C ed i nutrienti contenuti nella DOM, i batteri rivestono quindi un ruolo ecologico determinante sia per i livelli trofici superiori che per i produttori primari, che utilizzano i nutrienti restituiti in forma inorganica. La presenza del batterioplancton, che rappresenta sia in termini di abbondanza che di biomassa la componente principale del picoplancton (organismi di taglia <2μm), è quindi strettamente collegata sia alla produzione primaria, che rappresenta la principale sorgente in situ di DOM, che ai nanoflagellati eterotrofi che di esso si nutrono. Questi organismi costituiscono la cosiddetta catena trofica microbica, evidenziata per la prima volta da Pomeroy (1974), che, in particolari circostanze, può operare in un sistema semi-chiuso che si autoalimenta, con scarso trasferimento di biomassa ai predatori superiori, secondo l'ipotesi del "microbial food loop" espressa da Azam *et al.* (1983). Poiché le variazioni nell'attività del fitoplancton dipendono in primo luogo dal ciclo giornaliero dell'energia luminosa, si può ritenere che la presenza di un'attività batterica più elevata di giorno indichi un intenso collegamento tra l'attività dei produttori e quella dei consumatori (Fuhrman *et al.*, 1985). Cicli indipendenti porterebbero invece a pensare che l'attività batterica sia alimentata anche da altre fonti di C, quali quelle alloctone in ambiente costiero, oppure dalla degradazione del C particolato realizzata attraverso il *grazing*. Ciò porta ad ipotizzare un collegamento temporale oltre che tra attività batterica ed

autotrofica, anche con le attività di grazing e con la disponibilità della componente più labile del DOC, rappresentata in primo luogo dagli amminoacidi.

Cicli giornalieri nell'attività batterica, con valori diurni più elevati, sono stati costantemente riscontrati nelle ricerche effettuate in acque oligotrofiche oceaniche o di piattaforma continentale (Burney *et al.*, 1982; Johnson *et al.*, 1983; Fuhrman *et al.*, 1985; Gasol *et al.*, 1998). In aree costiere, dove esistono diverse fonti di sostanza organica, la situazione è più differenziata. Alcuni Autori hanno messo in evidenza l'esistenza di cicli giornalieri ben definiti (Sieburth *et al.*, 1977; Meyer-Reil *et al.*, 1979) mentre altri non ne hanno riscontrato l'evidenza (Riemann e Søndergaard, 1984; Sherr *et al.*, 1989; Gasol *et al.*, 1998). In Adriatico, Solic e Krstulovic (1998) hanno riportato un ciclo giornaliero nella baia di Kastela con attività diurne più elevate. Indagini su altri elementi connessi all'attività batterica hanno evidenziato l'esistenza di una ciclicità giornaliera nell'attività dei batterivori (Wikner *et al.*, 1990), nelle attività enzimatiche (Karner e Rassoulzadegan, 1995; Rivkin e Swift, 1979) e nella concentrazione di amminoacidi (Suttle *et al.*, 1991; Hama e Handa, 1992; Sellner e Nealley, 1997).

I risultati che si presentano nel seguito riguardano un'indagine sulla variabilità a breve scala temporale di alcuni parametri microbiologici e chimici connessi al ciclo del C, condotta in due periodi stagionali in una zona costiera dell'Adriatico settentrionale in prossimità del delta del Po, per acquisire informazioni sul funzionamento della catena trofica microbica in Adriatico settentrionale.

Materiale e metodi

I dati sono stati raccolti in due esperimenti condotti in febbraio, dalle h 6 alle h 24 del giorno 24, ed in giugno 1998, dalle h 9 (ora solare) del 17 fino alle h 7 del 18, nel corso dei quali è stato adottato un approccio di tipo lagrangiano per seguire nei suoi spostamenti una massa d'acqua, il più possibile inalterata. A tale scopo è stata utilizzata una deriva di corrente, fluttuante a 1 metro di profondità, in prossimità della quale sono stati effettuati i campionamenti con bottiglie Niskin ogni 2/4 ore da bordo della N/O "U. D'Ancona". Il rilascio della deriva è avvenuto circa 25 km ad Ovest di Porto Garibaldi, in posizione 44° 39'N - 12° 36'E in febbraio e 44° 44'N - 12° 31'E in giugno. Prima di ogni campionamento sono stati misurati profili verticali di salinità, temperatura e fluorescenza *in vivo* con una sonda multiparametrica Idronaut (Ocean Seven) con sensore per la fluorescenza indotta (Sea-tech). Per la durata dei campionamenti, la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) incidente è stata misurata mediante un sensore sferico Biospherical.

La produzione primaria netta, che non considera il C respirato dal fitoplancton, è stata stimata mediante incubazioni *in situ* di breve durata (30') in volumi di 20 ml con la tecnica del ^{14}C. La clorofilla *a*, concentrata con filtri Whatman GF/C, è stata misurata con tecnica fluorimetrica dopo estrazione in acetone 90% (v/v). L'abbondanza del batterioplancton e dei nanoflagellati eterotrofi è stata determinata mediante microscopia ad epifluorescenza dopo colorazione con arancio d'acridina e primulina, rispettivamente (Hobbie *et al.*, 1977; Caron, 1983). La produzione batterica è stata misurata per incorporazione di ^{3}H-leucina (20 nM concentrazione finale) in incubazioni di 1h alla temperatura del prelievo, estrazione con tecnica di microcentrifugazione (Smith e Azam, 1992) e utilizzo del fattore di conversione 3.1 kg C prodotti per mole di leucina incorporata (Kirchman,

1993). L'attività enzimatica extracellulare è stata determinata secondo il metodo di Hoppe (1983). I substrati fluorogenici, aggiunti alla concentrazione finale di 200 μM precedentemente determinata come saturante, sono stati Leu-MCA per l'attività proteasica (aminopeptidasica), MUF-β-glucoside per l'attività β-glucosidasica e MUF-phosphate per l'attività fosfatasica. Le analisi sul disciolto, ottenuto per filtrazione con membrane Whatman GF/F precombuste, sono state effettuate per il carbonio organico disciolto mediante ossidazione catalitica ad alta temperatura con l'impiego di un analizzatore Shimadzu TOC-5000 A, e per gli amminoacidi liberi e totali, ottenuti dopo idrolisi con 6N HCl a 100 °C per 22 h, con tecnica di HPLC previa derivatizzazione con o-phthaldiadehyde.

Risultati e discussione

In Tab. 1 sono riportati per i due esperimenti i valori dei diversi parametri misurati nel campione raccolto alle h 12 in febbraio e alle h 11 in giugno, in corrispondenza del massimo di produzione primaria, cui si farà riferimento nel descrivere gli andamenti, e il valore medio su tutto il periodo di campionamento.

Tab. 1 - Valori in corrispondenza del massimo di produzione primaria e media, con deviazione standard, in tutto il periodo di campionamento.
Experimental values recorded at the primary productivity maximum and estimated averages from alla the data set.

			FEBBRAIO		GIUGNO	
	sigla	u.m.	h 12	media±ds	h 11	media±ds
Produzione primaria	PP	$\mu gC\ L^{-1}\ h^{-1}$	11.7	9.59±1.76	35.7	29.1±6.8
Clorofilla *a*	Chl	$\mu g\ L^{-1}$	1.61	1.7±0.3	1.70	1.49±0.25
Produzione batterica	BP	$\mu gC\ L^{-1}\ h^{-1}$	0.18	0.14±0.02	1.28	1.10±0.22
Batterioplancton	BAB	cell $10^6\ mL^{-1}$	0.43	0.45±0.06	0.78	0.64±0.13
Nanoflagellati eterotrofi	HNF	cell mL^{-1}	1530	2120±320	3376	1820±720
Proteasi (aminopeptidasi)	AMP	$\mu gC\ L^{-1}\ h^{-1}$	6.88	7.14±0.57	11.43	8.01±2.93
Alcalin-fosfatasi	APA	$\mu gP\ L^{-1}\ h^{-1}$	0.32	0.68±0.23	1.25	1.33±0.45
β-glucosidasi	GLUC	$\mu gC\ L^{-1}\ h^{-1}$	0.22	0.28±0.23	0.30	0.12±0.19
Carbonio organico disciolto	DOC	μM	84	101±11	151	146±6
Amminoacidi disciolti liberi	DFAA	nM	67	122±59	153	120±31
Amminoacidi disciolti totali	DTAA	nM	858	2070±1400	1275	949±286
$N\text{-}NO_3$	NO_3	μM		4.2±0.7		10.8±2.3
$P\text{-}PO_4$	PO_4	μM		nd		0.01±0.02
$Si\text{-}SiO_2$	Si	μM		0.3±0.2		9.5±0.5

La temperatura alla quota del prelievo è stata pari a 9.8 ± 0.3 °C in febbraio e a 21.1 ± 0.2 °C in giugno. Nonostante una concentrazione di Chl analoga nei due esperimenti ed una quantità di radiazione luminosa (PAR) alla quota del prelievo inferiore in giugno, come risultato di una PAR incidente confrontabile (27.1 e 28.4 E/m^2, rispettivamente il 24 febbraio e il 17 giugno) e di una attenuazione molto maggiore a giugno (8% e 75% le rispettive trasmittanze in giugno e febbraio), la velocità di fissazione del C da parte del fitoplancton è risultata tre volte più elevata a giugno rispetto a febbraio. Ciò può essere messo in relazione

sia con la temperatura elevata che con la minore salinità cui corrisponde una diversa situazione di trofia, come risulta anche dalle concentrazioni di DOC e di nutrienti più elevate.

La diversa portata del Po, pari a 940 m^3 sec^{-1} in febbraio e 2914 m^3 sec^{-1} in giugno (media nel giorno dell'esperimento e nei due giorni antecedenti) è stata la causa delle diverse salinità misurate nei due esperimenti. In febbraio la salinità è stata più elevata (35.9 ± 0.4), con una variazione del parametro nel tempo estremamente contenuta ($cv\% = 0.18$) fino alle h 20; solo l'ultimo campione ha registrato un sensibile innalzamento della salinità (pari a 1.12). In giugno, con salinità inferiori (30.3 ± 0.2), vi è stato un progressivo incremento del parametro, comunque contenuto ($cv\% = 0.5$). Il confronto tra la variazione della salinità e quella degli altri parametri non ha mostrato alcuna correlazione significativa in febbraio, escludendo l'ultimo prelievo in cui la concentrazione dei nitrati e dei silicati ha mostrato una diminuzione che accompagna l'aumento di salinità. In giugno, l'andamento della salinità ha mostrato una correlazione significativa di segno inverso con alcuni parametri (BAB, HNF, AMP, DOC, DTAA, Si), ma l'entità delle variazioni nel periodo di campionamento è per questi ultimi molto maggiore. Si può quindi concludere che la variabilità indotta dal mescolamento, comunque non eliminabile in un sistema reale, ha generato effetti trascurabili rispetto all'ampiezza dei flussi biologici osservati. Ciò conferma la validità della strategia di campionamento adottata nel minimizzare influenze esterne alla massa d'acqua nella variabilità dei parametri osservati.

Nelle Figg. 1a e 2a sono messe a confronto la variabilità giornaliera della produzione primaria e dell'attività batterica nei due esperimenti. La PP mostra in febbraio l'atteso ciclo giornaliero con velocità di fissazione del C massime in corrispondenza dei più alti valori di radiazione incidente (1250 μE m^2 sec^{-1}). In giugno il ciclo della PP è meno definito, con una diminuzione alle h 13, subito dopo il picco massimo di PAR (950 μE m^2 sec^{-1}) verificatosi alle h 12, e una successiva ripresa. L'andamento della produzione batterica in febbraio è nettamente correlato a quello della PP ($r = 0.77$, $p < 0.05$), mentre la stessa correlazione non esiste in giugno, in cui le due attività si muovono accoppiate solo nel periodo di massima illuminazione.

I cicli giornalieri di clorofilla e abbondanza batterica non mostrano un andamento definito sia in febbraio che in giugno (Figg. 1b e 2b). Le variazioni giornaliere sono in entrambi i casi contenute e non accompagnano le variazioni di attività. Ciò non sorprende per quanto riguarda il batterioplancton, per il quale è noto come le abbondanze siano sostanzialmente poco variabili nel tempo e nello spazio, mentre l'attività batterica sia collegata alla frazione del popolamento metabolicamente attiva, in genere una frazione minore e comunque variabile rispetto al totale (Smith, 1998).

Per confrontare l'entità del C circolante nel comparto autotrofico con quella utilizzata dai batteri, è necessario addizionare alla produzione batterica la respirazione (BR). Il parametro che mette in relazione BP con BR è la cosiddetta efficienza di crescita dei batteri (BGE), definita come il rapporto tra BP e BP+BR, che rappresenta la quantità di nuova biomassa batterica prodotta per unità di C organico utilizzato, e che attualmente si ritiene inferiore al 25% in ambienti naturali (Del Giorgio *et al.*, 1997). Determinazioni sperimentali effettuate in altri campioni raccolti nella stessa zona nell'ambito del Progetto PRISMA (dati non pubblicati) hanno fornito valori di BGE compresi tra 7% e 21%. Poiché la BGE

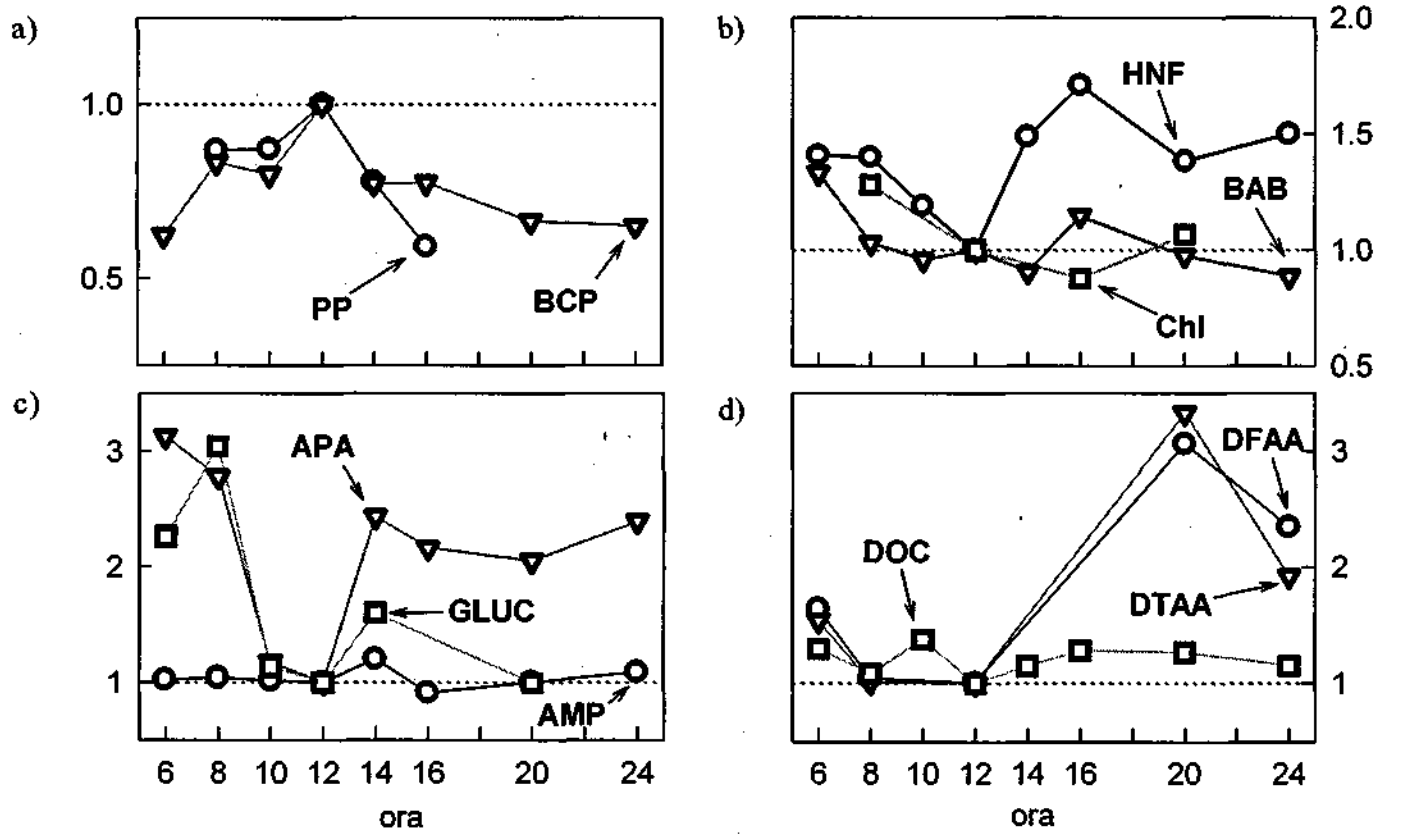


Fig. 1 - Febbraio 1998: andamento dei diversi parametri espresso come rapporto rispetto al valore alle ore 12 (sigle in Tab. 1).

February 1998: time courses of measured parameters expressed as ratio to the value at 12 am (acronyms as in the text).

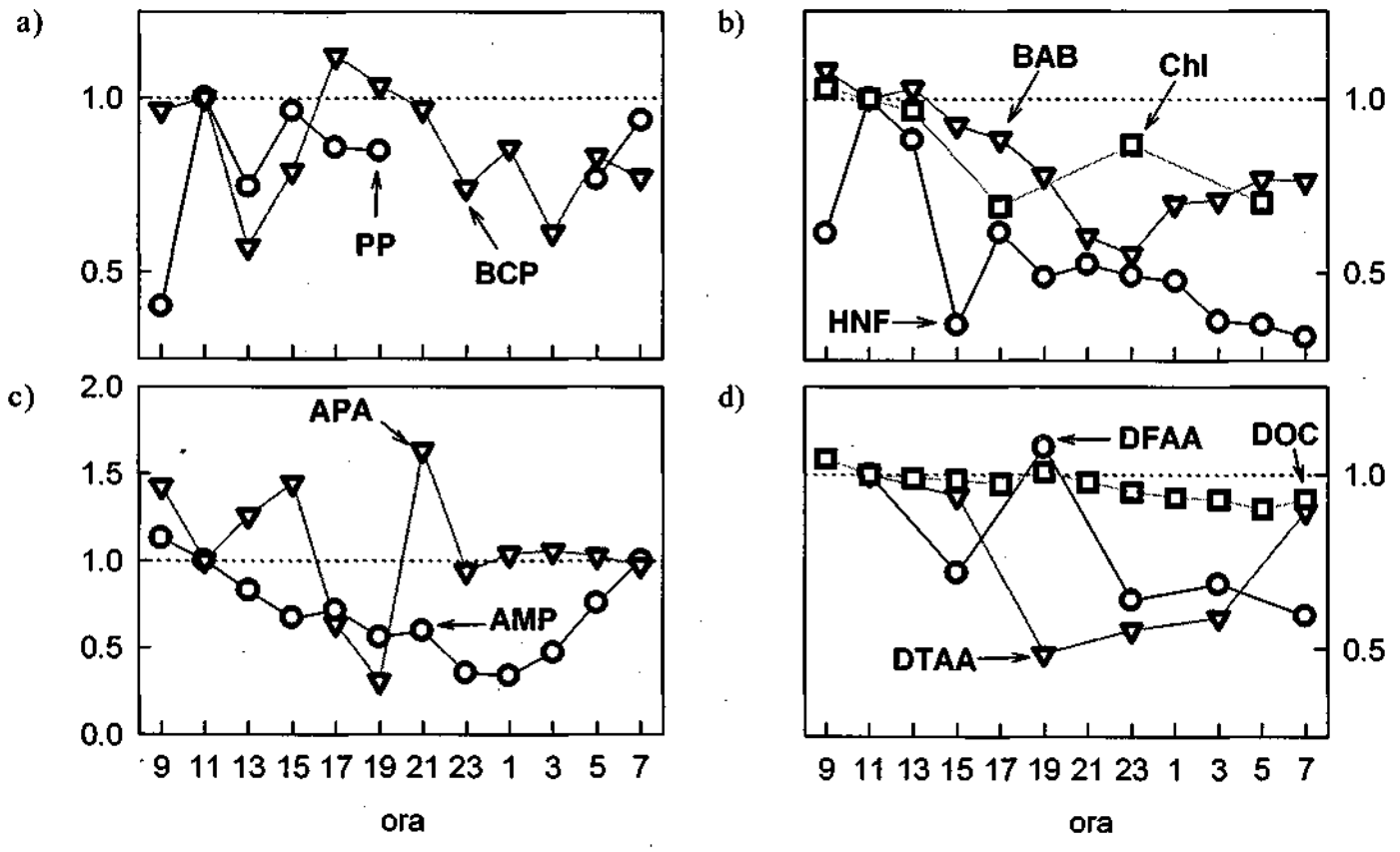


Fig. 2 - Giugno 1998: andamento dei diversi parametri espresso come rapporto rispetto al valore alle ore 11 (sigle in Tab. 1).

June 1998: time courses of measured parameters expressed as ratio to the value at 11 am (acronyms as in the text).

dipende dalle caratteristiche del substrato e dalla coesistenza di fattori limitanti la crescita batterica, l'estrapolazione di una BGE sperimentale a campioni diversi è aleatoria. Per risolvere questa difficoltà, Del Giorgio e Cole (1998) hanno dimostrato una relazione tra BR e BP ($BR = 4.42 \cdot BP^{0.61}$) che consente la stima dell'efficienza di crescita in assenza del dato di respirazione e che trova verifica anche nelle BGE sperimentali suddette. Tale relazione, applicata ai valori medi di produzione batterica dei due esperimenti permette di stimare una BGE pari a 13% e 24%, rispettivamente in febbraio e in giugno. Pertanto la quantità oraria di C utilizzato dai batteri nel periodo di illuminazione, ottenuta applicando alle BP le BGE suddette, risulta variare negli intervalli 11-16% e 11-36% rispetto alla PP, rispettivamente in febbraio e in giugno. Integrando le due attività su scala giornaliera, il C utilizzato dai batteri corrisponde a circa il 25% della produzione primaria netta sia in febbraio che in giugno. Considerando che stime recenti valutano nel 30-60% la quota di produzione primaria lorda utilizzata dai batteri (Del Giorgio e Cole, 1997; Fasham *et al.*, 1999), le situazioni osservate portano ad ipotizzare una limitazione nell'attività batterica. Come già segnalato in Mediterraneo (Zohary e Robarts, 1998; Thingstadt *et al.*, 1998) e in Adriatico settentrionale (Obernosterer e Herndl 1995; Puddu *et al.*, in stampa), la cronica carenza di P inorganico, confermata anche in questa ricerca da valori al di sotto del limite di rilevabilità in febbraio e poco più elevati in giugno, potrebbe essere una delle cause della suddetta limitazione.

L'andamento dei flagellati eterotrofi, che mostrano un valore medio di abbondanza simile nei due esperimenti (Figg. 1b e 2b), mostra un ciclo diverso nei due periodi stagionali. In febbraio il popolamento raddoppia nelle ore pomeridiane e rimane più abbondante nelle ore notturne rispetto ai valori diurni. In giugno il popolamento è invece più abbondante nel periodo di massima illuminazione. Questo andamento sembra accompagnare piuttosto che contrastare l'andamento dell'abbondanza dei batteri su cui l'attività dei HNF agisce preferenzialmente. A questo proposito, Wikner *et al.* (1990) mettono in evidenza come nei flagellati l'andamento giornaliero dell'abbondanza non sia collegabile direttamente all'attività di predazione, e quindi al controllo dell'abbondanza batterica, arrivando ad ipotizzare un arresto nel *grazing* durante la divisione cellulare. L'abbondanza dei nanoflagellati é a sua volta controllata dalla predazione esercitata dal mesozooplancton, capace di ampie migrazioni verticali. Ne risulta che la corrispondenza tra la variabilità giornaliera di questi organismi e quella del fito- o del batterioplancton può essere influenzata da numerosi fattori indiretti (Gasol e Vaque 1993). Secondo recenti lavori, inoltre, le fluttuazioni nel popolamento di HNF a seguito di un incremento nell'abbondanza dei batteri si manifesterebbero con un ritardo tra i 2 e i 7 giorni (Tanaka e Taniguchi, 1999), con scala temporale quindi maggiore rispetto a quella utilizzata in questi esperimenti.

Tra le attività esoenzimatiche considerate (Figg. 1c e 2c) la proteasi è la più elevata in entrambe le stagioni. La fosfatasi alcalina mostra in giugno valori più elevati, mentre l'attività β-glucosidasica è sempre molto contenuta, con valori comunque più elevati di quelli misurati in altre zone costiere del Mediterraneo (Karner e Rassoulzadegan, 1995). In febbraio l'attività proteasica mostra lievi variazioni quantitative lungo la giornata con un picco spostato nel tempo rispetto a quello della produzione primaria. Maggiori oscillazioni giornaliere si osservano nelle attività fosfatasica e glucosidasica. L'esistenza di una correlazione positiva con la concentrazione di clorofilla per proteasi e β-glucosidasi ($r = 0.91$, 0.98

rispettivamente) consente di ipotizzare un azione di stimolo da parte dei prodotti fitoplanctonici sulla sintesi di enzimi idrolitici, come osservato anche da altri autori in diversi ambienti (Middelboe *et al.*, 1995). Tuttavia, gli elevati rapporti fra AMP e BP (compresi fra 38 e 63) sembrano indicare un eccesso di idrolisi da parte dei batteri rispetto alla quantità di C che possono incorporare. In giugno l'attività proteasica raggiunge il massimo al mattino per diminuire lungo la giornata, con un andamento correlato a quello degli amminoacidi totali ($r = 0.83$). In giugno il rapporto AMP/BP è notevolmente ridotto (media 7), dimostrando una maggiore sincronizzazione delle due attività batteriche e quindi una maggior efficienza nell'incorporazione del C. Simili differenze nel rapporto AMP/BP tra estate ed inverno sono state riscontrate da La Ferla *et al.* (in stampa) nella stessa zona e da altri Autori in presenza di aggregati (Karner and Herndl, 1992; Smith *et al.*, 1992). La variabilità temporale dell'attività fosfatasica è di scarso significato, così come quella della *ß*-glucosidasi (non riportata in figura), che presenta, in oltre metà dei campioni, un valore inferiore al limite di rilevabilità.

La caratterizzazione del C disciolto (Figg. 1d e 2d) mostra, per quanto riguarda il DOC, una variabilità contenuta sia in febbraio che, ancor di più, in giugno, quando la concentrazione è più elevata. Ciò è coerente con la considerazione che solo una percentuale minore del DOC è caratterizzata da elevata reattività biologica e quindi da un rapido *turnover*. Questa caratteristica è invece propria degli amminoacidi (Suttle *et al.*, 1991). Per questi ultimi è interessante l'andamento di febbraio, con un picco molto elevato nel campionamento delle h 20, confermato sia dalla forma totale che da quella libera, che, escludendo fonti alloctone, potrebbe essere la conseguenza di un'attività di *grazing* più elevata in quel periodo della giornata, che non emergerebbe dagli altri parametri. In giugno le concentrazioni medie sono paragonabili o addirittura inferiori, per i totali, rispetto a quelle di febbraio, nonostante la concentrazione di DOC sia più elevata. Ciò evidenzia la dipendenza di questi composti dalle attività biologiche che si verificano *in situ*, piuttosto che da apporti alloctoni e conferma l'ipotesi che i monomeri liberati dall'idrolisi enzimatica, non immediatamente incorporati dai batteri data la più bassa produzione in febbraio, vadano ad aumentare la quantità di amminoacidi liberi.

Conclusioni

Gli andamenti giornalieri osservati in febbraio possono essere considerati rappresentativi di una situazione caratterizzata da oligotrofia e bassa produttività, in cui le attività biologiche sono scarsamente sostenute dagli apporti fluviali. La principale fonte di C organico che alimenta il batterioplancton è rappresentata dalla produzione primaria, mentre l'apporto alloctono di DOC è vicino alle concentrazioni minime misurate nella stessa area (Pettine *et al.* 1999). In questa situazione la produzione batterica mostra fluttuazioni orarie correlate a quelle della produzione primaria, ma non è verosimilmente in grado di utilizzare tutta la sostanza organica disponibile. Quando la produzione primaria diminuisce o cessa, come nelle ore notturne, il batterioplancton sembra essere in grado di esplicare in misura maggiore le proprie attività ectoenzimatiche, non dovendo competere con il fitoplancton per i pochi nutrienti inorganici disponibili, mantenendo la propria attività ad una velocità di poco inferiore a quella diurna. L'efficienza di incorporazione del C, che deriva anche dall'osservazione dell'efficienza di idrolisi, è in questo periodo particolarmente ridotta.

In giugno, l'accoppiamento tra produzione batterica e autotrofica non è evidente, ad eccezione forse delle ore centrali della giornata. Anche la variabilità negli altri parametri considerati sembra essere difficilmente riconducibile ad un ciclo luce/buio. La più elevata trofia, conseguente alla maggior presenza di apporti fluviali, e l'abbondanza di DOC, caratteristica del periodo estivo e conseguente ad un accumulo di sostanza organica non utilizzata efficientemente dal batterioplancton (Pettine et al., in stampa), rendono superflua l'interdipendenza delle diverse attività biologiche che possono svilupparsi autonomamente ma che devono comunque ancora tenere conto della scarsa disponibilità di P inorganico. L'attività batterica è caratterizzata da maggior efficienza, rispetto a febbraio, ma anche in questo esperimento appare limitata nell'utilizzo del C. L'attività fosfatasica più elevata riesce probabilmente solo in parte a compensare anche in questo esperimento la carenza di P inorganico che solo in un paio di campioni supera la concentrazione minima rilevabile.

Altra conclusione che si può trarre dai risultati di questa indagine riguarda l'osservazione generale di una elevata variabilità a breve scala temporale nelle attività biologiche e nei parametri ad esse collegati. Ciò porta a valutare con cautela le estrapolazioni ad ampia scala temporale, o spaziale, di singole osservazioni effettuate con frequenza episodica.

Summary

Bacterioplankton activity is mainly controlled by the availability and the chemico-physical characteristics of dissolved organic matter. Daily primary production represents the main autochthonous source of organic carbon and extracellular release occurring during C fixation is an important source of dissolved organic carbon for bacteria. Sloppy feeding during grazing activity and viral infection also contribute to the pool of DOC. Finally, in coastal areas like Northern Adriatic, external fluvial inputs can affect significantly the concentration of dissolved carbon. Freshly produced carbon was usually believed to be more bioavailable than the older allochthonous one, but it has now been showed that many processes can transform labile carbon in refractory substances and viceversa, so that it is really difficult to determine the actual bioavailable sources of carbon. Studies performed on a daily base can give some insight on the coupling between primary production and consumption by bacteria, therefore allowing a better comprehension of the main pathway of carbon in the ocean. In this paper the daily pattern of bacterial production and abundance with respect to primary production and other factors, such as grazers abundance, ectoenzymatic bacterial activity, DOC and amino-acids concentration, have been followed during two cruises in February and June 1998. We sampled periodically in a coastal area under the influence of the Po river plume, by following a natural parcel of water with time. A tight coupling between bacterial activity and primary productivity has been observed in winter, when bacteria reached a peak at noon, consistent with the maximum of primary production. In summer no clear diel cycle of bacterial activity has been observed, bacterial production being maxima at 5 pm. The higher variability probably reflects different sources of carbon, due to a higher allochthonous input in this season, as the lower salinities and higher DOC and inorganic nutrients concentrations show. Moreover, bacterial activity appear to be limited, possibly by the reduced inorganic P availability, and not able to uptake all.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano S. Capri e S. Murtas, IRSA-CNR, per la collaborazione nelle analisi degli amminoacidi, L. Craboledda, IBM-CNR, per le analisi di clorofilla, e F. Cioce and G. Penzo, IBM-CNR, per l'assistenza tecnica. Si ringraziano anche il Capitano e l'equipaggio dell'"Umberto D'Ancona" per la collaborazione nel campionamento.

Bibliografia

AZAM F., FENCHEL T., FIELD J.G., GRAY J.S., MEYER-REIL L.A., THINGSTAD F. (1983) - The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **10**: 257-263.

BURNEY C.M., DAVIS P.G., JOHNSON K.M., SIEBURTH J. McN. (1982) - Diel relationships of microbial trophic groups and in situ dissolved carbohydrate dynamics in the Caribbean Sea. *Mar. Biol.*, **67**: 311-322.

CARON D.A. (1983) - Technique for enumeration of heterotrophic and phototrophic nanoplankton, using epifluorescence microscopy and comparison with other procedures. *Appl. Environ. Microbiol.,* **46** (2): 491-498.

DEL GIORGIO P.A., COLE J.J. (1998) - Bacterial growth efficiency in natural aquatic systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.,* **29**: 503-541.

DEL GIORGIO P.A., COLE J.J., CIMBLERIS A. (1997) - Respiration rates in bacteria exceed phytoplankton production in unproductive aquatic systems. *Nature,* **385**: 48-151.

FASHAM M.J.R., BOYD P.W., SAVIDGE G. (1999) - Modeling the relative contribution of autotrophs to carbon flow at a Lagrangian JGOFS station in the Northeast Atlantic: The importance of DOC. *Limnol. Oceanogr.,* **44** (1): 80-94.

FUHRMAN J.A., EPPLEY R.W., HAGSTRÖM Å., AZAM F. (1985) - Diel variations in bacterioplankton, phytoplankton, and related parameters in the Southern California Bight. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **27**: 9-20.

GASOL J.M., DOVAL M.D., PINHASSI J., CALDERON-PAZ J.I., GUIXA-BOIXAREU N., VAQUE D., PEDROS-ALIO C. (1998) - Diel variations in bacterial heterotrophic activity and growth in the northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **164**: 107-124.

GASOL J.M., VAQUE D. (1993) – Lack of coupling between heterotrophic nanoflagellates and bacteria: A general phenomenon across aquatic systems? *Limnol. Oceanogr.*, **38** (3): 657-665.

HAMA J., HANDA N. (1992) - Diel photosynthetic production of cellular organic matter in natural phytoplankton populations, measured with ^{13}C and gas chromatography/mass spectrometry. II. Fatty acids and amino acids, *Mar. Biol.,* **112**: 183-190.

HOBBIE J.E., DALEY R.J., JASPER S. (1977) - Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.*, **33** (5): 1225-1228.

HOPPE H.G. (1983) - Significance of exoenzymatic activities in the ecology of brackish water: measurements by means of methylumbelliferyl-substrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **11**: 299-309.

JOHNSON K.M., DAVIS P.G., SIEBURTH J. McN. (1983) - Diel variation of TCO_2 in the upper layer of oceanic waters reflects microbial composition, variation and possibly methane cycling. *Mar. Biol.*, **77**: 1-10.

KARNER M., RASSOULZADEGAN F. (1995) - Extracellular enzyme activity: indications for high short-term variability in a coastal marine ecosystem. *Microb. Ecol.*, **30**: 143-156.

KARNER M., HERNDL G. J. (1992) - Extracellular enzymatic activity and secondary production in free- living and marine snow associated bacteria. *Marine Biology*, **113**: 341-347.

KIRCHMAN D.L. (1993) - Leucine incorporation as a measure of biomass production by heterotrophic bacteria. In: Kemp P.F., Sherr B.F., Sherr E.B., Cole J.J. (eds.), *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*, Lewis Publishers, Boca Raton, 58: 509-512.

LA FERLA R, ZACCONE R., CARUSO G., AZZARO M. (in stampa) - Estimation of the carbon flux trough the microbial processes in the Adriatic Sea, In: Faranda F., Guglielmo L., Spezie G. (eds.), *Structures and processes in the Mediterranean Ecosystems*, Springer Verlag.

MEYER-REIL L.-A., BÖLTER M., LIEBEZEIT G., SCHRAMM W. (1979) - Short-term variations in microbiological and chemical parameters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **1**: 1-6.

MIDDELBOE M., SONDERGAARD M., LETARTE Y., BORCH N.H. (1995) - Attached and free-living bacteria: production and polymer hydrolysis during a diatom bloom. *Microbial Ecology*, **29**: 231-248.

OBERNOSTERER I., HERNDL G.J. (1995) – Phytoplankton extracellular release and bacterial growth: dependence on the inorganic N:P ratio. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **116**: 247-257.

PETTINE M., CAPRI S., FARRACE M.G., MANGANELLI M., PATROLECCO L., PUDDU A., ZOPPINI A. (in stampa). - Variability of dissolved organic matter in northern Adriatic coastal waters. *Arch. Ocean. Limnol.*

PETTINE M., PATROLECCO L., MANGANELLI M., CAPRI S., FARRACE M.G. (1999) - Seasonal variations of dissolved organic matter in the northern Adriatic. *Mar. Chem.*, **64** (3): 153-169.

POMEROY L.R. (1974) - The ocean's food web, a changing paradigm. *BioScience*, **24**: 499-504.

PUDDU A., PAGNOTTA R., PATROLECCO L., PETTINE M., ZOPPINI A. (in stampa) - DOC seasonality in the Northern Adriatic and its possible involvement in the aggregate formation, In: Faranda F., Guglielmo L., Spezie G. (eds.), *Structures and processes in the Mediterranean Ecosystems*, Springer Verlag.

RIEMANN B., SØNDERGAARD M. (1984) - Measurements of diel rates of bacterial secondary production in aquatic environments. *Appl. Environ. Microbiol.*, **47** (4): 632-638.

RIVKIN R.B., SWIFT E. (1979) - Diel and vertical patterns of alkaline phosphatase activity in the oceanic dinoflagellate Pyrocystis noctiluca, *Limnol. Oceanogr.*, **24** (1): 107-116.

SELLNER K.G., NEALLEY E.W. (1977) - Diel fluctuations in dissolved free amino acids and monosaccharides in Chesapeake Bay dinoflagellate blooms", *Mar. Chem.*, **56**: 193-200.

SHERR B.F., SHERR E.B., PEDROS-ALIO C. (1989) - Simultaneous measurement of bacterioplankton production and protozoan bacterivory in estuarine waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **54** (3): 209-219.

SIEBURTH J. MCN., JOHNSON K.M., BURNEY C.M., LAVOIE D.M. (1977) - Estimation of in situ rates of heterotrophy using diurnal changes in dissolved organic matter and growth rates of picoplankton in diffusion culture. *Helgol. Wiss Meer.*, **30**: 565-574.

SMITH D.C., AZAM F. (1992) - A simple, economical method for measuring bacterial protein synthesis rates in seawater using ^{3}H-leucine. *Mar. Microbial Food Webs*, **6** (2): 107-114.

SMITH D.C., SIMON M., ALLDREDGE A.L., AZAM F. (1992) - Intense hydrolytic enzyme activity on marine aggregates and implications for rapid particle dissolution. *Nature*, **359**: 139-142.

SMITH E.M. (1998) - Coherence of microbial respiration rate and cell-specific bacterial activity in a coastal planktonic community. *Aq. Microb. Ecol.*, **16**: 27-35.

SOLIC M., KRUSTOLOVIC N. (1998) - Interactions between bacteria and their protozoan predators on the diel scale. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **35**: 360-361.

SUTTLE C.A., CHAN A.M., FURHMAN J.A. (1991) - Dissolved free amino acids in the Sargasso Sea: uptake and respiration rates, turnover times, and concentrations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **70**: 189-199.

TANAKA T., TANIGUCHI A. (1999) - Predator-prey eddy in heterotrophic nanoflagellate-bacteria relationships in a bay on the northeastern Pacific coast of Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **179**: 123-134.

THINGSTAD T.F., ZWEIFEL U.L., RASSOULZADEGAN F. (1998) - P limitation of heterotrophic bacteria and phytoplankton in the northwest Mediterranean. *Limnol Oceanogr.*, **43** (1): 88-94.

WIKNER J., RASSOULZADEGAN F., HAGSTRÖM Å. (1990) - Periodic bacterivore activity balances bacterial growth in the marine environment. *Limnol. Oceanogr.*, **35** (2): 313-324.

ZOHARY T., ROBARTS R.D. (1998) - Experimental study of microbial P limitation in the eastern Mediterranean. *Limnol. Oceanogr.*, **43** (3): 387-395.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 206-213

A. Zoppini, A. Puddu, P. Chiarella, B. Di Rado, M. Pettine

Istituto di Ricerca Sulle Acque – CNR, Via Reno, 1 - 00198 Roma, Italia.

FATTORI CHE INFLUENZANO L'UTILIZZO DEL DOC IN ADRIATICO SETTENTRIONALE

FACTORS INFLUENCING DOC UTILISATION IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA

Abstract

The biological availability of ultrafractionated DOC was investigated in the northern Adriatic Sea and found to increase from large to small molecular sizes. Bacterial uptake of labile DOC was improved by nutrient addition as well as by the activity of grazers. Phosphorous treatment showed the main effect on DOC uptake.

Key-words: *DOC, molecular size, bacterial uptake, nutrients.*

Introduzione

I batteri eterotrofi rappresentano negli ecosistemi acquatici i principali consumatori della sostanza organica disciolta e come tali svolgono un ruolo primario all'interno della catena trofica. La capacità del batterioplancton di utilizzare la sostanza organica presente nell'ambiente è influenzata dalle caratteristiche qualitative del substrato organico, dalla disponibilità di nutrienti inorganici necessari per l'attività batterica e dalla predazione e lisi virale che controllano la popolazione batterica (Thingstad e Lignell, 1997).

Il carbonio organico disciolto (DOC) è composto da un largo spettro di molecole organiche, ancora poco caratterizzate, la cui biodegradabilità è influenzata, oltrechè dalla composizione, dalle caratteristiche dimensionali e dall'età (Amon e Benner, 1996). La disponibilità di P ed N in forma inorganica condiziona l'attività batterica (Kirchman, 1994) e situazioni di carenza dell'uno o dell'altro elemento ne causano una limitazione favorendo un accumulo di DOC nella colonna d'acqua, (Norrman *et al.*, 1995; Zweifel *et al.*, 1995; Rivkin e Anderson, 1997). In Mediterraneo, in particolare, Zweifel *et al.*, (1993), Zohary e Robarts (1998) e Thingstad *et al.* (1998) hanno evidenziato l'azione limitante del P nei confronti dell'attività batterica.

Il mare Adriatico rappresenta una delle regioni più produttive dell'intero bacino Mediterraneo per particolari caratteristiche trofiche e geomorfologiche. In quest'area sono stati osservati andamenti stagionali delle concentrazioni di DOC con valori medi estivi (150 μM DOC) più elevati rispetto a quelli invernali (80 μM DOC) e una particolare rilevanza della componente colloidale (0.4μm > DOC > 1kDa) che rappresenta fino al 70% del DOC totale (Pettine *et al.*, 1998). Nelle acque di questo bacino il rapporto N:P è elevato (Vukadin e Stojanoski, 1976) e la produzione primaria risulta frequentemente limitata da P (Zoppini *et al.*, 1995). Evidenze sperimentali di una limitazione da P nei confronti dell'attività batterica in Adriatico settentrionale sono già state presentate da Zoppini *et al.* (1998a) e Puddu *et al.* (1998). Nel seguito si presentano i risultati di esperimenti condotti per valutare l'utilizzo del DOC da parte del bat-

terioplancton in Adriatico settentrionale, considerando la degradabilità delle diverse frazioni molecolari, l'effetto dei nutrienti inorganici ed il ruolo dei predatori batterivori.

Materiali e metodi

Il campionamento è stato effettuato in Adriatico settentrionale e centrale, nella zona compresa tra il delta del Po ed il promontorio del Conero, in diversi periodi stagionali, durante le crociere condotte nell'ambito del progetto PRISMA II (giugno 1996-febbraio 1998) ed in crociere successive condotte in collaborazione con l'Istituto di Biologia del Mare, CNR (giugno e ottobre 1998). Il prelievo è stato effettuato in superficie o in prossimità del fondo con bottiglie Niskin e sonda Sea-Bird CTD per la misura della salinità e della temperatura. I campioni prelevati durante le crociere PRISMA II sono stati utilizzati per lo studio dei processi di degradazione delle frazioni molecolari del DOC separate con un sistema di ultrafiltrazione a flusso tangenziale, mod. Amicon DC 10LA (Pettine *et al.* 1998). Le frazioni molecolari, definite come "very high molecular weight" (VHMW, >10 kDalton), "high molecular weight" (HMW, 1-10 kDalton) e "low molecular weight" (LMW, <1 kDalton), sono state inoculate con il popolamento batterico del campione, dopo eliminazione dei predatori mediante filtrazione attraverso una membrana da 1 μm, addizionate di nutrienti inorganici (5μM NO_3^-; 5μM NH_4^+; 1μM PO_4^{3-}) e incubate come descritto in Zoppini *et al.* (1998b). Nei campioni prelevati durante l'inverno 1998, N e P sono stati aggiunti separatamente alle frazioni molecolari in proporzione alla quantità di carbonio organico presente in modo da garantire i rapporti molari C:N:P = 80:10:1. In febbraio e giugno 1998 sono state condotte parallelamente colture su DOC non frazionato (<0.4μm) arricchite con nutrienti inorganici e C organico (glucosio) nei rapporti molari sopra descritti. In ottobre 1998 l'effetto della presenza dei predatori sul ciclo del DOC si è valutato allestendo colture batteriche sia in presenza che in assenza di predatori, arricchite di nutrienti aggiunti singolarmente nel rapporto molare C:N:P = 80:5:1. Tutte le incubazioni, condotte al buio e alla temperatura di origine del campione, sono state seguite per quattro giorni con prelievi ogni 12-24 ore dall'inizio della coltura per la stima della biomassa (conta diretta delle cellule colorate con arancio di acridina, Hobbie *et al.*, 1977), la valutazione della concentrazione di ossigeno disciolto (metodo potenziometrico, Graneli e Graneli, 1991) e di DOC (ossidazione catalitica ad alta temperatura, Pettine et al. 1998). La produzione batterica (BCP) è stata misurata nei campioni del 1998 mediante l'incorporazione di ^{3}H-leucina (Smith e Azam, 1992). La velocità di crescita batterica specifica (μ) è stata calcolata in base all'incremento dell'abbondanza cellulare nella fase di crescita esponenziale. L'efficienza di crescita batterica (BGE) è stata calcolata come rapporto tra il C prodotto (C incorporato) e quello consumato (C incorporato + C respirato). Per la stima del C incorporato è stato utilizzato il fattore di conversione 3.1 kgC/mole di leucina incorporata (Kirchman, 1993); il C respirato è stato stimato assumendo un quoziente di respirazione (RQ) pari a 1. La percentuale giornaliera di DOC utilizzata è ottenuta come rapporto tra il carbonio consumato e la concentrazione iniziale di DOC nel campione. Tutti i risultati sono espressi come media di due repliche. Per valutare l'effetto dei diversi trattamenti le medie sono state confrontate con il test t-Student.

Risultati

Le caratteristiche fisico-chimiche dei campioni analizzati sono descritte nella tabella 1. I campioni presentano un ampio intervallo di salinità, da 30 a 38, e di concentrazioni di DOC, da 63 a 160 μM. La distribuzione del DOC tra le diverse frazioni molecolari mostra una maggiore abbondanza nella frazione HMW, cui corrisponde una concentrazione media di 46 ± 6 μM DOC, superiore e meno variabile rispetto alle altre frazioni, 24 ± 8 μM DOC nella VHMW e 35 ± 14 μM DOC nella LMW.

Tab. 1 - Caratteristiche dei campioni.
Sample characteristics.

data	Prof.	SAL	T (°C)	DOC (μM)	Distribuzione del DOC (%)		
					VHMW	HMW	LMW
21/6/96	fondo	37.9	14.1	114	24	46	30
2/7/96	sup.	35.5	21.2	160	25	32	43
15/2/97	fondo	36.5	9.8	92	20	45	35
1/3/97	sup.	34.3	9.9	106	17	52	31
18/6/97	fondo	37.3	12.3	88	23	47	30
29/6/97	sup.	36.1	21.7	103	25	43	32
10/2/98	sup.	38.0	10.2	63	21	50	29
24/2/98	sup.	35.7	9.5	87	24	46	30
17/6/98	sup.	30.4	20.9	140	-	-	-
29/10/98	sup.	35.8	19.0	113	-	-	-

Le colture batteriche condotte sulla frazione VHMW mostrano μ (media 0.26 ± 0.20 giorno^{-1}) significativamente più ridotte ($p<0.05$) rispetto a quelle osservate sulla frazione LMW (0.66 ± 0.25 μ giorno^{-1}), ma non differenti in modo significativo da quelle osservate sulla HMW (0.63 ± 0.8 μ giorno^{-1}) a causa della elevata variabilità di queste ultime. L'arricchimento del mezzo di coltura con P ed N induce in tutte le frazioni incrementi significativi ($p<0.05$) delle velocità specifiche di crescita, mediamente pari all'80% rispetto al controllo. Le misure di BCP e respirazione effettuate sui due campioni dell'inverno 1998, caratterizzati da diversa salinità, hanno consentito di misurare la reattività delle frazioni sia in presenza di concentrazioni naturali di N e P che in condizioni di arricchimento (Tab. 2).

Nel campione a salinità più elevata (10 febbraio), nel quale la concentrazione di DOC è molto ridotta (63 μM), il batterioplancton utilizza il DOC alla velocità massima nella frazione LMW sia nel campione di controllo che nei campioni arricchiti di nutrienti inorganici. Nelle altre frazioni l'utilizzazione del DOC è meno veloce e non sembra comunque essere influenzata da un arricchimento di nutrienti inorganici. L'aggiunta di P ed N incrementa invece la BGE in particolare nella VHMW. Il campione caratterizzato da un valore più ridotto di salinità mostra un

Tab. 2 - Utilizzazione del carbonio organico disciolto (DOC_{util}), espressa come percentuale rispetto al DOC iniziale, ed efficienza di crescita batterica (BGE) in presenza delle diverse classi molecolari di DOC provenienti dai due campioni indicati, arricchiti di nutrienti inorganici (P ed N).

Dissolved organic carbon uptake (DOC_{util}), as percentage of initial DOC, and growth efficiency (BGE) on different molecular size DOC fractions in the two samples collected in February 1998, amended with inorganic nutrients (N and P). VHMW, HMW and LMW are respectively the very high (>10kDa), high (1-10kDa) and low (<1kDa) molecular size fractions.

	10 febbraio 1998		24 febbraio 1998	
	DOC_{util} ($giorno^{-1}$)	BGE	DOC_{util} ($giorno^{-1}$)	BGE
VHMW	10%	40%	3%	7%
VHMW+P	11%	52%	4%	32%
VHMW+N	9%	49%	-	-
VHMW+P,N	-	-	6%	25%
HMW	13%	34%	20%	27%
HMW+P	13%	44%	19%	41%
HMW+N	12%	50%	-	-
HMW+P,N	-	-	21%	39%
LMW	100%	33%	52%	21%
LMW+P	96%	33%	74%	52%
LMW+N	109%	38%	-	-
LMW+P,N	-	-	77%	49%

incremento progressivo della utilizzazione di DOC passando dalla taglia molecolare più grande alla più piccola. I nutrienti, ma più in particolare il P, sembrano accelerarne la rimozione soprattutto nel caso della frazione LMW, mentre in questo campione la frazione VHMW dimostra una estrema refrattarietà. L'arricchimento non produce alcun effetto sulla velocità di utilizzo della frazione HMW come già osservato nel campione precedente. L'aggiunta di P produce un incremento sensibile sulla BGE che non viene ulteriormente migliorato dalla contemporanea presenza di N.

Il ruolo esercitato dai singoli nutrienti sull'utilizzo del DOC è stato sperimentato su campioni non frazionati arricchiti di P, N e C (glucosio). In Tab. 3 sono descritte le velocità di utilizzazione e l'efficienza di crescita dei campioni esaminati. Le velocità di utilizzazione giornaliera del DOC, in assenza di aggiunte, hanno mostrato variazioni nell'intervallo 6-12%, con valori più elevati nei campioni invernali. La stessa velocità, espressa però come concentrazione di DOC anziché come percentuale del valore iniziale, non differisce grandemente tra i campioni (media 8.5 ± 1.3 μM DOC g^{-1}) mostrando di non essere correlata alla concentrazione di DOC presente.

Questi risultati possono essere meglio interpretati osservando l'effetto dell'arricchimento prodotto dai singoli nutrienti. L'arricchimento in P esercita un incremento differenziato nel consumo di DOC, massimo nel campione del 10

febbraio. La BGE aumenta invece in tutti i casi assumendo i valori più elevati in conseguenza dell'arricchimento di P. L'effetto di limitazione da nutrienti è ancora più evidente osservando come un substrato labile (glucosio) aggiunto al mezzo di coltura non possa essere utilizzato senza aggiunta di nutrienti. La elevata BGE

Tab. 3 - Utilizzazione del carbonio organico disciolto (DOC_{util}), espressa come percentuale rispetto al DOC iniziale, ed efficienza di crescita batterica (BGE) nei campioni del 1998, non frazionati, addizionati di nutrienti inorganici (N e P) e glucosio (C).

Dissolved organic carbon uptake (DOC_{util}), as percentage of initial DOC, and growth efficiency (BGE) on unfractionated 1998 samples, amended with inorganic nutrients (N and P) and glucose (C).

	DOC_{util} (g^{-1})					BGE				
		+P	+N	+C	+CP N		+P	+N	+C	+CP N
10/2	12%	19%	11%		24%	18%	23%	18%		38%
24/2	10%	10%	12%*		24%	11%	42%	43%*		36%
17/6	6%	8%	6%	3%	25%	51%	77%	69%	73%	45%
29/10	7%	8%	5%	3%	12%	17%	24%	22%	17%	34%

osservata nel campione di giugno, sia nel controllo che nei campioni arricchiti, dimostrerebbe una maggiore disponibilità di elementi nutritivi utili all'incorporazione della quota labile di DOC. Infatti, confrontando la risposta di due campioni ad una simile concentrazione aggiunta di glucosio, corrispondente a 166 e 130 μM DOC in giugno ed ottobre rispettivamente, si evidenzia come nelle due situazioni il popolamento batterico esprima una diversa respirazione (2.98 e 6.25 μM DO g^{-1}, rispettivamente) ed incorporazione di C (7.97 e 1.31 μM C g^{-1}), riuscendo ad ottimizzare l'utilizzo del substrato labile nel campione di giugno in cui le condizioni nutrizionali sono probabilmente più favorevoli.

L'effetto della presenza dei predatori sull'utilizzo del DOC, testato per confronto con la coltura di soli batteri nel campione di ottobre (Fig. 1), fornisce due importanti risultati. Da una parte anticipa l'effetto dell'aggiunta di P, dall'altra consente al batterioplancton di utilizzare il glucosio anche in assenza di nutrienti aggiunti. Anche nel campione arricchito congiuntamente con i tre nutrienti (C+P+N) si verifica un'anticipazione nello stimolo e, contrariamente a quanto osservato in assenza di predatori, la BCP si mantiene elevata fino alla fine dell'esperimento.

Discussione e conclusioni

L'analisi dei risultati dimostra che le frazioni molecolari di DOC sono caratterizzate da una diversa bioreattività che è funzione della loro composizione, dimensione molecolare e stato diagenetico. La frazione ad elevato peso molecolare è generalmente meno reattiva delle frazioni di dimensioni più ridotte, costituite da molecole facilmente assimilabili dai batteri, quali gli aminoacidi (Keil e Kirchman, 1991; Suttle *et al.*, 1991).

La reattività del DOC varia sia in funzione della taglia molecolare che di altre caratteristiche intrinseche del substrato che ne condizionano la bioreattività. Il confronto tra due campioni prelevati nello stesso periodo (10 e 24 febbraio 1998),

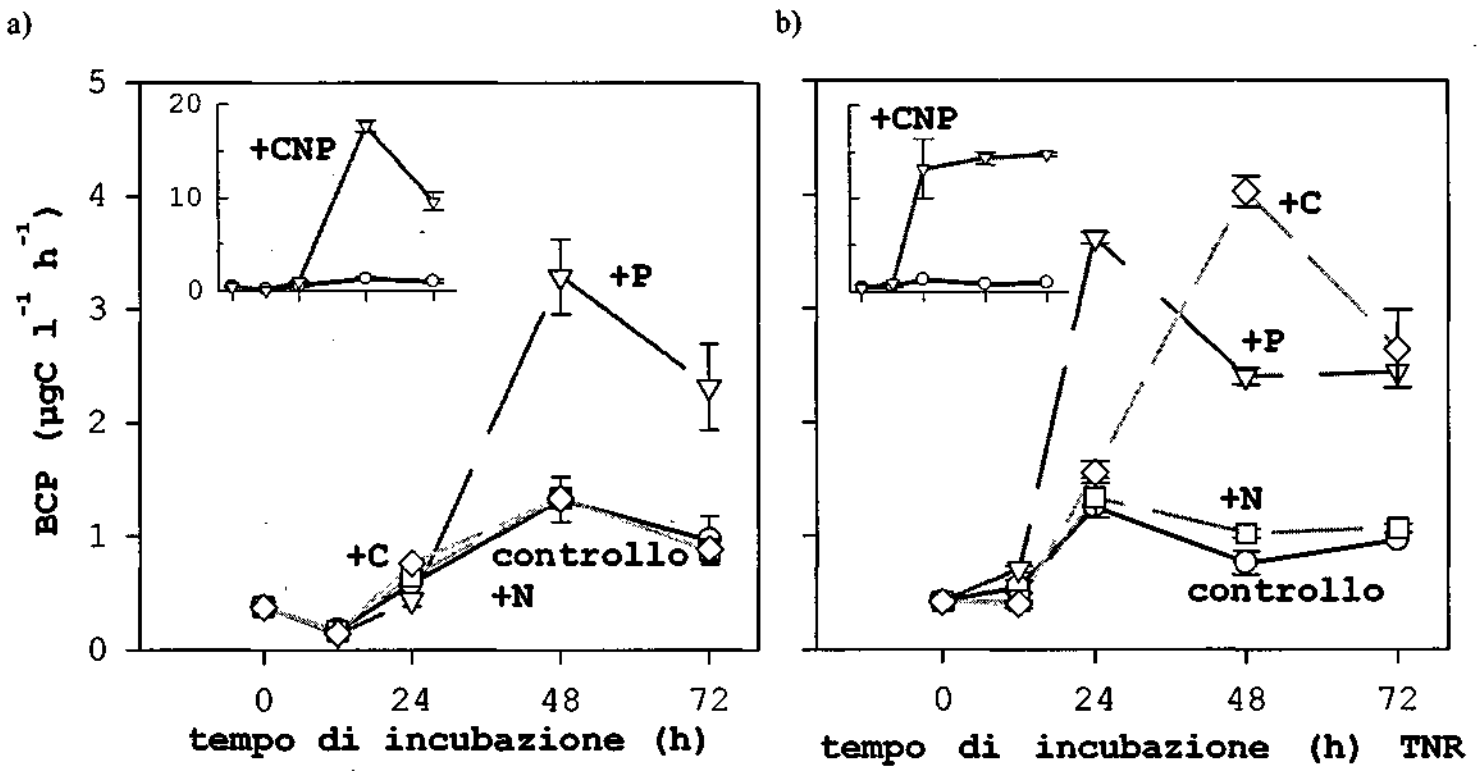


Fig. 1 - Ottobre 1998: effetto dell'aggiunta di nutrienti inorganici o glucosio (C) sull'andamento della produzione batterica (BCP, media ± ds) in assenza (a) ed in presenza (b) di batterivori. Negli inserti l'andamento della coltura arricchita di C, P ed N e del controllo.

October 1998: time course of bacterial carbon production (BCP, averages ± sd) in predator-free (a) and whole (b) seawater cultures amended with inorganic nutrients or glucose (C). In the insert the effect of C, N and P combined addition is shown.

in condizioni di diversa salinità, evidenzia una diversa reattività del DOC, associata probabilmente alle caratteristiche qualitative del substrato. La bassa salinità (24 febbraio) corrisponde infatti ad una maggiore abbondanza fitoplanctonica (dati non pubblicati) e ad una minore concentrazione di SiO_4 (0.22 µM; dati forniti dall'IST-CNR Trieste) rispetto al campione del 10 febbraio (3.33 µM). Si può pertanto supporre che la minore reattività del campione con la salinità inferiore sia da collegare alla situazione terminale di una fioritura di diatomee accompagnata dalla presenza di DOC di origine algale in cui la componente polisaccaridica, di cui è nota la maggiore refrattarietà, è più abbondante (Alldredge *et al.,* 1995).

La scarsa disponibilità di nutrienti inorganici limita ulteriormente il consumo di DOC. L'incremento del tasso di crescita osservato nelle diverse frazioni molecolari in seguito all'arricchimento con nutrienti inorganici (P+N) dimostra infatti che l'utilizzo del DOC, anche nelle forme labili, è generalmente limitato dagli elementi nutritivi inorganici. L'aumentata efficienza di crescita sul DOC non frazionato arricchito di P, piuttosto che di N, mette in evidenza il particolare ruolo limitante del P, estendendo all'Adriatico quanto già osservato in altre zone del Mediterraneo. L'innalzamento dell'efficienza di crescita indica che, in assenza di limitazione, la produzione di nuova biomassa avviene con minore dispendio di energia per la respirazione. La riduzione di C respirato compensa quindi, in alcune circostanze, l'aumento di C prodotto mantenendo costante il quantitativo complessivo di C assimilato. Ciò si ripercuote in un aumento del trasferimento di biomassa verso i livelli superiori della catena trofica in condizioni non limitate.

L'esperimento con il popolamento completo, in cui però la fotosintesi di nuova DOM è impedita dalla mancanza di luce, mostra un'accelerazione nella mineralizzazione della sostanza organica. Risulta evidente l'importante ruolo dei piccoli *grazers* nel contribuire alla rigenerazione dei nutrienti inorganici attraverso il cosiddetto *sloppy feeding* (Kirchman, 1994). E' questo un modello più simile alla situazione reale. Ma il modello DOC-batteri-predatori che include la competizione con il fitoplancton per il reperimento di nutrienti e l'importante contributo dei predatori sia nel controllo dell'abbondanza batterica che nella rigenerazione del DOC, ha conseguenze sull'accumulo a basse concentrazioni di P disponibile (Thingstad *et al.*, 1997).

In conclusione, i risultati di questo studio hanno fornito informazioni su alcuni dei meccanismi che influenzano il ciclo del carbonio in Adriatico Settentrionale. La qualità del DOC, più che la quantità, e la disponibilità di nutrienti inorganici, in particolare di P, agiscono sul trasferimento di biomassa lungo la catena trofica e possono determinare un accumulo, nella colonna d'acqua, del DOC scarsamente utilizzato. Tali elementi possono quindi risultare determinanti per la manifestazione dei fenomeni degenerativi osservati in anni recenti, quali le anossie e la mucillagine.

Summary

The biovailability of DOC in samples from the northern Adriatic Sea was measured over four day incubations through dissolved oxygen consumption, bacterial biomass (as cell abundance) and production rate (as ^{3}H-leucine incorporation) and found to increase from large to small molecular sizes. Combined inorganic nutrient additions (PO_4^{3-}+NO_3^-+$NH4^+$) to bacterial cultures increased DOC bioavailability in any molecular sizes and separate additions of nutrients revealed that the main effect was caused by phosphorous. The effect of grazers on DOC uptake was also studied in sea water batch cultures. In the predator-free sea water cultures enriched with a labile organic substrate (glucose) bacterial production rate were not different from the control (430 pmol leu h-1) whereas they were significantly higher (1302 pmol leu h-1) in the wholewater sample. In both experiments P treatment showed the main effect on DOC uptake. The activity of predators allowed the uptake of labile DOC through the release of dissolved nutrients that recycle in the microbial loop.

Bibliografia

ALLDREDGE A.L., GOTSCHALK C., PASSOW U., RIESEBELL U. (1995) - Mass aggregation of diatom blooms: Insights from a mesocosm study. *Deep-Sea Res. II*, **42** (1): 9-27.

AMON R.M.W., BENNER R. (1996) - Bacterial utilization of diffrent size classes of dissolved organic matter. *Limnol. Oceanogr.*, **4** (1): 41-51.

GRANELI W., GRANELI E. (1991) - Automatic potentiometric determination of dissolved oxygen. *Mar. Biol.*, **108**: 341-348.

HOBBIE J.E., DALEY R.J., JASPER S. (1977) – Use of Nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.*, **33**: 1225-1228.

KEIL R.G., KIRCHMAN D.L. (1993) - Dissolved combined amino acids in marine waters: chemical form and utilization by heterotrophic bacteria. *Limnol. Oceanogr.*, **38**: 1256-1270.

KEPKAY P.E. (1994) - Particle aggregation and the biological reactivity of colloids. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **109**: 293-304.

KIRCHMAN D.L. (1993) - Leucine incorporation as a measure of biomass production by heterotrophic bacteria. In: Kemp P.F., Sherr B.F., Sherr E.B., Cole J.J. (eds), *Handbook of methods in aquatic microbial ecology*, Lewis Publishers, Boca Raton: 509-512.

KIRCHMAN D.L. (1994) - The uptake of inorganic nutrients by heterotrophic bacteria. *Microb. Ecol.*, **28**: 255-271.

NORRMAN B., ZWEIFEL U.L., HOPKINSON C.S. JR, FRY B. (1995) - Production and utilization of dissolved organic carbon during an experimental diatom bloom. *Limnol. Oceanogr.*, **40** (5): 898-907.

PETTINE M., PATROLECCO L., MANGANELLI M., CAPRI S., FARRACE M.G. (1998) - Seasonal variations of dissolved organic matter in the Northern Adriatic Sea. *Mar. Chem.*, **64** (3): 53-169.

PUDDU A., PAGNOTTA R., PATROLECCO L., PETTINE M, ZOPPINI A. (*in stampa*) - Dissolved organic carbon seasonality in the Northern Adriatic and its possible involvment in the aggregate formation. *Atti I Convegno Nazionale delle Scienze del Mare, Ischia (Italia).*

RIVKIN R.B., ANDERSON M.R. (1997) - Inorganic nutrient limitation of oceanic bacterioplankton. *Limnol. Oceanogr.*, **42** (4): 730-740.

SMITH D.C., AZAM F. (1992) - A simple, economical method for measuring bacterial protein synthesis rates in seawater using ^{3}H-leucine. *Mar. Microbial Food Webs,* **6** (2): 107-114.

SUTTLE C.A., CHAN A.M., FUHRMAN J.A. (1991) - Dissolved free amino acids in the Sargasso sea: uptake and respiration rates, turnover times and concentrations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **70**: 189-199.

THINGSTAD T.F., LIGNELL R. (1997) - Theoretical models for the control of bacterial growth rate, abundance, diversity and carbon demand. *Aquat. Microb. Ecol.*, **13**: 19-27.

THINGSTAD T.F., ZWEIFEL U.L., RASSOULZADEGAN F. (1998) - P limitation of heterotrophic bacteria and phytoplankton in the northwest Mediterranean. *Limnol Oceanogr.*, **43** (1): 88-94.

VUKADIN I., STOJANOSKI L. (1976) - C:N:Si:P ratio in the waters of the middle and Adriatic. *Rapp.P.-v Reun. Comm. int. Explor. scient. Mer. Mediterr.*, **23**: 41-43.

ZOHARY T. E ROBARTS R.D. (1998) - Experimental study of microbial P limitation in the eastern Mediterranean. *Limnol. Oceanogr.*, **43** (3): 387-395.

ZOPPINI A., PUDDU A., BACCI C. (1998a) - Bacterial DOC degradation and demand for inorganic nutrients in the Norther Adriatic Sea (Italy). *8th Int. Symp. Microb. Ecol., Halifax, Canada*: 363.

ZOPPINI A., BACCI C., FAZI S., PETTINE M., TANDOI V. (1998b) - Bacterial utilization of different molecular size classes and demend for inorganic nutrients in the Northern Adriatic Sea. *Fresenius Environ. Bull.*, **7** (1A-2A): 42-50.

ZOPPINI A., PETTINE M., TOTTI C., PUDDU A., ARTEGIANI A., PAGNOTTA R. (1995) - Nutrients, standing crop and primary production in *Western coastal waters of the Adriatic Sea. Est. Coastal Shelf Sci.*, **41**: 493-513.

ZWEIFEL U.L., NORRMAN B., HAGSTRÖM A. (1993) - Consumption of dissolved organic carbon by marine bacteria and demand for inorganic nutrients. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **101**: 23-32.

ZWEIFEL U.L., WINKNER J. HAGSTRÖM A., LUNDBERG E., NORRMAN B. (1995) - Dynamics of dissolved organic carbon in a coastal ecosystem. *Limnol. Oceanogr.*, **40** (2): 299-305.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 214-221

P. Del Negro, R.A. Long[1], P. Ramani, C. Welker, A. Puddu[2], S. Fonda Umani, F. Azam[1]

Laboratorio di Biologia Marina, Via Piccard, 54 - 34010 Trieste, Italia.
[1]Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, CA, USA.
[2]Istituto di Ricerca sulle Acque-CNR, Roma.

EFFICIENZA DEL CIRCUITO MICROBICO IN PRESENZA DI MUCILLAGINE

MICROBIAL LOOP EFFICIENCY IN MUCILAGE

Abstract

The aim of this study was to evaluate the efficiency of microbial loop in mucilage. Measurements of bacterial abundance, bacterial production, esoenzymatic activities and planktonic respiration were carried out in the Gulf of Trieste, during August and September 1997 in the bulk water and in the mucus.

Key-words: *microbial loop, esoenzymatic activities, Gulf of Trieste.*

Introduzione

Una delle più recenti ipotesi sull'origine delle mucillagini riguarda la scarsa efficienza nei processi di degradazione dei polisaccaridi (Azam *et al.*, 1999) di cui sono costituite (Marchetti *et al.*, 1989; Faganeli *et al.*, 1995). È noto infatti che la sostanza polimerica viene idrolizzata dagli esoenzimi prodotti dai batteri, unici organismi in grado di recuperare il carbonio contenuto nella sostanza organica disciolta. La liberazione di carboidrati a più basso peso molecolare può, da un lato incrementare l'incorporazione di carbonio da parte dei batteri e, dall'altro, può prevenire l'accumulo di macromolecole in grado di addensarsi e coagularsi per dare origine ad aggregati di grandi dimensioni (Heissenberger *et al.*, 1996). L'attività idrolitica condiziona, quindi, fortemente la persistenza dei polisaccaridi, riducendone drasticamente la concentrazione oppure modificandone radicalmente la composizione. L'invecchiamento della sostanza organica disciolta è accompagnato da una riduzione della degradabilità, conseguente all'idrolisi ed utilizzo delle molecole a più alto contenuto di N e P e ad un successivo accumulo delle molecole più refrattarie (Herndl, 1992; Müller-Niklas *et al.*, 1994). Tali composti potrebbero rappresentare i precursori dei macroaggregati mucillaginosi che sono, infatti, costituiti prevalentemente da galattani (Marchetti *et al.*, 1989), molecole dotate di proprietà geligene specialmente in soluzioni saline (Mori, 1953).

In condizioni di scarsa disponibilità di fosforo inorganico, situazione frequente in alto Adriatico particolarmente dopo periodi di intensa attività biologica, la crescita batterica risulta fortemente ridotta (Thingstad *et al.*, 1997; Zoppini *et al.*, 1998) e pertanto il carbonio organico disciolto (DOC) non viene efficacemente utilizzato. In tali condizioni la fosfatasi alcalina, enzima deputato al recupero di fosforo dal pool della sostanza organica in cui è abbondante, raggiunge attività elevate (dati non pubblicati). Ciò contribuisce ad aumentare la refrattarietà della sostanza organica disciolta.

Durante il 1997 aggregati mucosi di dimensioni considerevoli si sono formati nelle acque dell'alto Adriatico affiorando solamente lungo le coste della Croazia.

La raccolta e l'analisi di campioni naturali di materiale mucillaginoso ha consentito di verificare l'efficienza delle attività batteriche all'interno degli aggregati e nell'acqua circostante, sia in termini di produzione che di attività idrolitiche esplicate, e di analizzarne gli effetti sul ciclo del carbonio.

Materiali e metodi

In una stazione posizionata al centro del Golfo di Trieste sono stati raccolti, in agosto e settembre 1997, campioni d'acqua con bottiglie Niskin in superficie, a 5 m, a 10 m e sul fondo (20 m). Contemporaneamente, in immersione, è stato prelevato, con siringhe sterili, materiale mucillaginoso, presente a 19 m in agosto ed a 11 m in settembre, che presentava caratteristiche dimensionali e morfologiche simili. Prima dell'analisi i campioni di muco sono stati diluiti circa 100x in acqua di mare filtrata su 0.2 μm e sonicati per 30+30 sec aggiungendo 10 μL mL^{-1} di Tween 80. Il muco e l'acqua sono stati sottoposti alla determinazione delle abbondanze batteriche (Porter e Feig, 1980). La produzione batterica è stata misurata mediante incorporazione di ^{3}H-leucina (concentrazione finale 20 nM) dopo incubazioni di 1 h alla temperatura di campionamento ed estrazione per microcentrifugazione (Smith e Azam, 1992). Per esprimere la produzione batterica in termini di carbonio è stato utilizzato un fattore di conversione pari a 3.1 Kg C prodotti per mole di leucina incorporata (Kirchman, 1993). La trasformazione dell'abbondanza batterica in biomassa, effettuata utilizzando un fattore di conversione pari a 20 fgC/cell (Lee e Fuhrman, 1987) e la produzione batterica, hanno consentito il calcolo del tasso specifico di crescita batterica (μ), espresso come incremento giornaliero di biomassa. Le attività enzimatiche extracellulari (ß-glucosidasi, fosfatasi e lipasi) sono state determinate secondo il metodo di Hoppe (1983) utilizzando substrati fluorogenici alla concentrazione finale di 20 μM. Misure di respirazione della comunità planctonica sono state effettuate su subcampioni di 250 mL incubati per 24 h al buio alla temperatura di campionamento. La concentrazione di ossigeno disciolto è stata determinata usando il metodo di Winkler. Il carbonio respirato è stato stimato assumendo un quoziente di respirazione (RQ) pari a 1 come suggerito da Chin-Leo e Benner (1992).

Risultati

In agosto e settembre la colonna d'acqua presentava le condizioni di stratificazione termica tipiche del periodo (Mozetic *et al.*, 1998). Aggregati in forma di filamenti biancastri, di dimensioni comprese tra 2 e 5 cm, erano presenti in agosto nei primi 6 m d'acqua mentre filamenti di dimensioni maggiori (10-15 cm) si distribuivano da 6 a 10 m di profondità. Negli strati prossimi al fondo erano ben visibili aggregati di maggiore consistenza, con dimensioni comprese tra 20 e 50 cm. In settembre piccoli fiocchi (2-10 cm) erano evidenti nei primi 5 m della colonna d'acqua mentre filamenti più compatti e di maggiori dimensioni (30-50 cm) venivano osservati tra i 5 e gli 11 m. Sotto il termoclino i filamenti ed i fiocchi si distribuivano su di un piano parallelo alla superficie e strettamente connessi tra loro in forma di ragnatela. Negli strati di fondo comparivano aggregati di colorazione giallastra e di dimensioni superiori al metro caratterizzati dalla presenza di una estremità arrotondata (comet-shaped, Stachowitsch *et al.*, 1990) e di una coda allungata all'estremità opposta.

Le abbondanze batteriche nell'acqua libera da aggegati hanno raggiunto il valore medio lungo la colonna d'acqua di $1.2 \pm 1.03 \times 10^6$ cell/ml in agosto, con il valore più basso, pari a 0.51×10^6 cell/ml, alla quota di –19 m ove è stato raccolto il campione più consistente di materiale mucillaginoso. In questo campione la densità cellulare è risultata pari a 24×10^6 cell/ml, con un fattore di arricchimento pari a circa 50 rispetto all'acqua circostante. In settembre le abbondanze sono risultate essere sostanzialmente analoghe nella colonna d'acqua ($1.3 \pm 0.52 \times 10^6$) ma più ridotte nel muco (6.4×10^6 cell/ml), campionato a circa 14 m di profondità, con un fattore di arricchimentio rispetto all'acqua circostante pari a 6 (Fig. 1). La produzione batterica (PB) è risultata essere, nella colonna d'acqua, mediamente più elevata in agosto che in settembre (0.79 ± 0.82 e 0.13 ± 0.03 µgC/l/h rispettivamente) e lo stesso andamento si è osservato anche nel muco (7.73 e 3.55 µgC/l/h), con un arricchimento rispetto all'acqua circostante pari a 37 volte in agosto e a 41 in settembre (Fig. 1).

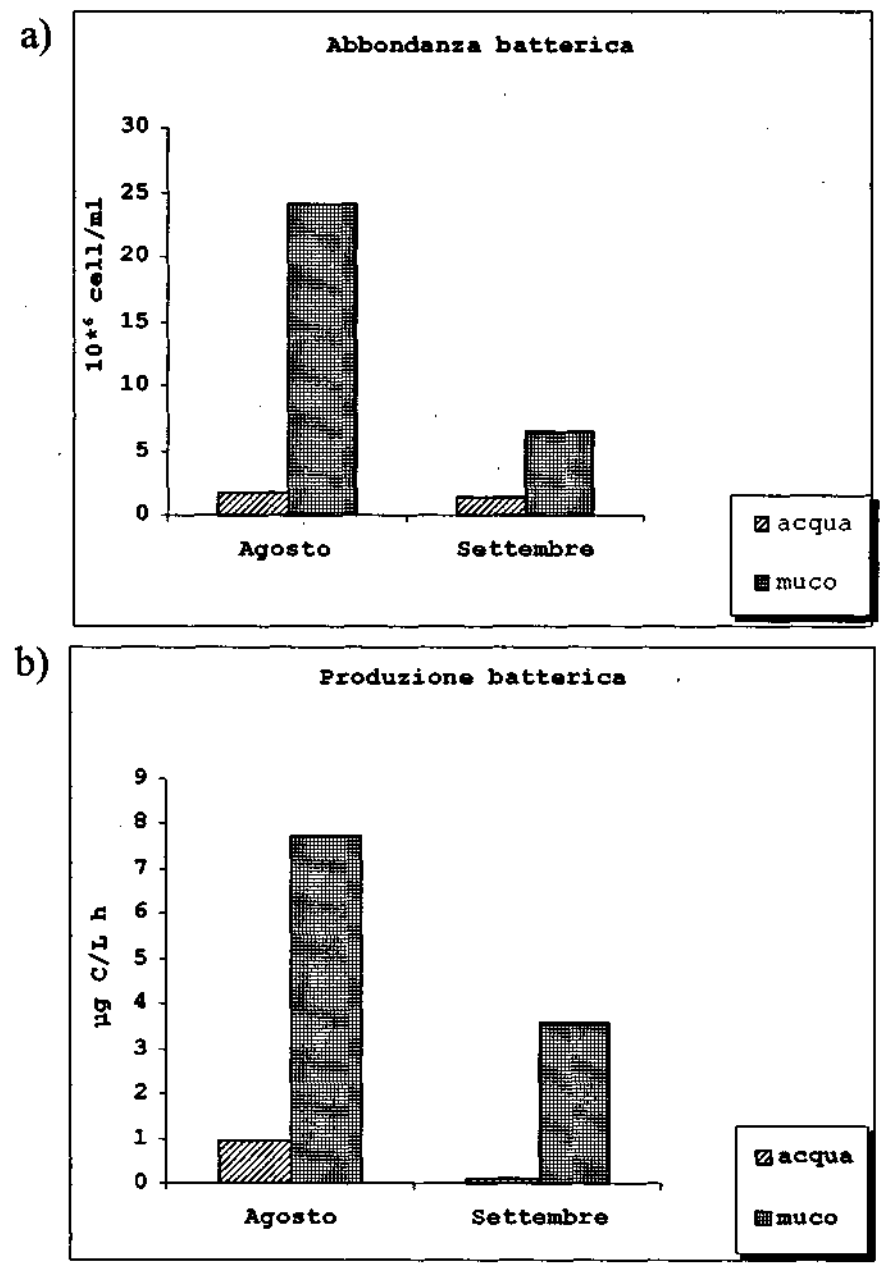


Fig. 1 - Abbondanza batterica (a) e produzione batterica (b) nell'acqua di mare e nel muco.
Bacteria abundance (a) and production (b) in bulk water and mucilage.

Il tasso specifico di crescita batterica (μ) è risultato essere, in agosto, inferiore nel muco (0.33 d^{-1}) rispetto all'acqua circostante (0.40 d^{-1}), mentre in settembre la velocità di crescita dei batteri nel muco (0.51 d^{-1}) è risultata notevolmente superiore a quella misurata nell'acqua circostante (0.10 d^{-1}).

La respirazione, misurata negli aggregati, ha mostrato ad agosto un valore pari a 774 $\mu MO_2/d$, due ordini di grandezza più elevato rispetto a quello misurato nel campione di materiale mucillaginoso raccolto in settembre, pari a 7 $\mu MO_2/d$. La respirazione negli aggregati è in entrambi i periodi notevolmente più elevata rispetto a quella espressa dalla comunità batterica che vive nell'acqua circostante, pari 0.08 e 0.1 $\mu MO_2/d$ rispettivamente in agosto ed in settembre.

L'attività esoenzimatica è sensibilmente maggiore nel muco che nell'acqua in tutto il periodo considerato. Le diverse attività esoenzimatiche raggiungono valori nel muco circa 20-30 volte superiori a quelli espressi nell'acqua, ad eccezione della lipasi (75x) e della fosfatasi (150x) in agosto (Fig. 2).

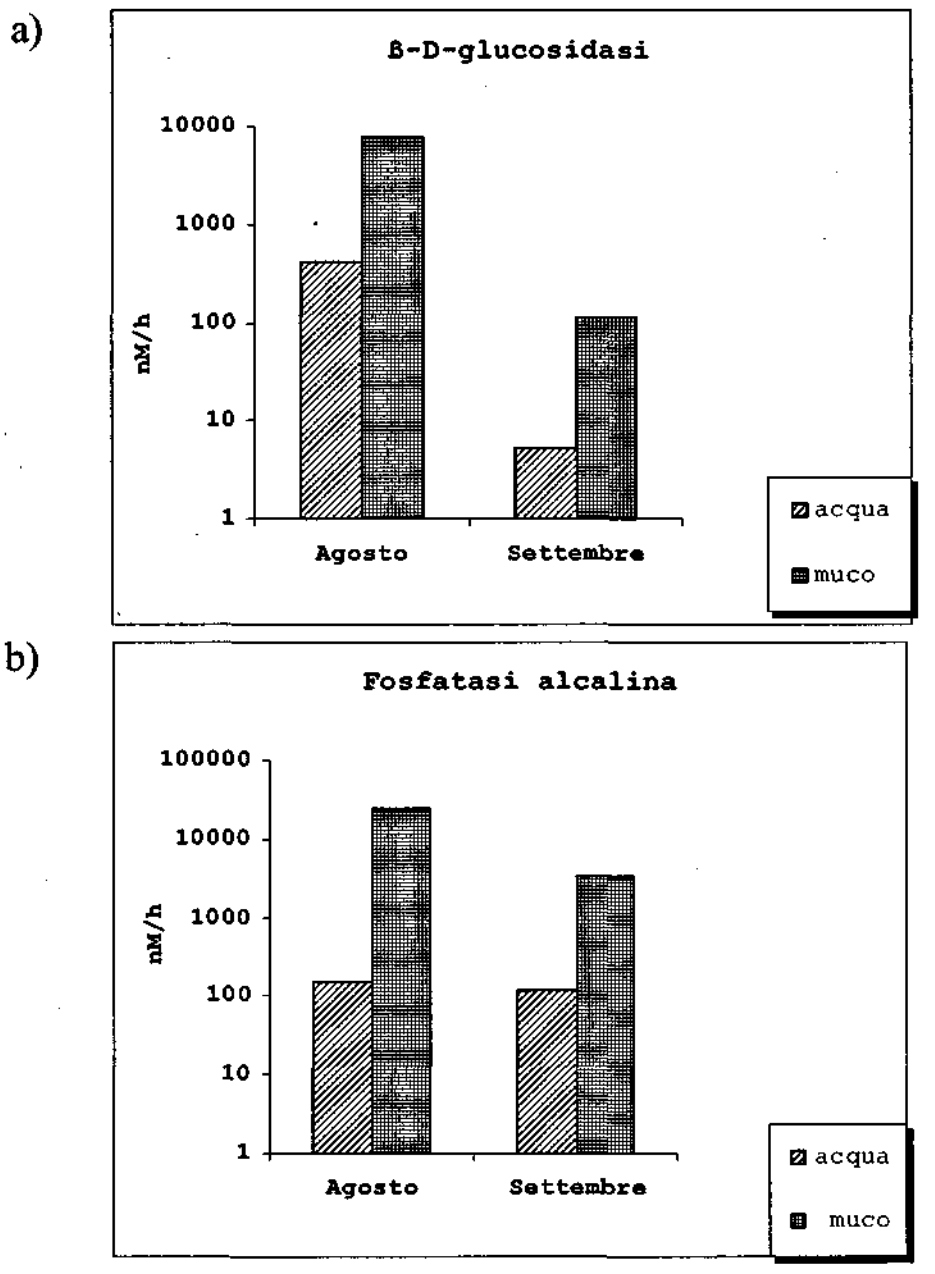


Fig. 2 - Attività esoenzimatica (a, b-glucosidase) e (b, fosfatasi alcalina) nell'acqua di mare e nel muco.
Esoenzimatic activity in bulk water and mucilage.

L'enzima più attivo nel muco risulta sempre la fosfatasi alcalina mentre nell'acqua prevalgono la ß-D-glucosidasi in agosto e la fosfatasi in settembre. Le attività idrolitiche sono generalmente inferiori in settembre quando incrementa solo la lipasi che, nel muco, supera l'attività glucosidasica.

Discussione e conclusioni

Nonostante le incertezze dovute all'esiguo numero di campioni analizzati ed alla inevitabile difficoltà di operare su un materiale disomogeneo, dalle osservazioni effettuate possono essere tratte alcune considerazioni sull'attività dei batteri all'interno degli aggregati, che possono aiutare a comprenderne la natura e l'evoluzione.

Da più Autori è stato già ampiamente dimostrato come gli aggregati, anzichè essere costituiti da semplici associazioni di materiale colloidale inerte, rappresentino siti di intensa attività biologica, microecosistemi all'interno dei quali si realizza un rapido ricircolo di nutrienti inorganici che consentono un esasperato utilizzo della materia organica presente, ad opera soprattutto della componente batterica (Alldredge e Silver, 1988; Azam *et al.*, 1999; Smith *et al.*, 1992; Stachowitsch *et al.*, 1990).

Questa caratteristica emerge anche dai risultati di questa indagine. In una situazione in cui l'acqua circostante gli aggregati presenta valori di abbondanza e produzione batterica sostanzialmente normali per acque costiere moderatamente oligotrofiche, dell'ordine di quanto già osservato sia nel Golfo di Trieste (Del Negro *et al.*, 1996; Turk, 1992) che in Adriatico settentrionale (Puddu *et al.*, 1998), il materiale mucoso raccolto nell'estate del 1997 nel Golfo di Trieste è risultato notevolmente arricchito in batteri. Le percentuali di arricchimento, maggiori in agosto rispetto a settembre, rientrano nell'ampio intervallo di valori (2-133) già rilevato da Herndl (1988) in una delle prime indagini effettuate sugli aggregati mucillaginosi dell'Adriatico settentrionale, che sottolineava come tale variabilità potesse dipendere anche da difficoltà metodologiche. La produzione batterica nel muco risulta, invece, molto più alta rispetto a quanto evidenziato nella neve marina del Golfo di Trieste da Karner e Herndl (1992), che riportano valori compresi tra 0.4 e 0.9 µgC/l h. In quella situazione la produzione batterica degli aggregati risultava da 1 a 4 volte più elevata rispetto alla produzione batterica misurata nell'acqua circostante. Che la produzione batterica in rapporto all'abbondanza possa non essere, negli aggregati, troppo diversa da quanto avviene nella colonna d'acqua, come risulta dalle velocità di crescita specifiche sostanzialmente analoghe in agosto nei due ambienti, e simili a quelli degli aggregati di settembre, è il risultato anche di un'indagine effettuata sulla neve marina oceanica (Alldredge *et al.*, 1986).

Il risultato di gran lunga più interessante emerso da questa indagine è l'elevato consumo di ossigeno da parte del campione di mucillagine raccolto in agosto. L'attendibilità del valore pari a 774 $\mu MO_2/d$, è attestata dal confronto con una recente pubblicazione di Plough *et al.* (1999) che, per la prima volta, hanno misurato con tecnica elettrochimica la respirazione all'interno degli aggregati. Esprimendo la respirazione per unità di cellula batterica si ha che nel campione di Trieste la respirazione specifica è pari a 1.34 10^{-9} $\mu molO_2$ $cell^{-1}$ h^{-1}, analoga a quella che emerge dall'equazione ricavata dai suddetti Autori in base all'osservazione di numerosi aggregati, pari a 3.2 10^{-9} $\mu molO_2$ $cell^{-1}$ supponendo la

stessa abbondanza batterica. Molto più ridotta risulta invece la respirazione nella mucillagine raccolta in settembre, comunque oltre 60 volte più elevata rispetto a quella misurata nell'acqua circostante. L'equivalenza tra moli di O_2 e di C utilizzate per la respirazione (RQ = 1) permette di confrontare la domanda di C espressa dai batteri per la sintesi di nuova biomassa (PB) con quella necessaria per soddisfare i bisogni energetici, permette, cioè, di avere una informazione sull'efficienza di crescita. Nei due campioni di mucillagine esaminati il valore è molto diverso: pari al 30% e quindi "nella norma" per i batteri cosiddetti "free living" nel campione di settembre, pari invece allo 0.1% nel campione di agosto e quindi assolutamente sbilanciato verso la respirazione. Al di là di possibili inesattezze a carattere metodologico per la particolare natura del materiale esaminato, ne deriva l'importante ruolo che deve essere attribuito alla comunità microscopica che colonizza gli aggregati nei processi di circolazione del C particolato.

Altre importanti considerazioni derivano dal confronto tra attività idrolitiche e produzione batterica. La produzione batterica di carbonio nel muco è risultata essere sia in agosto che in settembre circa 40 volte maggiore rispetto a quella misurata in acqua. Tale rapporto viene ampiamente superato in agosto relativamente alla fosfatasi e alla lipasi espresse dai batteri che colonizzano il muco. Ciò è indice di un disaccoppiamento tra attività idrolitiche e trasformazione del substrato in nuova biomassa batterica e rappresenta un meccanismo biochimico che favorisce il trasferimento di nutrienti dalla fase particolata a quella disciolta, favorendo la generazione di substrato "predigerito", facilmente utilizzabile dalla comunità batterica che vive libera nell'acqua circostante gli aggregati (Smith *et al.*, 1992). Inoltre, considerando che le attività batteriche possono essere substrato controllate (Chrost, 1990), si può ritenere che in agosto una forte fosforo limitazione abbia condizionato la comunità batterica del muco a produrre fosforo organico disponibile per la comunità batterica libera nell'acqua (Cho e Azam, 1988). Ciò induce a ritenere che i popolamenti batterici nel muco lavorino efficientemente a loro vantaggio quando la comunità in acqua libera riesce ad autoalimentarsi, mentre costituiscano una preziosa fonte di energia quando le condizioni dell'ambiente acqua diventano limitanti.

Summary

In the past 10 years mucilagine events occured more frequently in the northern Adriatic Sea. In the summer 1997, a mucilage event occured along the Croatian coastline. Many hypotheses have been presented on the mechanism of the mucilage formation, yet to date the cause of mucilagine accumulation remains unknown. One possibility is that this dominantly polysaccharide material accumulates and persists because bacteria activity is too low to degradate it. Bacterial decomposition of mucilage could be limited by phosphorus availability or the inability of attached bacteria to hydrolise the mucilage polysaccharides. Thingstad *et al.*, (1997) have suggested that phosphate may limit bacterial growth in the Mediterranean, and this results in DOC accumulation.

The aim of this study was to evaluate the efficiency of microbial loop in mucilage. Measurements of bacterial abundance, bacterial production, esoenzymatic activities and planktonic respiration were carried out in the Gulf of Trieste, during august and september 1997 in the bulk water and in the mucus. The data suported high metabolic activity and a rapid growth of bacteria inside the mucilage environment. We suggest that bacterial degradation of mucilage is limited by predator control of bacteria abundance rather than nutrient limitation.

Bibliografia

ALLDREDGE A.L., COLE J.J., CARON D.A. (1986) - Production of heterotrophic bacteria inhabiting macroscopic aggregates (marine snow) from surface waters. *Limnol. Oceanogr.*, **31** (1): 68-78.

ALLDREDGE A.L., SILVER M.V. (1988) - Characteristics, dynamics and significance of marine snow. *Prog. Oceanogr.*, **20**: 41-82.

AZAM F., FONDA UMANI S., FUNARI E. (1999) - Role of bacteria in the mucilage phenomenon in the northern Adriatic sea. *Ann. Istituto Superiore Sanità*, **35** (3): 411-419..

CHO B.C., AZAM F. (1988) - Major role of bacteria in biogeochemical fluxes in the ocean's interior. *Nature, Lond.*, **332**: 441-443.

CHIN-LEO G., BENNER R. (1992) - Enhanced bacterioplankton production and respiration at intermediate salinities in the Mississippi River plume. *Mar Ecol. Prog. Ser.*, **87**: 87-103.

CHROST R.J. (1990) - Microbial ectoenzymes in aquatic environments. In: Overbeck J., Chrost R.J. (eds), *Aquatic microbial ecology. Biochemical and molecular approaches,* Springer-Verlag, Berlin: 47-78.

DEL NEGRO P., RAMANI P., MARTECCHINI E., CELIO M. (1996) - Distribuzione annuale del picoplancton in una stazione costiera del Golfo di Trieste. In: Albertelli G., De Maio A., Piccazzo M. (eds), *Atti XI Congresso A.I.O.L.*: 747-756.

HEISSEMBERG A., LEPPARD G.G., HERNDL G.J. (1996) – Relationship between the intracellular integrity and the morphology of the capsular envelope in attached and free-living marine bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**: 4521-4528.

HERNDL G.J. (1988) - Ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea: II. Microbial density and activity in marine snow and its implication to overall pelagic processes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **48**: 265-275.

HERNDL G.J. (1992) - Marine snown in the Northern Adriatic Sea: possible causes and consequences for a shallow ecosystem. *Mar. Microb. Food Webs*, **6** (2): 149-172.

HOPPE H.G. (1983) - Significance of exoenzymatic activities in the ecology of brackish water: measurements by means of methylumbelliferyl-substrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **11**: 299-308.

KARNER M., HERNDL G.J. (1992) - Extracellular enzymatic activity and secondary production in free-living and marine-snown-associated bacteria. *Mar. Biol.*, **113**: 341-347.

KIRCHMAN D.L. (1993) - Leucine incorporation as a measure of biomass production by heterotrophic bacteria. In: Kemp P.F., Sherr B.F., Sherr E.B., Cole J.J. (eds), *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*, Lewis Publishers, Boca Raton, 58: 509-512.

FAGANELI J., KOVAC N., LESKOVŠEK H., PEZDIC J. (1995) - Sources and fluxes of particulate organic matter in shallow coastal waters characterized by summer macroaggregate formation. *Biogeochem.*, **29**: 71-88.

LEE S., FUHRMAN J.A. (1987) - Relationships between biovolume and biomass of naturally derived marine bacterioplankton. *Appl. Env. Microbiol.*, **53**: 1298-1303.

MARCHETTI R., IACOMINI M., TORRI G., FOCHER B. (1989) - Caratterizzazione preliminare degli essudati di origine fitoplanctonica raccolti in Adriatico nell'estate 1989. *Acqua-Aria*, **8**: 883-887.

MORI T. (1953) - Seaweed polysaccharides. In: Hudson C.S. Wolform M.L. (eds), *Advances in Carbohydrate chemistry,* Academic Press. Inc. New York, 8: 315-350.

MOZETIC P., FONDA UMANI S., CATALETTO B., MALEJ A. (1998) - Seasonal and inter-annual plankton variability in the Gulf of Trieste (northern Adriatic). *ICES J. mar. Sci.*, **55**: 711-722.

MÜLLER-NIKLAS S., SCHUSTER S., KALTENBOCK E., HERNDL G.J. (1994) - Organic content and bacterial metabolism in amorphous aggregations of the Northern Adriatic Sea. *Limnol. Oceanogr.*, **39**: 58-68.

PLOUGH H., GROSSART H.P., AZAM F., JORGENSEN B.B. (1999) - Photosynthesis respiration, and carbon turnover in sinking marine snow from surface waters of Southern California Bight: implication for the carbon cycle in ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **179**: 1-11.

PORTER K.G., FEIG Y.S. (1980) - The use of DAPI for identifyng and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, **25**: 943-948.

PUDDU A., LA FERLA R., ALLEGRA A., BACCI C., LOPEZ M., OLIVA F., PIEROTTI C. (1998) - Seasonal and spatial distribution of bacterial production and biomass along a salinity gradient (Northern Adriatic Sea). *Hydrobiologia*, **363**: 271-282.

SMITH D.C., AZAM F. (1992) - A simple, economical method for measuring bacterial protein synthesis rates in seawater using ^{3}H-leucine. *Mar. Microb. Food Webs*, **6**: 107-114.

SMITH D.C., SIMON M., ALLDREDGE A.L., AZAM F. (1992) - Intense hydrolitic enzyme activity on marine aggregates and implications for rapid particle dissolution. *Nature*, **359**: 139-142.

STACHOWITSCH M., FANUKO N., RICHTER M. (1990) - Mucous aggregates in the Adriatic Sea: an owerview of stages and occurrences. P.S.Z.N. 1: *Marine Ecology*, **11** (4): 326-350.

THINGSTAD T.F., HAGSTROM A., RASSOULZADEGAN F. (1997) - Accumulation of degradable DOC in surface waters: Is it caused by malfunctioning microbial loop? *Limnol. Oceanogr.*, **42**: 398-404.

TURK V. (1992) - *Time scale microbial foodweb dynamics in the shallow Gulf of Trieste (North Adriatic)*. Ph.D. Thesis, University of Umea, Sweden.

ZOPPINI A., BACCI C., FAZI S., PETTINE M., TANDOI V. (1998) - Bacterial utilization of different DOC size classes and demand for inorganic nutrients in the northern Adriatic sea. *Fresenius Envir. Bull.*, **7**: 42-50.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 222-232

M. LEONARDI, F. AZZARO, M. AZZARO, F. DECEMBRINI, L.S. MONTICELLI

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

CICLO DELLA SOSTANZA ORGANICA NELL'ECOSISTEMA LAGUNARE DI TINDARI (ME)

ORGANIC MATTER CYCLE IN THE TINDARI ECOSYSTEM LAGOON

Abstract

The Oliveri-Tindari system is composed by a series of coastal ponds, each of them formed in different periods over the last century. The dynamics of some trophic parameters emphasised strong differences among the basins. They showed conditions ranging from oligotrophy to eutrophy in fast time-evolution. Environmental data show both a high heterogeneity and a capacity of self-control of the system, through the turnover of organic matter.

Key-words: *coastal brackish ponds, trophyc condition, physiological indexes.*

Introduzione

L'area lagunare di Tindari (Fig. 1), situata al centro del Golfo di Patti (ME), è un complesso di stagni costieri, formatisi in epoche diverse nell'arco dell'ultimo secolo (Abbruzzese e Aricò, 1955; Amore e Randazzo, in press). Il sistema è caratterizzato da un marcato dinamismo geomorfologico, che ha determinato negli ultimi anni continue modificazioni nel suo assetto topografico, nonché nella sua estensione e nel numero dei bacini (Giacobbe e Leonardi, 1986).

Attualmente l'area ha uno sviluppo lineare di circa 3 Km ed è costituita da sei stagni salmastri di limitata estensione (Superficie Max: 293 m² Stagno Porto Vecchio) e modesta profondità (Prof. Max: 4,20 m Stagno Marinello). Il sistema è delimitato ad est da un cordone sabbioso che racchiude una piccola baia, e ad ovest dalla falesia di Capo Tindari (290 m s.l.m.). La complessità strutturale dell'area ed il reciproco isolamento dei singoli bacini, insieme al progressivo confinamento degli stessi, hanno determinato la diversificazione idrobiologica del sistema (Faranda *et al.*, 1975; Giacobbe *et al.*, 1992; Leonardi *et al.*, 1998). Per quanto riguarda il bilancio idrico, gli stagni descritti in questo lavoro (Marinello, Mergolo della tonnara e Verde), che sono i più confinati, risultano più nettamente condizionati dagli apporti di acque continentali, che non dagli occasionali apporti marini (eccezionali mareggiate).

In particolare lo stagno Marinello, che riceve apporti diretti di acque freatiche (Raimondo e Rossitto, 1978), presenta un carattere più spiccatamente salmastro. Il Mergolo della tonnara, che è completamente isolato dal mare riceve solo apporti di acque meteoriche e presenta un bilancio idrico negativo, caratterizzato da intensi processi di precipitazione carbonatica (Azzaro, 1995). Lo stagno Verde infine riceve principalmente acque di dilavamento, arricchite dalle deiezioni degli uccelli marini che nidificano in gran numero sulla parete della falesia a cui è ridossato.

Nell'intento di approfondire le conoscenze sulle caratteristiche idrobiologiche di questo complesso ecosistema e sui meccanismi intrinseci che regolano gli equilibri fra i comparti trofici, l'Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R. di Messina ha condotto nel corso del 1997 un'indagine integrata del flusso di carbonio nei singoli bacini (P.F. Beni Culturali C.N.R). Nel presente lavoro ven-

gono descritte e confrontate le caratteristiche trofiche dello strato d'acqua superficiale negli stagni Marinello, Mergolo e Verde, nell'intento di analizzare l'evoluzione del ciclo della sostanza organica in contesti edafici diversificati.

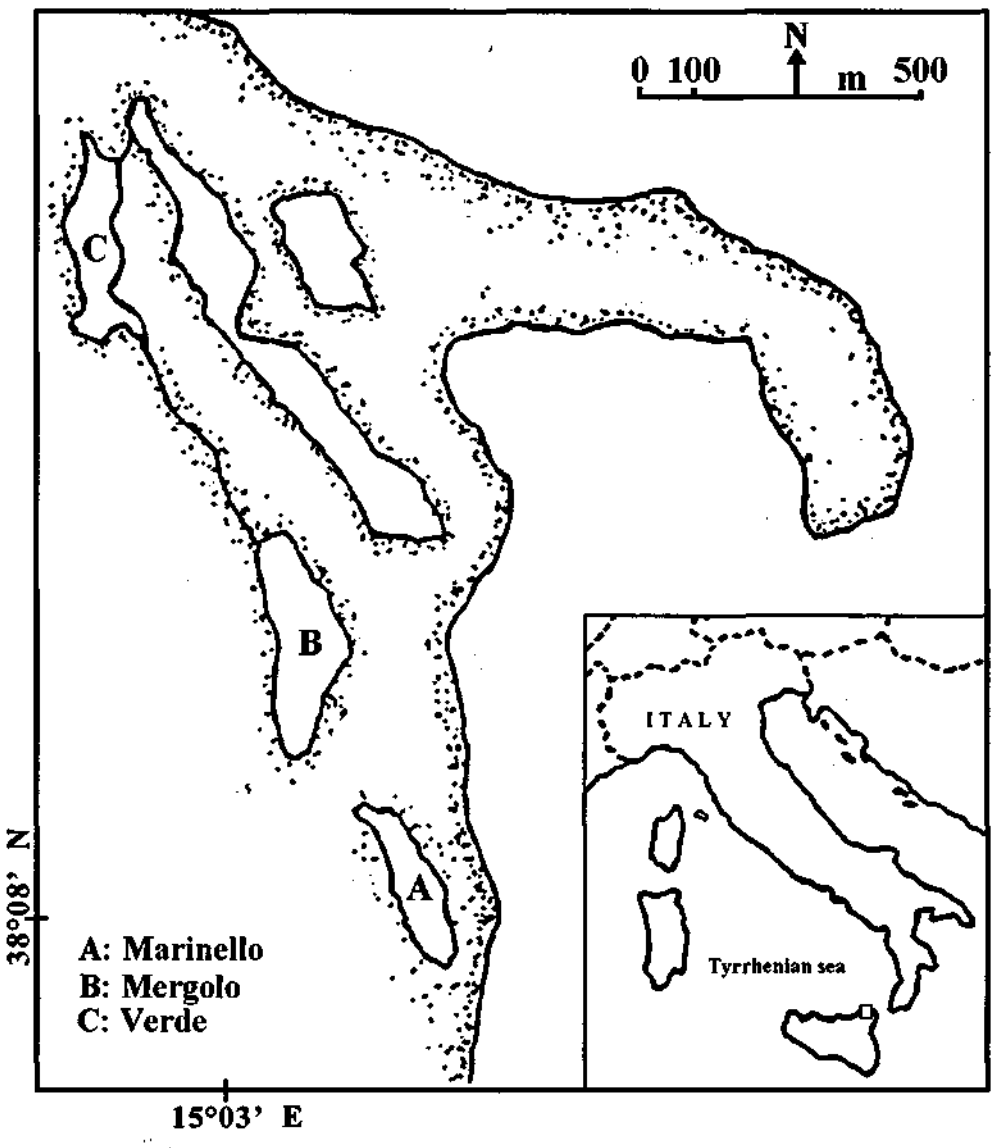


Fig. 1 - Posizione geografica del sistema costiero di Tindari (ME).
Geographical location of Tindari system (ME).

Materiali e metodi

Nei tre bacini prescelti per l'indagine sono stati eseguiti, dal febbraio 1997 al marzo 1998, prelievi mensili di campioni d'acqua dello strato superficiale. Si è ritenuto che, in ragione della scarsa profondità dei bacini (Max 4,20 m), il campione d'acqua superficiale potesse essere considerato rappresentativo dello strato eufotico. Sui campioni prelevati sono stati determinati i principali parametri chimico-fisici (temperatura, salinità, ossigeno disciolto) e trofici (sali nutritivi, clorofilla, carbonio ed azoto organici particellati). È stata stimata anche la carica eterotrofica (UFC) e la potenzialità massima della attività microbica aminopeptidasica (Leu). Inoltre, con cadenza stagionale, sono stati stimati i tassi respiratori (ETS) del microplancton, la produzione primaria, l'abbondanza del batterioplancton totale (TPP) e della biomassa microbica (ATP).

I prelievi dei campioni d'acqua sono stati eseguiti con bottiglie Niskin dalla capacità di 5l.

Le misure di temperatura e salinità, la determinazione dell'ossigeno disciolto e l'analisi dei sali nutritivi (NO_2, NO_3, PO_4) sono state eseguite come riportato da Genovese e Magazzù (1969). Per l'analisi dell'ammoniaca è stata seguita la metodica di Aminot e Chaussepied (1983). Tutte le analisi sono state eseguite utilizzando uno spettrofotometro Perkin-Elmer (mod.lambda 3).

La determinazione del carbonio e dell'azoto organici particellati (POC e PON) è stata eseguita mediante un CHN-Autoanalizer Perkin Elmer 2400, utilizzando acetanilide come standard, ad una temperatura di combustione di 950°C. Campioni volumetrici, concentrati su filtri Whatmann GF/C (calcinati a 490°C per 4 h), sono stati preliminarmente acidificati con vapori di acido cloridrico (8-12 h) per eliminare il carbonio carbonatico.

La concentrazione di clorofilla-a (Chl*a*) è stata determinata per via spettrofluorimetrica su estratto acetonico al 90% del materiale presente sui filtri (Lazzara *et al.*, 1990). La curva di taratura è stata ottenuta per diluizioni successive di Chl*a* da *Anacistis nidulans* (Sigma).

L'ATP microplanctonico (250-0.45mm) è stato valutato mediante la metodica di Holm-Hansen e Pearl (1972) con estrazione del nucleotide in TRIS-EDTA bollente. La conversione dell'ATP in carbonio è stata effettuata utilizzando il fattore di conversione di 250 (Karl, 1980).

Per la determinazione della produzione primaria (PP), aliquote di campione (450 ml) sono state incubate *in situ*, in bottiglie di policarbonato chiare e scure, con una soluzione di $NaH^{14}CO_3$ (attività 15 µCi). Dopo circa 4 ore, i campioni sono stati filtrati su filtri Whatmann GF/F, che sono stati trasferiti in fiale e quindi conservati a -20°C. L'analisi dei campioni è stata eseguita mediante uno scintillatore per liquidi Beckman LS 1801, utilizzando 10 ml di un cocktail di scintillazione ("Aquasol 2" NEN). Il calcolo del carbonio marcato assimilato è stato effettuato come descritto da Saggiomo *et al.* (1990).

Per la stima della carica batterica eterotrofa (UFC), 0,1 ml di campione è stato seminato (spread-plate) su piastre di Marine Agar (DIFCO). Su queste ultime, dopo incubazione di 7 giorni a 20°C, è stato eseguito il conteggio delle colonie sviluppate.

La stima dell'abbondanza del picoplancton totale (TPP)è stata determinata mediante conteggio diretto in microscopia a fluorescenza (Zeiss Axioplan), previo impiego del fluorocromo DAPI (4',6-diamidino-2-phenylindole 2 HCl, Sigma) come descritto in Porter and Feig (1980).

La stima dell'attività aminopeptidasica (Leu), relativa alla componente microbica, è stata eseguita utilizzando il substrato fluorogenico L-leucine-4-methylcoumarinyl-7-amide (Leu-MCA), incubato per 3 ore, con 10 ml di campione, che dopo idrolisi enzimatica rilascia il composto fluorescente MCA secondo il metodo di Hoppe *et al.* (1988). La fluorescenza è stata rilevata mediante lettura allo spettrofluorimetro (Mod. Hitachi F-2000) ed i valori ottenuti sono stati convertiti mediante l'equazione di Lineweaver-Burke, in V-max (Velocità massimale di idrolisi enzimatica).

I tassi respiratori del microplancton sono stati misurati mediante lo studio dell'attività del sistema di trasporto degli elettroni (ETSa), la valutazione è stata eseguita in accordo con la tecnica di riduzione del sale di tetrazolio descritta da Packard (1971) e modificata da Kenner e Ahmed (1975) per le comunità microplanctoniche. I tassi di consumo di ossigeno sono stati corretti per la temperatura *in situ* mediante l'equazione di Arrhenius e successivamente con-

vertititi in tassi di produzione metabolica di anidride carbonica considerando un quoziente respiratorio pari all'unità (Vosjan e Mieuwland, 1987).

Per una migliore comprensione delle dinamiche trofiche, alcuni indici funzionali sono stati ricavati dai parametri esaminati (Tab. 2).

C/N: Il rapporto ponderale fra POC e PON valuta l'incidenza relativa della componente biologicamente attiva del particellato, su quella detritica, che varia in relazione allo stato trofico del sistema (Barange *et al.*,1991; Holligan *et al.*, 1984).

POC/C-Chl*a*: Questo rapporto descrive l'origine del carbonio particellato; valori <50 indicano che il carbonio particellato è quasi completamente di origine autotrofa. Per la trasformazione della clorofilla *a* in carbonio è stato utilizzato un fattore di 40, che è risultato il più aderente al tipo di ambiente studiato ed alle specie fitoplanctoniche presenti.

PP/Chl*a*: Questo rapporto, indicato come Numero di Assimilazione, esprime la capacità di organicazione del carbonio per unità di biomassa autotrofa.

PP/C-ETS: Rappresenta il rapporto giornaliero tra la fotosintesi e la respirazione. Valori >1 indicano ambienti più produttivi (autotrofia); valori <1 indicano un sistema a più elevato consumo (eterotrofia); valori = 1 un ecosistema bilanciato.

POC/C-Leu: Il rapporto tra POC e attività aminopeptidasica esprime il tempo necessario alla componente microbica per idrolizzare il carbonio organico particellato in monomeri. Il calcolo per convertire la velocità di idrolisi dell'aminopeptidasi in C-Leu è stato eseguito secondo Hoppe (1993).

POC/C-ETS: Il rapporto tra il carbonio organico particellato e quello metabolizzato nell'attività respiratoria esprime il tempo di ossidazione totale della sostanza organica particellata in anidride carbonica.

C-Leu/C-ETS: Il rapporto tra l'attività aminopeptidasica e quella respiratoria esprime l'accoppiamento tra i processi di idrolisi (pre-input) e di ossidazione (output).

Risultati

I valori dei parametri esaminati sono riassunti nella tabella 1.

La temperatura presenta, in tutti gli ambienti studiati, un tipico ciclo stagionale, con valori che oscillano tra 9,78°C (Marinello) e 29,11°C (Verde).

Il parametro che meglio descrive la complessità del sistema è la salinità che presenta valori piuttosto bassi ed una marcata variabilità temporale (Marinello: 3,37-32,00; Mergolo: 21,79-32,53; Verde: 19,47-27,21).

Il grado di ossigenazione negli stagni Marinello e Mergolo risulta più elevato nei mesi invernali (rispettivamente O_2 = 7,62 e 7,38 ml/l), in relazione al generalizzato decremento termico. Per contro i valori più bassi sono stati determinati nel periodo estivo (Marinello: 3,72 ml/l; Mergolo: 4,80 ml/l). Nel Verde, peraltro, dove è stato registrato un valore invernale comparabile a quello degli altri due bacini (7,38 ml/l), è stato rilevato il picco massimo (9,67ml/l) in agosto, in concomitanza del bloom fitoplanctonico estivo.

Le più basse concentrazioni di azoto ammoniacale sono state rilevate nello stagno Marinello in tutto il periodo primaverile; il minimo assoluto, pari a 0,05 µM, è stato però determinato in luglio. Interessante notare che nel Mergolo, nello stesso mese è stato misurato il valore massimo (5,55 µM). Nel Verde sono state registrate le più ampie variazioni nella concentrazione di ammoniaca, con valori oscillanti tra 0,38 µM in primavera e 14,64 µM nella stagione invernale.

Tab. 1 - Medie annuali, deviazioni standard, minimi e massimi dei parametri chimico fisici, trofici e microbici negli stagni studiati.
Average, standard deviation, minimum and maximum of physical, chemical, trophyc and biologic parameters in the studied ponds.

	Marinello				Mergolo				Verde			
	media±d.s.	min	max	n	media±d.s.	min	max	n	media±d.s.	min	max	n
T (°C)	18,76±6,34	9,78	27,65	13	18,56±6,58	10,28	28,28	13	18,64±6,64	9,96	29,11	13
S	18,73±7,40	3,37	32,00	13	27,44±2,83	21,79	32,53	13	23,02±1,98	19,47	27,21	13
O_2 (ml / l)	5,73±1,09	3,72	7,62	13	6,00±0,72	4,80	7,38	13	6,49±1,47	4,48	9,67	13
N-NH4 (µM)	1,15±1,58	0,05	2,27	13	1,86±1,50	0,47	5,55	13	3,33±4,51	0,38	14,64	13
N-NO2 (µM)	0,21±0,16	0,10	0,63	13	1,10±1,26	0,12	4,25	13	0,15±0,06	0,04	0,27	13
N-NO3 (µM)	3,57±4,10	0,12	12,37	13	3,96±3,59	0,11	12,27	13	6,56±5,22	0,47	14,55	13
P-PO4 (µM)	0,37±0,25	0,15	0,54	13	0,28±0,11	0,07	0,50	13	0,55±0,56	0,01	2,16	13
POC (µg / l)	307,53±193,21	78,71	610,14	13	148,29±83,75	50,60	335,32	13	2232,1±4640,8	112,48	17288	13
PON (µg / l)	49,58±30,93	12,51	107,50	13	21,45±11,04	12,50	50,81	13	385,39±816,22	20,09	3030,00	13
Chla (µg / l)	1,64±1,85	0,22	7,07	13	0,38±0,16	0,15	0,69	13	23,03±63,56	0,44	233,20	13
C-ATP (µg C / l)	21,50±19,46	5,75	49,00	4	21,50±16,51	7,50	45,00	4	241,50±198,12	23,00	482,00	4
PP (µg C / l / h)	3,03±3,72	0,33	8,42	4	7,44±7,53	1,28	18,02	4	22,21±25,89	0,24	52,19	4
UFC/ml	24000±19000	4600	68000	12	13000±34000	250	120000	12	84000±110000	5100	390000	12
TPP (cell. / ml)	970000±160000	830000	1200000	4	730000±300000	450000	1000000	4	790000±320000	410000	1100000	4
N-LEU (µg N/ l / h)	10,35±15,93	1,86	61,06	13	2,03±1,89	0,49	6,79	13	16,96±18,03	0,01	50,82	13
C-LEU (µg C/ l / h)	53,22±81,90	9,56	313,85	13	10,41±9,73	2,52	34,90	13	87,17±92,69	0,04	261,22	13
C-ETS (µg C/ l / h)	1,16±0,94	0,41	2,49	4	0,87±0,74	0,35	1,97	4	5,53±5,90	0,57	12,98	4

L'ammonio, nel Marinello, è correlato inversamente con la temperatura (r = -0,565; n = 13) e con la salinità (r = -0,647; r = 13); nel Mergolo invece presenta una correlazione positiva con gli stessi parametri. In quest'ultimo bacino l'azoto ammoniacale è correlato significativamente con la maggior parte degli altri parametri (POC r = 0.809, PON r = 0,832, Chl*a* r = 0,534, n = 13), (PP r = 0,822, TPP r = 0,847, ETS r = 0,954; n = 4).

Le concentrazioni di nitrati evidenziano incrementi generalizzati in autunno ed in inverno: i massimi assoluti (14,41 µM, ottobre; 14,55 µM, gennaio) sono stati determinati nel Verde, in condizioni di scarsa biomassa autotrofa. In questo bacino inoltre la concentrazione dei nitrati risulta inversamente correlata con la carica eterotrofica aerobica (r = –0,538; n = 13). Nello stagno Marinello i nitrati risultano nettamente dipendenti dagli apporti di acque dolci, come evidenziato dalla correlazione inversa con i valori di salinità (r = -0,611).

Il composto azotato nitroso ha evidenziato basse concentrazioni negli stagni Marinello e Verde (Tab.1). Per contro nel Mergolo sono stati determinati valori nettamente più elevati che negli altri bacini(max 4,25 µM, gennaio), talvolta anche di oltre un ordine di grandezza.

Gli ortofosfati hanno presentato, in tutti i bacini, concentrazioni inferiori a 0,36 µM, tranne che nei mesi estivi e principalmente nel Verde, in cui è maggiore la presenza di fosforo solubile (max 2,16 µM, agosto). Gli ortofosfati sono sempre correlati con l'attività respiratoria: nel Mergolo (r = 0,988, n = 4) e nel Verde (r = 0,881, n = 4) la correlazione è positiva, mentre nel Marinello è inversa (r = -0,930, n = 4).

L'incidenza di carbonio ed azoto organici nel particellato evidenzia l'eterogeneità trofica del sistema. Nel Mergolo, dove il trofismo è più moderato, i valori di POC e PON oscillano tra minimi di 50,60 µg C/l e 12,50 µg N/l, e massimi di 335,32 µg C/l e 50,81 µg N/l. Valori nettamente più elevati sono stati registrati nel Verde (Max = 17288 µg C/l e 3030 µg N/l), mentre il Marinello ha evidenziato valori intermedi (tab.1). In generale il POC ed il PON hanno andamenti paralleli e sono strettamente correlati fra loro (Marinello r = 0.959; Mergolo r = 0,949; Verde r = 0,999, n = 13). Nel Mergolo i valori di POC e PON risultano correlati con quelli di temperatura (POC r = 0,672, PON r = 0,698 n = 13), salinità (POC r = 0,709, PON r = 0,827, n = 13) ed ossigeno disciolto (POC r = -0,566, PON r = –0,601, n = 13). Per contro negli stagni Marinello e Verde l'incidenza del particellato organico risulta più direttamente influenzata dall'attività biologica che non dalle fluttuazioni stagionali (Marinello: PON-Chl*a* r = 0,641; PON-Leu r = 0,855, POC-UFC r = 0,645; Verde: PON-Chl*a* r = 0,993, POC-ATP r = 0,922, n = 13).

La concentrazione di Chl*a* attiva oscilla fra un minimo di 0,15 µg/l, registrato nel Mergolo in inverno, ed un massimo di 233,0 µg/l rilevato nel Verde in autunno. In quest'ultimo stagno la biomassa autotrofa risulta sempre superiore di un ordine di grandezza (23,03 ± 63,56 µg/l) rispetto agli altri bacini (Marinello: 1,64 ± 1,85 µg/l; Mergolo: 0,38 ± 0,16 µg/l), ed è inoltre significativamente correlata con POC e PON (r = 0,99; n = 13) e con l'attività aminopeptidasica (r = 0,58, n = 13).

I valori di ATP microplanctonico sono compresi tra 5,75 e 482,0 µgC/l, determinati rispettivamente nello stagno Marinello (primavera) e nel Verde (estate). L'andamento temporale di questo parametro risulta analogo a quello della clorofilla, come dimostrano gli alti coefficienti di correlazione (Marinello r = 0,88; Mergolo r = 0,97; Verde r = 0,93; n = 4).

La produzione primaria (PP) risulta generalmente elevata, presentando, negli stagni Marinello, Mergolo e Verde valori medi rispettivamente pari a 3,03 ± 3,72,

7,44 ± 7,53, e 22,21 ± 25,89 µgC/l/h. Il Verde presenta la più alta variabilità, oscillando tra 0,24 (primavera) e 52,19 µgC/l/h (autunno), che rappresentano rispettivamente il minimo ed il massimo assoluti del sistema.

I batteri eterotrofi aerobi variano tra $2,50 \times 10^2$ UFC/ml (Mergolo) e $3,9 \times 10^5$ UFC/ml (Verde). La media annuale più elevata, pari a $8,4 \times 10^4 \pm 1,1 \times 10^5$ UFC/ml, è stata rilevata nel Verde.

L'abbondanza del picoplancton totale è compresa tra $4,10 \times 10^5$ cell./ml (Verde, inverno), e $1,20 \times 10^6$ cell./ml (Marinello, autunno). La media più elevata, pari a $9,7 \times 10^5 \pm 1,6 \times 10^5$ cell./ml, è stata rilevata nello stagno Marinello.

L'attività leucino-aminopeptidasica (C-Leu e N-Leu) presenta forti variazioni stagionali negli stagni Marinello e Verde, ed in minor grado nel Mergolo (Tab. 1). Nei tre bacini l'attività risulta più intensa in primavera ed in estate e nello stagno Verde risulta strettamente correlata con la temperatura, il POC ed il PON.

L'attività respiratoria, espressa come produzione metabolica di CO_2, oscilla tra 0,35 (Mergolo, inverno) e 12,98 µgC/l/h (Verde, estate). I valori massimi sono stati determinati in primavera ed in estate. In tutti i bacini questo parametro è risultato significativamente correlato sia con la clorofilla (Marinello $r = 0,986$; Mergolo $r = 0,940$; Verde $r = 0,948$) che con l'ATP (Marinello $r = 0,792$; Mergolo $r = 0,909$; Verde $r = 0,971$).

Discussione e conclusioni

Il quadro ambientale emerso dall'analisi comparata dei risultati ha consentito di delineare le dinamiche trofiche dello strato superficiale nei tre bacini esaminati. I rapporti fra gli indici trofici (Tab. 2) forniscono infatti informazioni salienti sulle relazioni esistenti fra i vari comparti delle biocenosi planctoniche e quindi sulla fisiologia di questo comparto dell'ecosistema.

Lo stagno Marinello presenta una generale situazione di oligotrofia, caratterizzata da scarse biomasse anche nel comparto eterotrofo. Tuttavia, nel corso del ciclo annuale, l'incremento di alcuni parametri sposta l'equilibrio verso condizioni di mesotrofia (O.E.C.D., 1982).

Le condizioni fisiologiche del comparto primario, descritte dal rapporto PP/Chl*a* (Numero di Assimilazione mgC/mgChl*a*/h) mostrano tassi di assimilazione piuttosto bassi, generalmente inferiori all'unità. Solo in autunno si registra un picco di 8,1, in corrispondenza con il massimo assoluto di PP. Il valore medio (2,52 ± 3,74) risulta più basso di quanto riscontrato mediamente nei mari italiani (Decembrini e Magazzù, 1990).

Il rapporto POC/C-Chl*a*, che esprime la quantità di carbonio nel comparto autotrofo, presenta un valore medio annuale di 4,3. Solo in corrispondenza alle più elevate attività biologiche, (estate ed autunno), quando il carbonio particellato è quasi completamente di origine autotrofa, il rapporto è prossimo all'unità.

L'efficiente attività del comparto autotrofo nel periodo estivo-autunnale, è evidenziata anche dai valori dell'indice C/N compresi fra 6 e 6,3. In primavera si rileva per contro un decremento dei valori di C/N (5,58), probabilmente legato ad una preponderanza dell'attività del comparto eterotrofo.

L'equilibrio tra i processi produttivi e quelli respiratori risulta spostato verso questi ultimi; il rapporto giornaliero tra PP/C-ETS presenta infatti, in questo ambiente, valori inferiori all'unità. Tale condizione si inverte solo in autunno quando l'elevata produzione porta il rapporto a 7,1.

Tab. 2 - Andamenti stagionali dei rapporti trofici e microbiologici negli stagni studiati.
Seasonal evolution of trophyc and microbiologic ratios in the studied ponds.

	Marinello					
	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	media	d.s.
POC/C-chl*a*	6,95	1,66	1,90	6,78	4,32	2,94
ATP/chl*a* (%)	1,74	6,79	3,85	8,81	5,30	3,13
PP/chl*a*	0,25	0,90	8,11	0,81	2,52	3,74
PP/C-ETS (g)	0,15	0,52	7,14	0,94	2,19	3,32
POC/C-ETS (g)	13,33	3,21	5,57	26,29	12,10	10,40
POC/C-leu (h)	1,17	8,61	1,96	16,19	6,98	6,99
C-leu/C-ETS	272,62	8,94	68,19	38,97	97,18	119,44
C/N	5,58	6,00	6,30	7,40	6,32	0,78
FCBT (%)	0,61	1,54	–	0,56	0,90	0,55

	Mergolo					
	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	media	d.s.
POC/C-chl*a*	17,54	12,10	5,98	9,05	11,17	4,93
ATP/chl*a* (%)	12,40	25,97	26,56	16,31	20,31	7,06
PP/chl*a*	12,07	26,00	24,76	3,94	16,69	10,58
PP/C-ETS (g)	2,19	4,56	7,38	1,86	4,00	2,56
POC/C-ETS (g)	10,60	7,08	5,94	14,20	9,46	3,73
POC/C-leu (h)	4,86	19,82	23,39	25,45	18,38	9,31
C-leu/C-ETS	52,28	8,57	6,10	13,39	20,09	21,68
C/N	7,34	6,60	4,34	7,95	6,56	1,58
FCBT (%)	0,07	0,31	–	0,19	0,19	0,12

	Verde					
	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	media	d.s.
POC/C-chl*a*	3,65	3,53	10,42	7,54	6,29	3,33
ATP/chl*a* (%)	17,52	7,75	21,15	31,44	19,47	9,79
PP/chl*a*	1,26	0,45	0,94	1,85	1,13	0,59
PP/C-ETS (g)	0,02	1,37	45,44	0,45	11,82	22,42
POC/C-ETS (g)	5,68	11,28	13,15	23,95	13,52	7,65
POC/C-leu (h)	3,93	19,52	10,87	65,74	25,02	27,89
C-leu/C-ETS	34,71	13,86	29,04	8,74	21,59	12,28
C/N	6,50	5,45	4,40	8,77	6,28	1,87
FCBT (%)	7,89	10,62	–	2,91	7,14	3,91

Occorre comunque sottolineare che, nonostante la rapida velocità di idrolisi registrata in questo ambiente (POC/C-Leu media = 6,98(h) ± 6,99), non sembra che il flusso di carbonio nel ciclo trofico sia assolutamente efficiente. L'alto valore medio del rapporto C-Leu/C-ETS, (97,18 ± 119,44), indica infatti una rallentata utilizzazione del carbonio. In questo squilibrio è possibile ipotizzare un ruolo primario giocato dal DOC, come fonte preferenziale di carbonio da parte della componente microbica.

Lo stagno Mergolo presenta, nei diversi comparti funzionali, il più basso grado di trofia dell'intero sistema studiato, e può quindi essere considerato oligotrofico. È ipotizzabile che l'elevata potenzialità produttiva, sviluppata in condizioni simulate (PP), sia dovuta all'assenza di tutti quei fattori biotici ed edafici che in natura limitano l'assimilazione. È comunque già in programmazione un proseguimento delle indagini, mirate ad una più approfondita analisi del ruolo giocato dai pascolatori nel trasferimento della sostanza organica verso livelli trofici superiori.

La disponibilità energetica per unità di biomassa autotrofa risulta elevata nell'arco dell'anno (ATP/C-Chla 20,31 ± 7,06).

I valori dell'indice C/N, generalmente compresi fra 6 e 8, illustrano una preponderanza del comparto autotrofo durante il ciclo di osservazione, con la solo eccezione del periodo autunnale. Un rapporto C/N maggiore di 8 è stato registrato in febbraio e testimonia una più netta incidenza della componente detritiale. La componente autotrofa rappresenta una frazione importante del carbonio organico particellato (POC/C-Chl*a*), soprattutto nel periodo autunno-inverno, in relazione al consumo di POC operato dalla componente eterotrofa.

L'equilibrio ambientale del bacino viene ben descritto dal rapporto PP/ETS che risulta costantemente superiore all'unità, con una media annuale di 4,0 (± 2,56). Ciò indica la prevalenza di processi produttivi su quelli respiratori, che consente il trasferimento del carbonio organicato ai livelli trofici superiori.

In generale in questo stagno il tasso di ossidazione della sostanza organica particellata risulta più rapido che negli altri due, e mostra un buon accoppiamento con quello di idrolisi (C-Leu/C-ETS = 20,09 ± 21,68).

Gli elevati valori degli indici trofici indicano per lo stagno Verde una condizione di mesotrofia che, in particolari periodi stagionali (estate ed autunno) si spinge fino a livello di eutrofia.

Il pool organico particellato in primavera ed estate risulta costituito prevalentemente da organismi autotrofi, che assumono minore importanza nel periodo autunno-invernale, come si evidenzia dai valori di POC/C-Chla e di C/N.

La biomassa fitoplanctonica ha una disponibilità energetica molto elevata durante l'intero ciclo stagionale (ATP/C-Chl*a* = 19,47 ± 9,79), ma il Numero di Assimilazione mostra un andamento discontinuo e risulta elevato in autunno e bassissimo in primavera ed inverno. Parallelamente il rapporto PP/ETS risulta inferiore all'unità nei periodi di scarsa produzione, si equilibra in estate (1,37), e raggiunge il massimo assoluto in autunno (45,4).

I tempi di turnover respiratorio e proteolitico microbico sono risultati in media più lenti che negli altri bacini, probabilmente in relazione all'elevato carico trofico evidenziato (Tab. 1). Ciò non sembra comunque pregiudicare il buon funzionamento del flusso di materia attraverso il comparto microbico. Infatti, il basso rapporto C-Leu/C-ETS evidenzia un buon accoppiamento dei processi proteolitici e respiratori, indicando che il sistema, sebbene interessato da carichi organici elevati, reagisce con efficacia arginando l'eccesso di produttività (PP/C-ETS).

In conclusione dall'evoluzione dei parametri considerati si coglie l'eterogeneità strutturale del sistema costiero di Tindari (ME), che risulta costituito da entità contigue ma autonome, in grado cioè di sviluppare percorsi trofici diversificati. I singoli bacini mostrano infatti di rispondere in maniera differenziata agli apporti energetici, che peraltro sono peculiari per ciascuno di essi, sia in termini quali-quantitativi, sia in senso spazio-temporale. Quando però si confrontano i bacini attraverso la lettura degli indici funzionali le differenze oggettive vengono smorzate dall'efficienza intrinseca del sistema.

In primavera, al risveglio biologico, si registrano discreti livelli dei tempi di turnover della sostanza organica, soprattutto nello stagno Verde. Nelle stagioni successive, in concomitanza dell'incremento del carico trofico, si osserva una migliore efficienza dei tassi metabolici, mentre nel periodo invernale si registra un generalizzato rallentamento dell'attività biologica.

Il quadro d'insieme che emerge dall'esame delle dinamiche trofiche dei tre bacini sottolinea l'elevata capacità di autoregolazione del sistema, che si riflette sul turnover della sostanza organica.

Summary

The Tindari system, located in the low Tyrrhenian Sea (Gulf of Patti), is constituted of six ponds, each formed in different periods over the last century. This paper reports the results of the trophic condition dynamics, obtained during an annual cycle (1997-98) in the three oldest basins. Data showed conditions changing from oligotrophy to eutrophy which evolved in a rapid time-evolution. Moreover, ratios of trophic parameters provide further information on the physiology and relationships between the functional groups of the ecosystem.

Environmental picture shows a heterogeneity of the system and in the mean time reflects a high capacity of self-control in each ponds through the turnover of organic matter.

Ringraziamenti

Lo studio esposto nel presente lavoro è stato eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato "Beni Culturali", finanziato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Si ringraziano gli anonimi referees per i proficui suggerimenti.

Bibliografia

ABBRUZZESE D., ARICÒ F. (1955) - Osservazioni geomorfologiche e fisico-chimiche sui laghi di Oliveri-Tindari. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **10**: 1-23.

ALCARAZ M., ESTRADA M., FLOS J., FRAGA F. (1985) – Particulate organic carbon and nitrogen and plankton biomass in oligothropic and up-welling system. *Int Symp. Upw. W. Arf., Inst. Inv. Esq., Barcelona,* **1**: 435-448.

AMINOT A., CHAUSSEPIED M. (1983) - *Manuel d'analyses chimiques en milieu marin.* Centre National pour l'Exploration des Oceans: 395 pp.

AMORE C., RANDAZZO G. (in press) - Geographical and geomorphological Evolution of the Marinello-Tindari area (North Sicily). *Journal of Coastal Conservation.*

AZZARO F. (1995) – Osservazioni biennali sull'ecosistema degli stagni costieri di Oliveri-Tindari (Messina): Nutrienti e Clorofilla a. *Atti S.IT.E.,* **16**: 495-497.

BARANGE M., GIUTIERREZ E., FLOS J. (1991) - Variability of particulate organic carbon and nitrogen in the Namibian upwelling system. *Mar. Biol.*, **110**: 409-418.

DECEMBRINI F., MAGAZZÙ G. (1990) - Clorofilla, Numero di Assimilazione e ATP del picoplancton fotosintetico nei mari italiani. *Oebalia*, **16** (1): 443-456.

FARANDA F., GANGEMI G., GUGLIELMO L. (1975) - Nuove condizioni dell'arenile di Oliveri e dei laghetti salmastri Mergolo della Tonnara e Verde (Prime osservazioni). *Atti Soc. Peloritana,* **21**: 15-31.

GENOVESE S., MAGAZZÙ G. (1969) - *Manuale d'analisi per le acque salmastre.* Ed. Universitaria, Messina: 134 pp.

GIACOBBE M.G., MAIMONÈ G., AZZARO F. (1992) - Distribuzione del fitoplancton in un'area salmastra della Sicilia Nord-orientale. *Giorn. Bot. Ital.*, **126** (3-4): 531-547.

GIACOBBE S. LEONARDI M. (1986) - L'area lagunare di Oliveri-Tindari: Sue variazioni morfologiche recenti ed evoluzione dei popolamenti a molluschi. *Atti VII Congresso A.I.O.L.*: 355-366.

HOLM-HANSEN O., PAERL H.W. (1972) - The applicability of ATP determination for estimation of microbial biomass and metabolic activity. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **29** (Suppl): 149-168.

HOLLIGAN P.M., HARRIS R.C., NEWELL R.C., HARBOUR D.S., HEAD R.N., LINLEY E.A.S., LUCAS M.I., TRANTER P.R.G., WEEKLEY C.M. (1984) - Vertical distribution and partioning of organic carbon in mixed frontal and stratified water in English Channel. *Mar Ecol. Progr. Ser.*, **14**: 111-127.

HOPPE H.G. (1993) - Use of fluorogenic model substrates for extracellular enzyme activity (EEA) measurement of bacteria. In: Kemp P.F., Sherr B.F. and Cole J.J. (eds), *Handbook of methodsin aquatic microbial ecology,* Lewis Publishers, Boca Raton: 423-431 pp.

HOPPE H.G., KIM S.J., GOCKE K. (1988) - Microbial decomposition in aquatic environments: combined process of extracellular enzyme activity and substrate uptake. *Appl. Environ. Microbiol.*, **54**: 784-790.

KARL D.M. (1980) - Cellular nucleotide measurements and applications in microbial ecology. *Microbiol Rev*, **44**: 739-796.

KENNER R.A., AHMED S.J. (1975) - Measurement of electron transport activities in marine phytoplankton. *Mar. Biol.*, **33**: 119-128.

LAZZARA L., BIANCHI F., FALCUCCI M., HULL V., MODIGH M., RIBERA D'ALCALÀ M. (1990) - Pigmenti clorofilliani. *Nova Thalassia*, **11**: 207-223.

LEONARDI M., CARUSO G., MONTICELLI L.S., ZACCONE R. (1998) - Spatial and temporal variations of microbial processes on organic matter in Oliveri-Tindari coastal ponds (Sicily, Italy). In: A. Farina, J. Kennedy, V. Bossù (eds), *Proceeding of the VII International Congress of Ecology, 19-25 July 1998, Firenze-Italy*: 253.

O.E.C.D. (1982) - Eutrophication of waters. In: Vollenweider R.A. and Kerekes J.J. (eds), *Monitoring, assessment and control,* OECD, Parigi: 82.

PACKARD T.T. (1977) - The measurement of respiratory electron transport system in marine phytoplankton. *J. mar. Res.*, **29**: 235-244.

PORTER K.G., FEIG Y.S. (1980) - The use of Dapi for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, **25**: 943-948.

RAIMONDO F., ROSSITTO M. (1978) - La vegetazione della laguna e dell'arenile di Oliveri-Tindari (Messina) e problemi relativi alla sua tutela. *Giorn. Bot. Ital.*, **112** (4): 309-310.

SAGGIOMO V., MAGAZZÙ G., MODIGH M., DECEMBRINI F. (1990) – Produzione del fitoplancton. *Nova Thalassia*, **11**: 231-244.

VOSJAN J. H., MIEUWLAND G. (1987) - Microbial biomass and respiratory activity in the surface waters of the east Banda Sea and northwest Arafura Sea (Indonesia) at the time of the southeast monsoon. *Limnol. Oceanogr.*, **32** (3): 767-775.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 233-238

E. MANINI, C. GAMBI, R. DANOVARO, M. FABIANO[1]

Istituto Scienze del Mare, Università di Ancona, Via Brecce Bianche - 60131, Ancona, Italia.
[1] Dipartimento del Territorio e delle sue Risorse (DIP.TE.RIS),
Via Benedetto XV, 3 - 16100, Genova, Italia.

MEIOBENTHIC GRAZING RATES ON BACTERIA AND MICROPHYTOBENTHOS IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA: PRELIMINARY RESULTS

TASSI DI PREDAZIONE DELLA MEIOFAUNA SU BATTERI E MICROFITOBENTHOS IN UN'AREA DEL MAR ADRIATICO SETTENTRIONALE: RISULTATI PRELIMINARI

Abstract

Meiofaunal grazing rates on bacteria and microphytobenthos were measured in situ using double radioisotope labelling (^{3}H-leucine and ^{14}C-bicarbonate) in June 1997 and February 1998, in the north-western Adriatic Sea. Meiofaunal grazing displayed about double values in summer than in winter and predatory pressure on microphytobenthos was highest in coastal sediments where about 5% of the microphytobenthos biomass was grazed hourly.

Key-words: *meiofaunal grazing, microphytobenthos, bacteria.*

Introduction

Meiofauna have the ability to absorb dissolved organic matter, eat particulate organic matter and predate other temporary and permanent meiofauna (Giere, 1993), but the behaviour of most metazoan meiofauna is adapted to pick specific microbial food items (e.g., microalgae, bacteria and protozoans; Montagna *et al.*, 1983). Such predation on microflora as been defined "grazing" activity and has been estimated as microbial biomass consumed by meiofauna per unit of time (Montagna, 1984; Decho, 1988; Blanchard, 1991). Benthic bacteria and microphytobenthos density and distribution might affect meiofauna grazing rates (Decho, 1988; Montagna and Yoon, 1991). Despite the potential relevance of meiofaunal grazing rates for the functioning and energy transfer within the benthic food web, little information is available on the impact of meiofaunal grazing on natural microbial assemblages (Montagna, 1984). This is largely due to the difficulty of applying *in situ* techniques to measure grazing rate. The labelling technique is actually the best tool for such kind of studies as radioactive tracer is introduced to measure synoptically microbial uptake of the tracer and meiofaunal grazing. In addition, the use dual-labels allows to measure grazing on both microalgae and heterotrophic bacteria (Montagna, 1993). The aims of this study are: 1) to estimate the role of meiofaunal grazing in transferring microbial carbon into food webs; 2) to investigate the role of different meiofaunal taxa (nematodes, harpacticoid copepods and polychaetes) in the bacteria and microphytobenthos grazing and 3) to gather information on the selectivity of meiofaunal assemblages towards the different trophic sources (i.e. bacteria and microphytobenthos).

Materials and methods

Sampling strategy and sediment sampling

The investigated area (the northern-western Adriatic Sea), is characterised by the presence of a frontal system due to the Po river plume, which is expected to enhance primary production inducing a significant benthic response (Josenfson and Conley, 1997). Sediment sampling was carried out in the frame of the programme PRISMA 2 on board of the R/V Urania, in June 1997 and February 1998. In both cruises, a transect of 3 stations was de-fined according to the front position: 1 coastal station, 1 station crossing the front and 1 off shore station. Undisturbed sediment samples were collected using a multiple corer (Mod. Midi, n = 4 with 5.7 and 9.5 cm inner diameter). Only the top 1-cm of the sediment, where more than 50-70% of total meiofauna are concentrated (Gambi, 1998), is considered in the present study. Sediment characteristics in both sampling periods are summarised in Table 1.

Tab. 1 - Season, water depth, location, temperature, salinity and grain size.
Periodi e stazioni campionate, batimetria, coordinate di locazione, temperatura, salinità ed analisi granulometrica.

	Station	Depth	Longitude	Latitude	T	S	Sand
June		m			°C	‰	%
	Coast	12,2	13°10'27"	43°46'56"	19	35,7	89,8
	Front	29,2	13°16'09"	43°52'39"	14	37,6	6,7
	Open sea	53,8	13°21'37"	43°56'55"	14	37,9	32,4
February							
	Coast	11,9	13°15'05"	43°44'20	10	35,4	62,1
	Front	19,2	13°18'97"	43°46'56"	10	37,9	11,5
	Open sea	56,2	13°27'75"	43°53'35"	11	38,4	4,8

Measurements of biomass

Bacteria and microphytobenthos biomass were measured on subsamples collected from the same cores utilised for the grazing experiments. For bacterial analyses, 3 replicate subsamples (about 0.5 g) were taken and preserved with 5.0 ml of buffered formalin solution (2% final concentration). Direct cell count was obtained by Acridine Orange epifluorescence microscopy (Danovaro *et al.*, 1994). Cell biomass was determined assuming a conversion factor 20 fgC $cell^{-1}$. Chlorophyll-a analyses were carried out according to Lorenzen and Jeffrey (1980). Chlorophyll-a concentration was converted to C content assuming a C: Chl-a ratio of 30 (De Jonge, 1980) and microphytobenthos biomass was expressed as µgC × sample. Each sample is equivalent to 25 ml of sediment added with prefiltered seawater to a final volume of 50 ml.

Microbial production

Bacterial secondary production and microphytobenthos primary production were measured from the same cores used in the grazing study. Bacterial production was measured using the ^{3}H-Leucine incorporation method (Simon and Azam, 1989) following the procedure for sediments described by Van Duyl and Kop (1994)

with a few adaptations. Microphytobenthos primary production was calculated multiplying by a factor of 5 the chlorophyll-a concentration.

Primary and secondary production are expressed as dpm sample^{-1} h^{-1}.

Meiofaunal grazing rates

Meiofaunal grazing rates on bacteria and microalgae were measured by incubating sediment with two radiolabelled substrates as suggested by Montagna (1983). Bacteria are labelled with the [methyl-^{3}H] Leucine via protein synthesis, and microalgae are labelled with ^{14}C bicarbonate via photosynthesis. The samples (3 replicates) were incubated *in situ* temperature and ambient light conditions for 1 hours. The inhibitor control samples (3 replicates), used to correct for non-grazing label uptake by meiofauna, were saturated with a solution of nalidixic acid plus leucine to inhibit prokaryotic incorporation of ^{3}H-Leucine and is incubated in the dark to inhibit photosynthetic fixation of $^{14}C0_2$. The killed control was used to distinguish between label uptake due to absorption and adsorption by meiofauna in the control treatment. The killed control was subtracted to the inhibitor control to quantify meiofaunal absorption of radiolabelled substrates. Meiofauna sorting was performed under a stereomicroscope. Nematodes, harpacticoid copepods and polychaetes were withdrawn and placed into scintillation vials, avoiding to introduce diatoms and detritus. Meiofauna counts were reported to number of individuals per sample. Dpm are counted from all samples using Packard, Tri-Carb 2100 TR scintillator.

Meiofaunal grazing rates (G) on microalgae and bacteria were estimated as follows:

$$G = 2F/t$$

where: $F = M/B$

F is the fraction of label uptake in Meiofauna (M) relative to microalgae or bacteria (B) in a time $t = 1$ h. Both M and B are corrected using controls.

Results and discussion

Microbial biomass and meiofaunal density

Microbial biomass and meiofaunal density did not display significant differences between seasons or stations (t-test $P>0.05$; Table 2). Bacterial biomass displayed similar values in summer (on average 143.8 ± 22.9 µgC sample^{-1}) and in winter (on average 138.6 ± 30.3 µgC sample^{-1}). Similarly, microphytobenthic biomass, ranged between 1814.0 ± 1010.2 and 2199.6 ± 610.6 µgC sample^{-1} in summer and in winter, respectively, indicating that temperature had a limited influence on microbial dynamics. Total meiofauna density displayed a similar spatial distribution in both sampling periods (1322.6 ± 220.4 vs 1247.5 ± 577.6 ind. sample^{-1}, in summer and winter respectively) generally decreasing from coastal stations to open sea. This pattern is in agreement with most studies on meiofauna (Higgins and Thiel, 1988). Meiofauna displayed a typical assemblage structure, with nematodes representing the dominant taxon (accounting for 70% and 87% of total meiofaunal density in summer in winter), followed by harpacticoid (12%-4%, respectively) and polychaetes (3%-1%, respectively). The 3 taxa considered in this study (i.e., nematodes, copepods and polychaetes) accounted on average for about 90% of the total meiofaunal density.

Microbial production and meiofaunal grazing rates

Bacterial production in summer increased from coast to open sea, whereas in winter showed higher values in frontal and open sea stations (on average 748.5 ± 145.6 and 699.7 ± 164.0 × 10^3 dpm sample^{-1} h^{-1}, in summer and in winter respectively). Primary production in both periods, increased from coast to open sea, ranging on average 165.1 ± 41.1 and 200.2 ± 44.0 × 10^3 dpm sample^{-1} h^{-1} in summer and in winter respectively. These values, as indicated by the high grazing rates in coastal stations (see below) might be due to the top-down control due to meiofauna over microphytobenthos. Seasonal and spatial differences in bacterial and microphytobenthic production were not significant (t-test, ns, Table 2), confirming the results reported for microbial biomass.

The uptake due to non-grazing and non-living processes, (i.e. absorption process), was equivalent to about 15-20% of total uptake for nematodes and harpacticoids and about 2-5% for polychaetes. Individual and total grazing rates of nematodes, copepods and polychaetes on bacteria and microphytobenthos are reported in Table 3 and 4. In both seasons, both individual and total grazing rates strongly decreased, for all taxa, from the coast to the open sea. In summer, nematodes and polychaetes presented a grazing rate on microphytobenthos about double than the on bacteria, whereas copepods showed the same rates for both components. By contrast, in winter, all meiofaunal taxa generally displayed a higher, though not significantly different, grazing rate on bacteria. In both periods, polychaetes exhibited the highest individual grazing rates, followed by harpacticoid copepods and nematodes, while at the community level polychaetes grazing rates were still dominant but were followed by nematodes and copepods. However, due to the high variability of the grazing rates for all taxa, differences were in most cases not significant. Microphytobenthos was the principal source of microbial food ingested by the meiofaunal community. On average 8.5-60.3 mgC microphytobenthos h^{-1} were ingested in winter and summer respectively, whereas 0.3-0.6 mgC bacteria h^{-1} were ingested in winter and summer respectively by total meiofauna analysed. On average about 1.6-0.4% (summer vs winter) of the total microphytobenthic biomass and 0.4-0.3% (summer vs winter) of the bacterial biomass was removed per hour. These data suggest the presence of seasonal differences with higher predatory pressure in summer. Moreover, coastal sediments appeared to be more heavily top-down controlled by meiofaunal grazing as at coastal stations in summer about 5% of microphytobenthic biomass was removed hourly.

Riassunto

I tassi di predazione della meiofauna su batteri e microfitobenthos sono stati misurati *in situ* utilizzando una tecnica radioisotopica doppia (^{3}H-leucina e ^{14}C-bicarbonato) in giugno 1997 e febbraio 1998 in un'area del Mare Adriatico settentrionale. I tassi di predazione meiobentonica erano circa doppi in estate rispetto all'inverno e la pressione predatoria sul microfitobenthos era massima nei sedimenti costieri dove circa il 5% della biomassa microfitobentonica era rimosso ogni ora.

Acknowledgements

The authors would like to thank the crew of the R/V URANIA for help during sampling, A. Pusceddu, A. Dell'Anno, and M. Armeni for providing comments on the early draft of the manuscript.

Tab. 2 - Meiofaunal abundance (ind. sample^{-1}), microphytobenthic and bacteria biomass (µgC sample^{-1}), microphytobenthic and bacteria production (µgC sample^{-1}), in different stations at both sampling periods.

Abbondanza della meiofauna (ind. campione^{-1}), biomassa microfitobentonica e batterica (µgC campione^{-1}), produzione microfitobentonica e batterica (µgC campione^{-1}), nelle stazioni campionate in entrambi i periodi.

	Coast				Front				Open sea				Average			
	June		February		June		February		June		February		June		February	
Density		std		std		std		std		std		std		se		se
Meiofauna tot.	1645,8	450,0	2373,3	231,8	911,8	595,0	801,4	110,7	1410,1	1438,0	567,7	361,8	1322,6	220,4	1247,5	577,6
Nematodes	1194,1	441,0	2214,2	276,4	533,0	308,8	736,8	141,4	1096,5	1169,1	425,0	309,1	941,2	209,9	1125,3	562,2
Harpacticoids	195,5	62,5	95,1	44,4	159,4	120,0	22,9	13,8	69,1	67,4	56,3	26,0	141,3	38,3	58,1	21,3
Polychaetes	56,6	25,8	23,6	4,8	37,8	10,5	7,6	3,9	23,3	22,6	11,8	20,4	39,2	9,8	14,4	4,9
Biomass		std		std		std		std		std		std		se		se
Microphytobenthos	3792,8	475,9	2141,2	234,5	936,5	223,9	3265,7	285,8	712,8	48,1	1192,0	97,5	1814,0	1010,2	2199,6	610,6
Bacteria	131,4	18,4	106,6	27,8	187,5	39,5	111,2	30,3	112,5	8,4	197,9	50,1	143,8	22,9	138,6	30,3
Production		std		std		std		std		std		std		se		se
Microphytobenthos	110,9	20,6	150,0	72,4	167,3	59,1	221,7	51,3	217,2	43,6	228,8	8,2	165,1	41,1	200,2	44,0
Bacteria	461,8	40,6	427,6	151,4	788,6	228,0	760,6	262,3	995,2	168,1	715,5	151,8	748,5	145,6	699,7	164,0

Tab. 3 - Individual grazing (x10^{-5} h^{-1}) of the different taxa on microphytobenthos and bacteria in different stations at both sampling periods.

Grazing dei differenti taxa su microfitobenthos e batteri, espresso per singolo individuo (x10^{-5} h^{-1}) nelle stazioni campionate in entrambi i periodi.

	Coast				Front				Open sea				Average			
	June		February		June		February		June		February		June		February	
Microphytobenthos		std		std		std		std		std		std		se		se
Nematodes	0,720	0,139	0,284	0,358	0,054	0,025	0,004	0,005	0,007	0,001	0,216	0,273	0,260	0,235	0,168	0,086
Harpacticoids	2,304	0,445	1,251	1,579	0,562	0,258	0,432	0,545	0,057	0,009	0,270	0,341	0,974	0,693	0,651	0,309
Polychaetes	109,183	21,079	67,927	85,727	0,485	0,223	1,958	2,471	0,215	0,035	0,958	1,209	36,628	36,962	23,614	22,576
Bacteria		std		std		std		std		std		std		se		se
Nematodes	0,425	0,056	0,434	0,784	0,061	0,000	0,003	0,003	0,005	0,051	0,197	0,222	0,164	0,134	0,211	0,127
Harpacticoids	2,286	0,248	2,495	4,506	0,412	0,204	0,248	0,245	0,100	0,064	0,220	0,248	0,933	0,696	0,988	0,768
Polychaetes	50,225	13,495	101,226	182,860	0,143	0,020	3,719	3,669	0,039	0,227	0,267	0,301	16,802	17,026	35,071	33,717

Tab.4 - Total grazing (x10^{-2} h^{-1}) of the different taxa on microphytobenthos and bacteria in different stations at both sampling periods.

Grazing dei differenti taxa su microfitobenthos e batteri, espresso sul totale individui (x10^{-2} h^{-1}) nelle stazioni campionate in entrambi i periodi.

	Coast				Front				Open sea				Average			
	June		February		June		February		June		February		June		February	
Microphytobenthos		std		std		std		std		std		std		se		se
Nematodes	0,860	0,166	0,628	0,793	0,029	0,013	0,003	0,004	0,007	0,001	0,092	0,116	0,299	0,286	0,241	0,199
Harpacticoids	0,450	0,087	0,119	0,150	0,090	0,041	0,010	0,012	0,004	0,001	0,015	0,019	0,181	0,139	0,048	0,036
Polychaetes	6,179	1,193	1,604	2,024	0,018	0,008	0,015	0,019	0,005	0,001	0,011	0,014	2,068	2,095	0,543	0,540
Bacteria		std		std		std		std		std		std		se		se
Nematodes	0,508	0,067	0,961	1,735	0,032	0,000	0,002	0,002	0,006	0,056	0,084	0,094	0,182	0,166	0,349	0,313
Harpacticoids	0,447	0,049	0,237	0,429	0,066	0,033	0,006	0,006	0,007	0,004	0,012	0,014	0,173	0,141	0,085	0,078
Polychaetes	2,843	0,764	2,390	4,318	0,005	0,001	0,028	0,028	0,001	0,005	0,003	0,004	0,950	0,964	0,807	0,806

References

BLANCHARD G.F. (1991) - Measurement of meiofauna grazing rates on microphytobenthos: is primary production a limiting factor? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **147**: 37-46.

DANOVARO R., FABIANO M., BOYER M. (1994) - Seasonal changes of benthic bacteria in a seagrass bed (*Posidonia oceanica*) of the Ligurian sea in relation to origin composition and fate of the sediment organic matter. *Mar. Biol.*, **119**: 489-500.

DECHO A.W. (1988) - How do harpacticoid grazing rates differ over a tidal cycle? Field verification using chlorophyll-pigment analyses. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **45**: 263-270.

DE JONGE V.E. (1980) - Fluctuations in the organic carbon to chlorophyll-a ratios for estuarine benthic diatom populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **2**: 345-353.

GAMBI C. (1998) - *Risposta della meiofauna alla presenza di sistemi frontali nell'alto e medio Adriatico*. Tesi di laurea, Università di Ancona: 125 pp.

GIERE O. (1993) - *Meiobenthology. The microscopic fauna in aquatic sediments.* Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 328 pp.

HIGGINS R.P., THIEL H. (1988) - *Introduction to the study of meiofauna.* Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. London: 465 pp.

JOSENFSON A.B., CONLEY D.J. (1997) - Benthic response to a pelagic front. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **147**: 49-62.

LORENZEN C., JEFFREY J. (1980) - Determination of chlorophyll in sea water. *Tech. Pap. In Sci. (UNESCO)*, **35**: 1-20.

MONTAGNA P.A. (1983) - Live controls for radioisotope food chain experiments using meiofauna. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **12**: 43-46.

MONTAGNA P.A. (1984) - *In situ* measurement of meiobenthic grazing rates on sediment bacteria and edaphic diatoms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **18**: 119-130.

MONTAGNA P.A. (1993) - Radioisotope technique to quantity *in situ* microbivory by meiofauna in sediments. In: Kemp P.F., Sherr B.F., Sherr E.B., Cole J.J. (eds), *Handbook of methods in Aquatic microbial ecology*, Lewis Publishers, U.S.A.: 745-753.

MONTAGNA P.A., COULL B.C., HERRING T.L., DUDLEY B.W. (1983) - The relationship between abundances of meiofauna and their suspected microbial food (diatoms and bacteria). *Estuar., Coast. and Shelf Sci.*, **17**: 381-394.

MONTAGNA P.A., YOON W.B. (1991) - The effect of freshwater inflow on meiofaunal consumption of sediment bacteria and microphytobenthos in San Antonio Bay, Texas, U.S.A. *Estuar., Coast. and Shelf Sci.*, **33**: 529-547.

SIMON M., AZAM F. (1989) - Protein content and protein synthesis rates of planktonic marine bacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **51**: 201-213.

VAN DUYL F.C., KOOP A.J. (1994) - Bacterial production in North sea sediments: clues to seasonal and spatial variations. *Mar. Biol.*, **120**: 323-337.

This work was financially supported by murst, confin 99.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 239-246

T. La Rosa, S. Mirto, R. Danovaro [1], M. Fabiano [2], A. Manganaro [3], T. Maugeri [3], A. Mazzola

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi 18 - 90123 Palermo, Italia.
[1]Dip. di Zoologia, Università di Bari, Italia.
[2]Dip. del Territorio e delle Risorse, Università di Genova, Italia.
[3]Dip. di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Italia.

MEIOFAUNA AND BENTHIC MICROBIAL BIOMASS IN RELATION TO ORGANIC MATTER CONTENT IN A STRONG BIODEPOSITIONAL SYSTEM

RISPOSTA DELLA MEIOFAUNA E BIOMASSA MICROBICA BENTONICA ALLA BIODEPOSIZIONE

Abstract

Microbial and meiofaunal dynamics and their relationships with the biochemical composition of the sediment organic matter, were monitored in a strong biodepositional system, affected by intensive fish farming. Sediment samples were collected on a monthly basis from March to October 1997 at two stations (Control and Cage station) of the Gaeta Gulf (Tyrrhenian Sea). Despite the protein dominance, sediment lipids appeared significantly increased under the Cage. As a result, benthic microbial density was significantly higher under the Cage 1.3-3.4 (vs 0.36-1.8 × 10^8 g^{-1} in the Control), although bacteria and autofluorescent microbial cells accounted for a negligible fraction of the biopolymeric carbon pool (< 1 and 0.1%, respectively). Total meiofaunal density under the Cage was significantly lower than in the Control (1112 vs 2160 ind. 10 cm^{-2}, respectively). After fish cage removal both structural and functional parameters of microbes and meiofauna rapidly recovered to pre-disturbance conditions.

Key-words: *benthic microbial loop, meiofauna, sedimentary organic matter, fish farming.*

Introduction

Quantitative information on trophic interaction between protozoa, bacteria, and organic matter within the benthic ecosystem is extremely scarce (Bak & Nieuwland, 1989; Deming & Barross, 1993; Hondeveld *et al.*, 1994; Kemp, 1988, 1994; Danovaro, 1996). Benthic bacteria play a fundamental role into transformation of organic matter (OM) into lively biomass, and have important implication in the efficiency of material and energy transfer to higher trophic levels. Bacteria, indeed, are largely consumed by protozoa (Danovaro *et al.*, 1998, 1999) and in turn might be utilised by higher trophic levels (meiofauna) structuring the microbial loop in benthic ecosystems (Kemp, 1988; Bak & Nieuwland 1989; Hondeveld *et al.*, 1994).

In eutrophic or dystrophic conditions, such as those encountered in strong biodepositional systems due to intensive fish farming, the increase of sedimentary organic matter may affect structure and functioning of the benthic microbial loop with important consequences in terms of both benthic food web efficiency and biogeochemical cycles (Hansen & Blackburn, 1992; Mazzola *et al.*, 1999 in press).

The aims of the present study were to investigate: 1) temporal changes in the structure of the benthic microbial loop and its relationships with meiofaunal community structure; 2) the response of the bacteria-meiofauna interaction to the increased organic loads.

Material and methods

Study area and sampling

This study was conducted from March 1997 to October 1997 in the Gaeta Gulf (Tyrrhenian Sea, NW-Mediterranean Sea, Fig. 1). The study area is sheltered and characterised by the presence of sandy-muddy sediments. *Posidonia oceanica* meadows are present in the northern part (Ferretti *et al.*, 1989). The fish-cage under investigation is located in the inner part of the Gulf (Farmocean, 2500 m^3) and contained about 120.000 specimens of *Dicentrarchus labrax* (17 kg m^3).

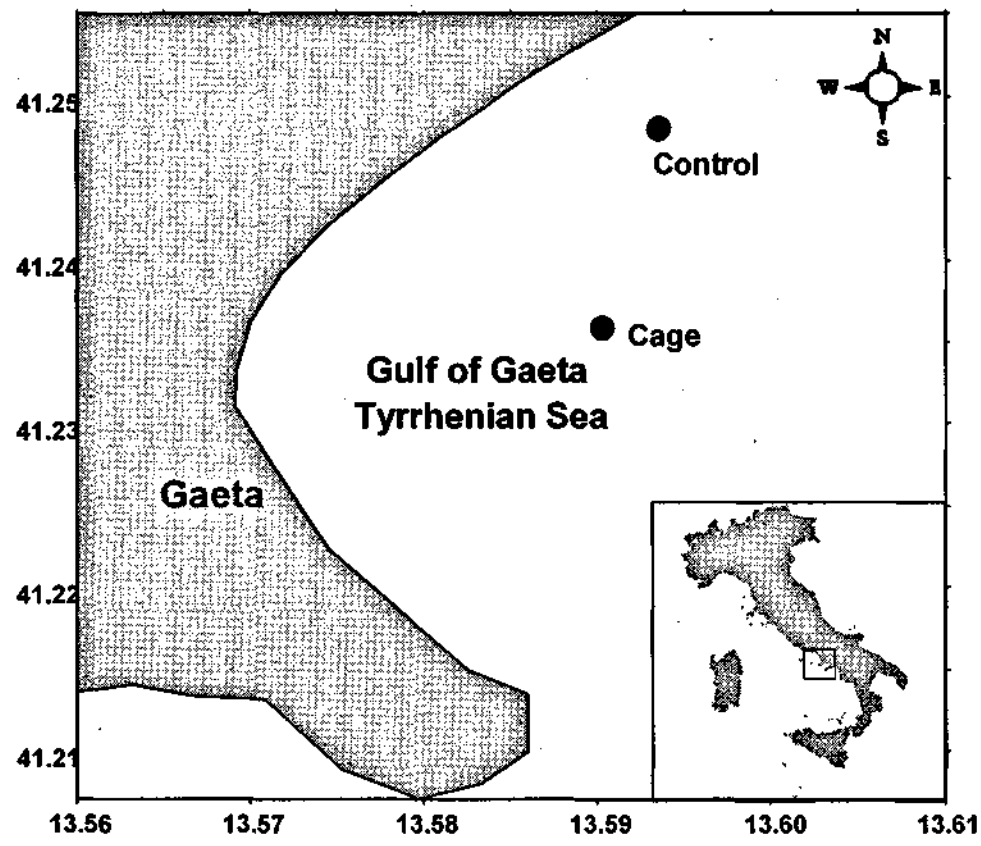


Fig. 1 - Sampling area and stations location.
Area di studio e posizione delle stazioni di campionamento.

Sediment samples were manually collected on a monthly basis by SCUBA divers at two stations (both at -10 m depth): the Cage station (in the farm-sediments) and the Control (about 1 km far from the Cage). In July 1997 the fish-cage was removed allowing to study benthic resilience. Meiofaunal samples were collected in replicate cores (n = 3, 10.7 cm^2 surface area, down to 10 cm depth). For microbial analyses, replicate cores (n = 3) were collected from the same surface sediments (0-1 cm). Two additional cores were taken for sediment organic matter analysis and kept at -20°C until analysis. Redox potential discontinuity (RPD) layer depth was visually estimated at the depth at which sediment colour turns from brown to black. Data on phytopigment, total lipid, protein and carbohydrate concentrations from surface sediment (0-1 cm) are summarised from Mirto (1998). Lipids were extracted according to Bligh & Dyer (1959) and determined according to Marsh and Weinstein (1966). Proteins were determined according to Hartree (1972). Carbohydrates were determined according to Gerchacov & Hatcher (1972).

Microbial analyses

Microbial analyses were carried out according to Maugeri *et al.* (1990). Briefly, each sediment replicate (n = 3, about 1 cm^3, suspended in 0.2 µm filtered seawater containing neutralised 2% formalin) was sonicated 3 times (Sonifier Transonic Labor 2000, 50 W for 1 min). Bacterial cells were counted using epifluorescence microscopy. Prokaryotic and eukaryotic cells displaying autofluorescence were counted as pico-sized autofluorescent cells. Data were normalised to dry weight after desiccation (60°C, 24 h).

Meiofaunal analysis

Samples were fixed with 4% buffered formalin in 0.4 µm prefiltered seawater solution. Sediments were sieved through 1000 and 37 µm mesh nets. The fraction remaining on the 37 µm sieve was centrifuged three times with Ludox HS (density 1.18 g cm^3). All meiobenthic animals were counted and classified per taxon under a stereo microscope after staining with Rose Bengal (0.5 g l^{-1}).

Results

Environmental parameters

Data relative to RPD and organic matter composition in the top 1 cm of the sediment are reported in table 1. The RPD depth, during fish-farm activity, was significantly higher in the Control than in the sediments of the Cage station (t-test, p = 0.01), ranging from 1.4 to 3.2 cm (in March and June, respectively) in the Control station, and from 0.0 to 1.1 cm (in June and March respectively) at the Cage station. After fish-farm removal, RPD depth at Cage station reached values similar to the Control (1.1-2.0 vs 1.4 to 2.9 cm, at Cage and Control respectively).

Chlorophyll-*a* concentrations ranged from 5.6 ± 0.2 µg g^{-1} to 21.9 ± 5.6 µg g^{-1} (in March and May, respectively) in the Control station, and from 4.2 ± 1.8 µg g^{-1} to 40.9 ± 19.6 µg g^{-1} (in March and May, respectively) in the Cage station. Similar temporal pattern was displayed by chloroplastic pigment equivalent concentrations (CPE) that, under the Cage (on average, 11.5 ± 3.3 µg g^{-1}) were about double than in the Control (on average, 7.3 ± 2.1 µg g^{-1}). After cage removal chlorophyll-*a* concentrations dropped sharply reaching values similar to that recorded in the Control station (4.9-8.2 µg g^{-1} vs 3.7-6.7 µg g^{-1}, in Control and Cage station, respectively). Similar temporal pattern was displayed by chloroplastic pigment equivalents (CPE).

Protein concentrations in the top 1-cm of the sediment of the Control station ranged from 1778.3 ± 324.0 µg g^{-1}, observed in March, to 4052.8 ± 527.0 µg g^{-1} in June. Under the Cage the highest protein content was found in June (7069.0 ± 1060.3 µg g^{-1}), while the lowest in March (1732.4 ± 234.2 µg g^{-1}). Protein concentrations after cage removal gradually decreased to the minimum observed in October (1519.5 ± 629.0 µg g^{-1}), whilst remained rather constant in the Control.

Sedimentary carbohydrates, the second biochemical class of organic compounds, ranged from 1125.7 ± 245.1 µg g^{-1} to 5257.1 ± 1065.2 µg g^{-1} (in May and March, respectively) at the Control station and from 1297.1 ± 680.3 µg g^{-1} and 5202.4 ± 705.6 µg g^{-1} (in April and June, respectively) at the Cage station. After cage removal carbohydrates displayed the same pattern previously reported for proteins, with a rapid decrease to 1169.8 ± 306.4 µg g^{-1} in July at the Cage station.

Tab. 1 - Redox potential discontinuity depth = RPD, chlorophyll-*a* = CHL-a, chloroplastic pigment equivalent = CPE and biochemical composition of the sedimentary organic matter (as PRT = proteins, CHO = carbohydrates and LIP = lipids) in the top 1-cm sediment layer.

*Profondità del potenziale redox = RPD, clorofilla-*a *= CHL-a, pigmenti cloroplastici equivalenti = CPE e composizione biochimica della materia organica sedimentaria (come PRT =proteine, CHO = carboidrati e LIP = lipidi) nello strato superficiale (0-1 cm) di sedimento.*

	RPD				CHL-a				CPE				PRT				CHO				LIP			
	Control		Cage		Control		Cage		Control		Cage		Control		Cage		Control		Cage		Control		Cage	
	cm	±SD	cm	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD	μg g^{-1}	±SD
Mar	1.4	0.2	1.1	0.7	5.6	0.2	4.2	1.8	11.8	1.2	13.3	3.38	1778.3	324.0	1732.4	234.2	5257.1	1065.2	2451.4	634.8	489.1	111.7	752.3	207.7
Apr	2.1	0.2	0.2	0.3	10.2	3.6	10.2	2.4	18.7	6.7	30.3	8.3	2522.8	352.2	2228.6	278.4	1240.9	487.7	1297.1	680.3	1219.8	409.5	1483.7	403.5
May	1.9	0.4	0.0	0.0	21.9	5.6	40.9	19.6	28.7	6.1	50.1	-	3897.6	1036.4	2875.6	243.0	1125.7	245.1	2261.1	624.1	367.7	150.7	2151.0	1233.6
Jun	3.2	1.0	0.0	0.0	6.2	0.6	24.5	6.8	10.6	0.5	44.4	22.2	4052.8	527.0	7069.0	1060.3	1656.2	769.9	5202.4	705.6	1037.3	111.3	6943.5	2947.6
Jul	2.9	0.5	2.0	0.6	8.2	2.2	4.4	1.2	14.7	2.1	8.9	2.3	2442.9	119.5	1940.1	156.3	2814.6	1470.4	1169.8	306.4	1435.7	250.3	1138.1	434.0
Aug	1.4	0.2	1.8	0.4	6.6	1.4	3.7	0.5	12.8	0.9	15.7	0.5	2976.3	290.1	1775.6	263.3	1811.4	903.7	1694.3	457.1	1321.0	292.3	1215.9	308.2
Sep	1.6	0.4	1.2	0.4	5.6	0.2	3.7	0.1	12.5	0.9	14.5	1.6	2567.8	272.6	1848.1	340.8	1582.5	408.6	2431.5	278.7	1009.7	243.5	1716.7	0.0
Oct	1.7	0.3	1.1	0.3	4.9	0.6	6.7	1.2	10.7	0.3	18.6	1.8	1741.8	178.9	1519.5	629.0	820.8	181.8	2065.9	291.3	2096.0	332.0	1048.8	49.3

SD = Standard Deviation

Lipid concentrations ranged from 367.7 ± 150.7 μg g^{-1} to 1219.8 ± 409.5 μg g^{-1} (in May and April, respectively) at the Control station and from 752.3.1 ± 207.7 μg g^{-1} and 6943.5 ± 2947.6 μg g^{-1} (in March and June, respectively) at the Cage station. Lipid concentration after cage removal immediately decreased back to values close to those observed in March-April.

Microbial cells abundance

Bacterial abundance (TBN) ranged from 0.4 ± 0.1 to 1.8 ± 0.7 × 10^8 cells g^{-1} (in May and March, respectively) in the Control station and from 1.3 ± 0.7 to 3.4 ± 0.8 × 10^8 cells g^{-1} (in May and June, respectively) in the Cage station (Fig. 2a). After cage removal, bacterial abundance rapidly declined to values indistinguishable from the Control (0.6-1.1 vs 0.6-0.7 × 10^8 cells g^{-1} in the Control and in the farm-sediments after cage removal).

Autofluorescent microbial cells density (as "picophytobenthos" = PPB) ranged from 0.23 ± 0.02 to 0.47 ± 0.12 × 10^6 cells g^{-1} (in April and June, respectively) in the Control station and from 0.7 ± 0.01 to 23 ± 0.3 × 10^6 cells g^{-1} (in March and June, respectively) in the Cage station (Fig. 2b). PPB in the Cage station was higher even if no significant (t-test, p = 0.1) than at the Control. Also PPB significantly decreased (for about two orders of magnitude) in the farm sediments after cage removal.

Meiofaunal abundance and community structure

Meiofaunal density in the Control sediments ranged from 1300 ± 600 to 2834 ± 491 ind./10 cm^2 (in March and April, respectively). Meiofaunal density in the Cage station was significantly lower (about half than in the Control, t-test, p = 0.02) ranging from 851 ± 415 to 1376 ± 147 ind./10 cm^2 (in May and March, respectively, Fig. 2c). Meiofaunal density recovered rapidly after fish-farm disturbance; between July and October, meiofaunal density was, on average, only about 20% lower than in the Control (2057-2887 vs 1345-2334 ind./10 cm^2 in the Control and farm sediments, respectively). Meiofaunal community structure displayed clear differences between Control and Cage station. In the Control nematodes accounted for 64% of the total density followed by copepods (12%),

polychaetes (4%), kinorhynchs (2.4%) and gastrotrichs (2.0%). By contrast at the Cage station harpacticoid copepods were co-dominants with nematodes, both accounting for 38.8% of the total density. Polychaetes still represented the third taxon, but increased their significance accounting for 17% and kinorhynchs disappeared completely. Also community structure recovered rapidly after cage removal as the relative importance of nematodes (75% of the total density) copepods (15%), polychaetes (5%) and gastrotrichs (0.1%) was almost indistinguishable from the Control. Kinorhynchs were again occasionally encountered and accounted for a small percentage (0.2%) of total meiofaunal density.

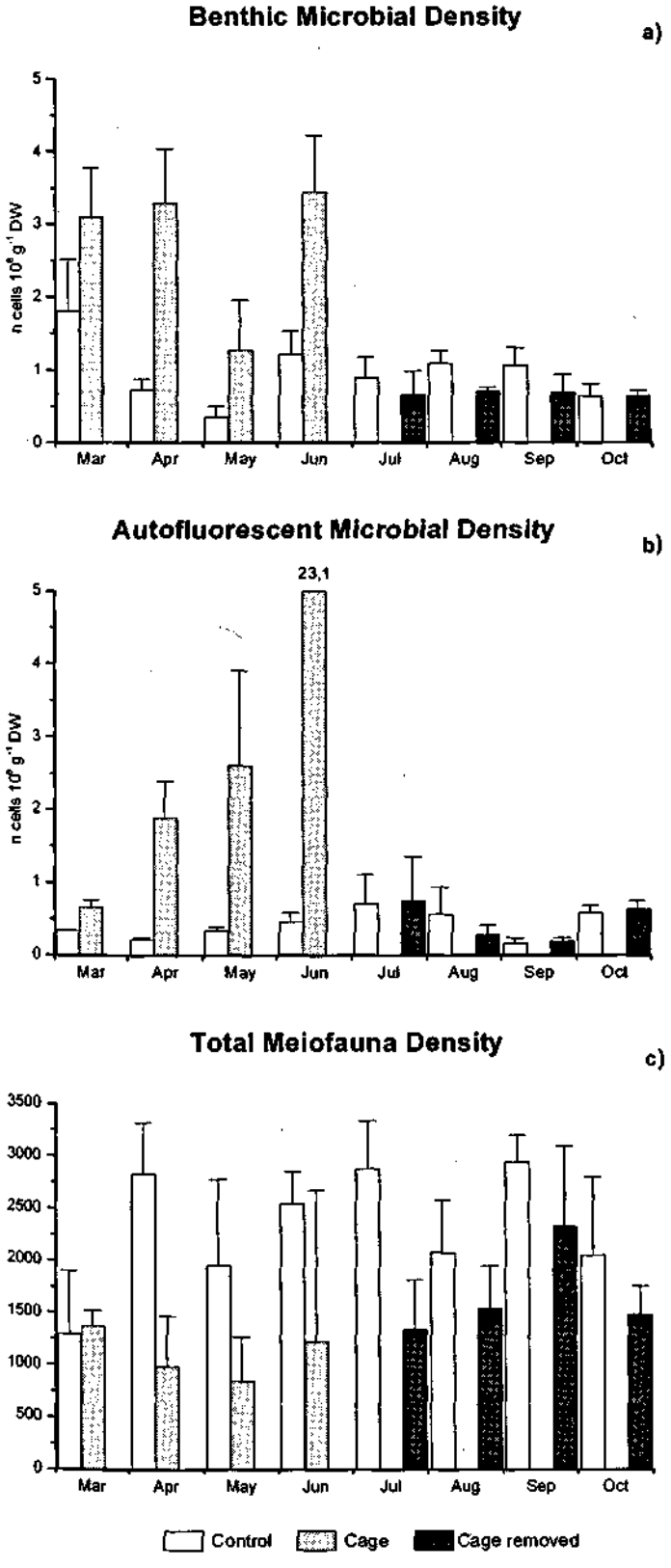


Fig. 2 - Temporal changes of the microbial and meiofaunal densities. Reported are: a) microbial density (cell. g^{-1}); autofluorescent microbial cells density (cell. g^{-1}); c) meiofaunal density (ind. 10 cm^{-2}).

Variazioni temporali nella densità delle componenti microbiche e meiobentoniche. Sono riportati i dati relativi a: a) densità microbica (cell. g^{-1}); b) densità delle cellule microbiche autofluorescenti (cell. g^{-1}); c) densità della meiofauna (ind. 10 cm^{-2}).

Discussion

Fish farm activity determined a strong modification of the characteristics of the benthic environment. The first evidence was represented by the differences observed between Cage station and Control in terms of oxygen penetration into the sediments, with a consequent significant reduction of the RPD depth beneath the cage. The temporal patterns observed for the biochemical composition of the sedimentary organic matter clearly indicated that such changes were coupled with a strong accumulation of labile organic compounds. In particular chlorophyll-*a* and total phytopigment concentrations doubled under the cage until its removal, but rapidly decreased to values indistinguishable from the Control between July and October. The same pattern was reported for lipids that, under the Cage, reached concentrations 4 times higher than in the Control but decreased back to control levels after cage removal. Also proteins and carbohydrates displayed the tendency to accumulate under the cage, even though to a lesser extent (about 20% for carbohydrates and 10% for proteins). It is worth nothing that most benthic parameters recovered rapidly to control levels and some of them (e.g., proteins), in farm sediments, displayed values lower than in the Control after cage removal.

Such changes in the physical and chemical conditions clearly affected the dynamics and quantitative importance of the living components inhabiting the sediments (Mirto *et al.*, 1999). The most striking result is the significant increase of the microbial component under the Cage when compared to the Control. Both microbial cells and autofluorescent cells density were significantly higher under the cage, but rapidly decreased after its removal to values indistinguishable from the Control. Such differences were clearly observed throughout the sampling period but were more evident during late spring-summer, possibly in relation to the increased sediments temperatures. Also benthic metazoans (as meiofauna) were affected by the strong biodeposition due to fish farming but, apparently, to a lesser extent than microbial components, as evident and statistically significant only in certain sampling periods (e.g., in April) (Fig. 2c). Meiofaunal response to biodeposition appeared to be more evident in terms of community structure, as under Cage sediments, the relevance of copepods clearly increased, returning to the Control values after cage removal.

A new approach to the effects of the biodeposition on the benthic community structure and functioning, is the analysis of the changes in the relative importance of the different microbial and metazoan components (Danovaro *et al.*, 1999). In order to evaluate changes in the total benthic community structure between Cage and Control we calculate the ratio of the microbial cells to autofluorescent cells density, the ratio of bacteria to meiofauna abundance and autofluorescent microbial cells to meiofauna density (Table 2). The ratio of bacteria to autofluorescent cells was generally lower under the Cage than in the Control but after cage removal, recovered rapidly to undisturbed conditions. The dominance of autofluorescent cells characterise anoxic reducing sediments. Both bacterial to meiofaunal density ratio and "picophytobenthos" to meiofaunal density ratio were significantly higher (about 4 and 30 times respectively) beneath the cage that in the control but recovered to undisturbed conditions immediately after cage removal. Such changes clearly indicate a shift of the total benthic biomass towards a structure more strongly dominated by microbial components.

Biodeposition effects on the benthic microbial loop structure might have important implications on: biogeochemistry and early diagenesis of the sedimentary OM, as reducing conditions might alter processes of nutrient regeneration; and on energy and material transfer through the benthic food web as in these benthic systems bacteria might represent a sink rather than a link of OM transfer to higher trophic levels.

Tab. 2 - Temporal variations of the microbial/autofluorescent cells density ratio = TBN/PPB, microbial/meiofauna density ratio = TBN/TMN, autofluorescent microbial cells/meiofauna density ratio = PPB/TMN.

Variazioni temporali del rapporto densità microbica/cellule microbiche autofluorescenti = TBN/PPB, densità microbica/meiofauna = TBN/TMN, densità cellule microbiche autofluorescenti/meiofauna = PPB/TMN.

	TBN/PPB				**TBN/TMN**				**PPB/TMN**			
	Control	**±SE**	**Cage**	**±SE**	**Control**	**±SE**	**Cage**	**±SE**	**Control**	**±SE**	**Cage**	**±SE**
Mar	517		459		138564		225412		268		491	
Apr	319		174		25554		333443		80		1916	
May	103		49		18277		149175		177		3069	
Jun	258		15		47426		279198		184		18745	
Average	**299**	**86**	**174**	**101**	**57455**	**27737**	**246807**	**39312**	**177**	**38**	**6055**	**4263**
Jul	122		88		30760		49679		251		565	
Aug	191		249		52109		45723		273		184	
Sep	605		338		35860		29786		59		88	
Oct	107		98		31004		42743		289		435	
Average	**256**	**118**	**193**	**61**	**37433**	**5031**	**41983**	**4307**	**218**	**54**	**318**	**110**

Riassunto

La dinamica della comunità microbica e della meiofauna e le loro relazioni con la composizione biochimica della materia organica sedimentaria sono state studiate in un'area influenzata da biodeposizione proveniente da un impianto di itticoltura in gabbia flottante situato nel Golfo di Gaeta (Mar Tirreno). I campioni di sedimento sono stati raccolti mensilmente (marzo–ottobre, 1997), in due stazioni, Controllo e Gabbia. La concentrazione di proteine totali è risultata abbondante nei sedimenti di entrambe le stazioni mentre concentrazioni più elevate di lipidi totali, sono state riscontrate nella stazione Gabbia. La densità microbica più elevata è stata registrata nei sedimenti sottostanti la gabbia (1.3-3.4 × 10^8 g^{-1}) rispetto al Controllo (0.36-1.8 × 10^8 g^{-1}). Tuttavia i batteri (<1%) e la frazione microbica autoflorescente (0.1%), rappresentano solo una piccola frazione del carbonio biopolimerico. La densità della meiofauna al di sotto della gabbia è risultata essere significativamente più bassa che nel Controllo (1112 e 2160 ind. 10 cm^{-2}, rispettivamente). Dopo la rimozione della gabbia le comunità microbiche e meiobentoniche hanno mostrato tempi di resilienza molto rapidi.

Acknowledgements

The authors are particularly indebted with the staff of the Medfish s.r.l. (Gaeta) for precious collaboration during sampling. Thanks are due to Dr. C. Gambi and Dr. M. Cecchi (University of Ancona) for help in meiofaunal sorting. We thank also Dr. E. Favaloro and Dr. B. Savona (University of Palermo) for kind support during sampling. This work is part of the doctoral thesis of T.L.R. and S.M. and was supported by a grant of the Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica and Ministero per le Politiche Agricole, Italy.

References

BAK R.P.M., NIEUWLAND G. (1989) – Seasonal fluctuations in benthic protozoan populations at different depths in marine sediments. *Neth. J. Sea Res.*, **24** (1): 37-44.

BLIGH E.G., DYER W. (1959) - A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 911-917.

DANOVARO R. (1996) - Detritus-bacteria-meiofauna interactions in a seagrass bed (*Posidonia oceanica*) of the NW Mediterranean. *Mar. Biol.*, **127**: 1-13.

DANOVARO R., MARRALE D., DELLA CROCE N., DELL'ANNO A., FABIANO M. (1998) – Heterotrophic nanoflagellates, bacteria and labile organic compounds in continental shelf and deep-sea sediments of the Eastern Mediterranean. *Microbial Ecol.*, **35**: 244-255.

DANOVARO R., PUSCEDDU A., COVAZZI A., MARRALE D., DELL'ANNO A., PETRILLO M., ALBERTELLI G., DELLA CROCE N. (1999) - Community experiment using benthic chambers: microbial and meiofaunal community structure in highly organic enriched sediments. *Chem. Ecol.*, **16**: 7-30.

DEMING J.W., BARROSS J.A. (1993) – The early diagenesis of organic matter: bacterial activity. In; Engel M., Macko S. (eds), *Organic Geochemistry*, Plenum Press, New York.

FERRETTI O., NICCOLAI I., BIANCHI C.N., TUCCI S., MORRI C., VENIALE F. (1989) - An environmental investigation of a marine coastal area: gulf of Gaeta (Thyrrenian sea). *Hydrobiologia.*, **176/177**: 171-187.

GERCHACOV S.M., HATCHER P.G. (1972) - Improved technique for analysis of carbohydrates in sediments. *Limnol. Oceanogr.*, **17**: 938-943.

HANSEN L.S., BLACKBURN T.H. (1992) – Effect of algal bloom deposition on sediment respiration and fluxes. *Mar. Biol.*, **112**: 147-152.

HARTREE E.F. (1972) - Determination of proteins: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response. *Anal. Biochem.*, **48**: 422-427.

HONDEVELD B.J.M., NIEUWLAND G., VAN DUYL F.C., BAK R.P.M. (1994) - Temporal and spatial variations in heterotrophic nanoflagellate abundance in North Sea sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **109**: 235-243.

KEMP P.F. (1988) - Bacterivory by benthic ciliates: significance as a carbon source and impact on sediment bacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **49**: 163-169.

KEMP P.F. (1994) - Microbial carbon utilization on the continental shelf and slope during the SEEP-II experiment. *Deep Sea Res.*, **41**: 563-581.

MARSH J.B., WEINSTEIN W.J. (1966) - A simple charring method for determination of lipids. *J. Lip. Res.*, **7**: 574-576.

MAUGERI T.L., ACOSTA POMAR L., BRUNI V. (1990) – Picoplancton. *Nova Thalassia*, **11**: 199-205.

MAZZOLA A., MIRTO S., LA ROSA T., DANOVARO R., FABIANO M. (in press) – Fish farming effects on benthic community structure in coastal sediments: analysis of meiofaunal resilience. *ICES J. Mar. Sci.*

MIRTO S. (1998) - *Risposta delle comunità meiobentoniche a biodepositi di impianti di maricoltura nel Golfo di Gaeta.* Tesi di Dottorato di Ricerca. XI ciclo, Università degli Studi di Messina.

MIRTO S., FABIANO M., DANOVARO R., MANGANARO A., MAZZOLA A. (1999) – Use of meiofauna for detecting fish farming disturbance in coastal sediments: preliminary results. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 331-334.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 247-252

M. MISTRI, G. ROSSI, V.U. CECCHERELLI*, R. ROSSI

Dipartimento di Biologia, Sezione di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,
Via L. Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.
* Dip. Biologia Evoluzionistica e Sperimentale, Università di Bologna, Italia.

VARIAZIONI DI STRUTTURA TROFICA IN UNA COMUNITÀ MACROBENTONICA LAGUNARE

CHANGES IN THE TROPHIC STRUCTURE OF A BRACKISH MACROBENTHIC COMMUNITY

Abstract

Trophic groups were used to investigate changes in the macrobenthic assemblage of a station located in the Sacca di Goro, a brackish lagoon in the Po River Delta. In 1988, before the cut of the outer sand bank, the main forcing factor influencing the benthic community was the life cycle of the green algae Ulva rigida, *and grazers were the most important trophic group throughout the year. In 1997, five years after the cut, the trophic structure of the community was found modified, and herbivore-detritivores and deposit-feeders dominated the macrobenthic assemblage.*

Key-words: *macrobenthos, trophic groups, Po River Delta, Adriatic Sea.*

Introduzione

I popolamenti macrobentonici lagunari presentano alcune caratteristiche che li rendono idonei ad essere utilizzati come indicatori di qualità ambientale. La maggior parte degli organismi che costituiscono tali popolamenti, infatti, sono caratterizzati da cicli vitali relativamente brevi: se intervengono fenomeni che alterano l'habitat, essi possono rispondere molto rapidamente, avvicendando specie che adottano diverse strategie vitali, adattate alle nuove condizioni ambientali (Giangrande e Fraschetti, 1996). Negli ultimi decenni numerosi studi sono stati indirizzati all'elaborazione di modelli volti alla descrizione dei cambiamenti di struttura del macrobenthos in seguito al verificarsi di fenomeni di disturbo, sia naturale che antropico (Boero, 1996), ed è stata inoltre valutata la possibilità di spiegare le interazioni e le variazioni numeriche tra popolazioni macrobentoniche, considerandole al livello di gruppi trofico funzionali (Woodin, 1976; Weinberg, 1984).

La Sacca di Goro, fino agli inizi degli anni '90, era caratterizzata da un'unica bocca a mare. Al fine di migliorarne la circolazione idrica allo scopo di evitare i sempre più frequenti episodi di anossia nelle zone più confinate quali la Valle di Gorino, si è provveduto al taglio artificiale dello scanno sabbioso che delimitava la bocca a mare della Sacca. Sul taglio artificiale, largo non più di una decina di metri nei primi anni '90, fenomeni naturali di erosione dovuti al moto ondoso hanno agito intensamente, determinando forti modificazioni morfologiche: nel 1997 sullo scanno si era aperto un varco largo oltre 800 m. La naturale evoluzione dello scanno ha inoltre causato un restringimento della naturale bocca a mare. Tutto ciò ha comportato un radicale cambiamento delle caratteristiche idrodinamiche della Sacca e, presumibilmente, ha apportato notevoli modificazioni strutturali alle comunità macrobentoniche ed alle relazioni trofiche fra le specie.

In questo lavoro vengono presentati i risultati di una indagine volta ad identificare le variazioni trofico-strutturali della comunità macrobentonica nella Sacca di Goro conseguentemente all'intervento di taglio dello scanno.

Materiali e metodi

La stazione campionata, prima del taglio, era situata in un'area a scarsissima circolazione idrica e fortemente soggetta a frequenti crisi anossiche; vasti letti della macroalga *Ulva rigida* erano costantemente presenti durante il periodo primaverile. Dopo l'intervento, tale stazione è risultata maggiormente investita dall'azione vivificatrice del mare. I campionamenti, mediante un carotatore aspirante di Van Arkel e Mulder nella campagna del 1988 (10 repliche per data, area totale campionata: 0,19 m^2), e mediante una benna di Van Veen nella campagna del 1997 (3 repliche per data, area totale campionata: 0,14 m^2), sono stati effettuati su base stagionale prima del taglio dello scanno (1988), e cinque anni dopo l'intervento (1997). Gli organismi macrobentonici, passati su un setaccio a maglia di 1 mm, sono stati classificati sia su base tassonomica che su base funzionale. Sulla base della letteratura (Fauchald e Jumars, 1979; Bianchi e Morri, 1985; Gambi e Giangrande, 1985; Russo *et al.*, 1985; Russo, 1989; Scipione, 1989; Gambi *et al.*, 1992), gli organismi raccolti sono stati assegnati ai seguenti gruppi trofici: a) erbivori pascolatori (EP); b) erbivori-detritivori (ED); c) detritivori di superficie (D); d) limivori (L); e) sospensivori (S); f) predatori (P).

L'andamento della struttura della comunità è stato indagato, sia su base tassonomica che su base funzionale, mediante l'utilizzo di tecniche di analisi statistica multivariata: classificazione sulla base delle matrici di similarità calcolate mediante il coefficiente di Bray-Curtis, e ordinamento mediante "multidimensional scaling" (MDS) sulle medesime matrici.

Risultati

Complessivamente sono stati raccolti e classificati 28 *taxa* macrobentonici appartenenti a 6 *phyla*. Nella Tab. 1 sono riportate le abbondanze percentuali di tali *taxa* assieme all'assegnazione alle varie categorie funzionali. Nel 1988 risulta molto evidente una alternanza stagionale nella dominanza di alcuni gruppi trofici, con gli EP (costituiti quasi esclusivamente da *Hydrobia* sp.) che predominano nel periodo invernale-primaverile (arrivando a costituire numericamente l'85% della comunità) per poi scendere a valori decisamente più bassi in autunno, mentre i D (principalmente corofidi, *Corophium insidiosum* e *C. orientale*) e i L (*Chironomus salinarius*) mostrano un andamento inverso, con la massima abbondanza nel periodo estivo-autunnale. Nel periodo più freddo acquistano importanza anche gli ED (*Gammarus* spp., *Sphaeroma serratum* e *S. hookeri*) e gli S, questi ultimi costituiti principalmente da *Ficopomatus enigmaticus*. Nel 1997 evidenti variazioni stagionali sono ancora rilevabili, ma con dominanze nettamente diverse rispetto alle precedenti. Nonostante gli EP siano ancora presenti con buone percentuali in inverno e primavera, nel periodo invernale la comunità macrobentonica è dominata dai limivori (*Capitella capitata* e *C. salinarius*), mentre nel periodo primaverile-estivo si assiste al massiccio incremento numerico degli ED (*Gammarus* spp.). Il periodo autunnale è invece nettamente dominato dai limivori.

Nella Fig. 1a viene riportato il modello di ordinamento MDS della comunità su base tassonomica (il dendrogramma di classificazione non è mostrato). I punti stagionali relativi ai due anni di indagine vengono nettamente segregati. Nella Fig. 1b viene riportato il risultato della medesima analisi eseguita sulla base dei gruppi funzionali. Anche in questo caso si assiste ad una netta segregazione temporale dei punti stagionali. La coerenza di tali risultati conferma che la comunità è andata soggetta a cambiamenti di tipo strutturale, e che il pattern osservato è reale e non derivante dalla sola classificazione funzionale delle specie. Inoltre, in entrambi i modelli MDS, si nota come nel 1988 la traiettoria dei punti è quasi "chiusa", forse ad indicare una comunità più stabile e ciclicamente variabile, mentre nel 1997 la traiettoria è più "aperta", forse ad indicare una comunità non ancora in equilibrio con la nuova situazione verificatasi dopo l'apertura dello scanno.

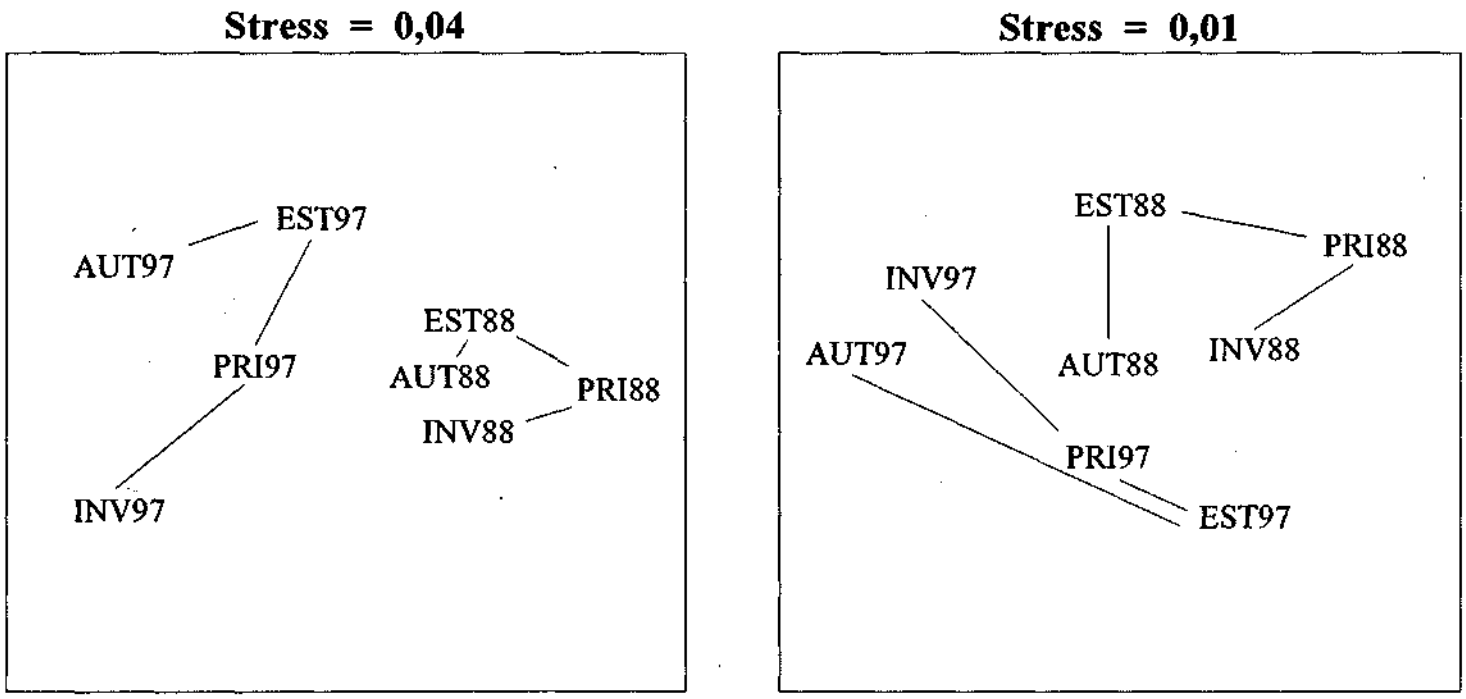


Fig. 1 - Diagramma di ordinamento mediante MDS su base tassonomica (a) e per gruppi trofici (b).
MDS plot on taxonomic basis (a) and on trophic groups (b).

Discussione

L'intervento artificiale del taglio dello scanno sabbioso della Sacca di Goro ha provocato importanti modificazioni temporali della struttura della comunità macrobentonica. La parte interna della Valle di Gorino, infatti, nel 1988 presentava un elevato grado di confinamento rispetto al mare. Quest'area era interessata dalla proliferazione di estesi banchi della macroalga *Ulva rigida*, il cui sviluppo era favorito dalla bassa profondità, dalla minore salinità, dal ridotto idrodinamismo e dall'elevato carico di nutrienti (soprattutto nitrati) provenienti dal Po di Goro. Com'è noto, questa macroalga nitrofila è in grado di influenzare profondamente la struttura trofica della comunità bentonica (Gatti *et al.*, 1996), alterando le condizioni di microcircolazione dell'acqua sul fondo e inter-

ferendo così con l'attività degli S e con i processi di mineralizzazione della materia organica. D'altro canto può favorire l'incremento delle popolazioni degli organismi che si nutrono di detrito vegetale o di quelle che raschiano il tallo nutrendosi di diatomee incrostanti. Nel presente studio, la massiccia presenza di *Hydrobia* è da collegare ai notevoli ammassi di *U. rigida*. Il gasteropode, infatti, evita i fondali a fango ridotto (Muus, 1967) e vive prevalentemente sui talli di Ulvacee. La struttura trofica della comunità macrobentonica prima del taglio dello scanno può essere interpretata come segue. Durante l'estate importanti crisi distrofiche provocate dalla decomposizione delle biomasse algali, hanno provocato l'insorgenza di gravi episodi di anossia delle acque e l'instaurarsi di condizioni ridotte nel sedimento (Viaroli *et al.*, 1993). Di conseguenza la struttura trofica della comunità è risultata dominata, oltre che dai suddetti ED, da D opportunisti quali *Polydora ciliata*. Infine, in autunno la decomposizione dell'ingente biomassa algale ha portato ad un accumulo di sostanza organica nel sedimento che ha favorito L (principalmente *Chironomus salinarius*). Nel 1988, quindi, il principale fattore strutturante la comunità era costituito dai vasti letti di *U. rigida*, e dal conseguente arricchimento organico del sedimento causato dal loro disfacimento.

Differente è risultata la situazione nel 1997. L'apertura della nuova bocca a mare ha modificato l'idrodinamismo della Sacca, comportando una notevole diminuzione di *Ulva rigida*, sostituita, in parte, dall'alga verde *Cladophora sp.* Tutto questo si è riflesso sulla composizione del macrobenthos: se da un lato è stata rilevata la drastica diminuzione dell'abbondanza degli EP associati ai banchi macroalgali flottanti (*Hydrobia* sp.), gli ED (particolarmente *Gammarus* sp. e *Microdeutopus gryllotalpa*) assumono importanza rilevante in primavera, e divengono la componente funzionale dominante della comunità durante il periodo estivo, quando si assiste al massimo sviluppo di *Cladophora* sp. Quando, col peggiorare delle condizioni meteomarine, i talli di *Cladophora* sp. vengono dispersi, il gruppo funzionale L diviene la componente dominante della comunità. E' dunque evidente una maggiore variabilità rispetto alla situazione riscontrata nel 1988 nella composizione faunistica per gruppi funzionali, variabilità determinata principalmente dalla variazione del regime idrodinamico (mareggiate, ingressioni di acqua marina). Inoltre, la differente composizione della comunità macrobentonica deve anche essere ricondotta alla modificazione del sedimento in questa parte della laguna: ciò è avvalorato dal confronto di dati granulometrici rilevati nella Sacca di Goro da Dal Cin e Pambianchi (1991) prima dell'apertura dello scanno con dati più recenti relativi al 1997 (Simeoni, com. pers.): nella stazione considerata il sedimento era argillo-limoso mentre ora è prevalentemente limo-argilloso. La modificata tessitura granulometrica del sedimento probabilmente agisce come fattore strutturante la comunità di notevole importanza, consentendo condizioni maggiormente favorevoli all'insediamento ed alla persistenza nel tempo di gruppi trofico-funzionali quali i limivori.

Summary

The Sacca di Goro is an Adriatic shallow-water brackish lagoon which is naturally eutrophized. Frequent anoxic crises, occurred in the 80s, determined high mortality rates of benthic populations, including mollusc species of economic interest. In order to vivify the lagoon, in the early 90s the outer sand bank was cut to increase the marine water inflow. We chose a station located in

Tab. 1 - Lista faunistica compilata per appartenenza a gruppi trofici e abbondanze percentuali alle varie date di campionamento (P: predatori; EP: erbivori pascolatori; S: sospensivori; ED: erbivori-detritivori; D: detritivori; L: limivori).

Faunal list, trophic groups and percent abundances at various sampling dates (P: predators; EP: grazers; S: suspension feeders; ED: herbivore-detritivores; D: surface-deposit feeders; L: subsurface-deposit feeders).

		INV88	PRI88	EST88	AUT88	INV97	PRI97	EST97	AUT97
Actiniaria sp.	P	0,08	0,02	0	0	0	0	0	0
Turbellaria sp.	P	0	0	0,1	0	0	0	0	0
Hydrobia sp.	EP	50,3	85,1	42,4	32,7	37,1	24,4	4,7	2
Haminaea hydatis	EP	0	0	0	0	0	0,7	0,2	0
Crassostrea sp.	S	0	0	0	0	0	0,1	0	0
Mytilus galloprovincialis	S	0	0	0	0	0	0,07	0	0
Cerastoderma glaucum	S	0,1	0,02	0,05	0,03	1,1	1	0,1	2
Musculista senhousia	S	0	0	0	0	2,3	6,8	15,5	0,5
Abra ovata	S	0,3	0	0,08	0,08	0	0,7	0,2	0
Hydroides dianthus	S	0	0	0	0	0	4,9	2,6	0,5
Ficopomatus enigmaticus	S	15	2,5	7,6	17,6	0	1,8	1,3	1,5
Balanidae spp.	S	0	0	0	0	1,1	0,2	0	0
Sphaeroma serratum	ED	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0
Sphaeroma hookeri	ED	1,4	5,1	0,8	0,2	0	0	0	0
Idothea baltica	ED	0,08	0,02	0,3	0	0	0	4,7	0
Gammarus sp.	ED	17	6,3	0,5	3,9	0	27,4	34,5	0
Microdeutopus gryllotalpa	ED	0,3	0	0	0	1,1	8,9	26,8	0
Nereis succinea	D	3,4	0,1	0,08	0,5	0	0,07	1,8	3,5
Spio decoratus	D	0,03	0	0	0	0	0	0	0
Prionospio multibranchiata	D	0	0	0	0	1,1	0,5	0	0
Streblospio shrubsolii	D	0,1	0	0,05	0,2	0	0	0	2
Polydora ciliata	D	0,7	0	7,3	1,5	0	0	0,2	0
Corophium insidiosum	D	1,4	0,02	14,5	1	10,1	0,9	5,7	0
Corophium orientale	D	0	0	4,2	2,4	0	0	0	0
Capitella capitata	L	0	0	0	0	29,2	1,3	0,1	48,2
Heteromastus filiformis	L	0	0	0	0,01	0	0	0	0
Oligochaeta spp.	L	0,1	0	0	0,03	0	0,3	0	0
Chironomus salinarius	L	8,9	0,7	22,1	39	16,9	20,3	1,3	39,7

the easternmost area of the Sacca in order to assess the structural changes in the macrobenthic community.

Sampling was seasonally carried out in 1988, before the cut, and in 1997, five years after the cut. Twentyeight macrobenthic *taxa*, belonging to 6 *phyla*, were identified. In 1988, grazers (mostly *Hydrobia* sp.) were the most important trophic group throughout the year due to the presence of vast macroalgal beds. At the end of their life cycle, the macroalgal beds were mineralized by aerobic microorganisms. High oxygen consumption determined permanent anoxic conditions, and acted as a disturbing agent on macrobenthos by modifying the community structure: only at this moment surface and subsurface-deposit feeders can become important. In 1988, the main forcing factor influencing the benthic community trophic structure was the life cycle of the green algae *Ulva rigida*. In 1997, the situation was different: increased hydrodynamic force reduced the presence

of floating macroalgal beds, and the macrobenthic assemblage was numerically dominated by herbivore-detritivores and subsurface-deposit feeders. The herbivore-detritivores were associated to the presence of the green algae *Cladophora* sp., while subsurface-deposit feeders were coherent with the changed sediment texture.

Bibliografia

BIANCHI C.N., MORRI C. (1985) - I Policheti come descrittori della struttura trofica degli ecosistemi marini. *Oebalia*, **11** N.S.: 203-214.

BOERO F. (1996) - Episodic events: their relevance to ecology and evolution. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, **17**: 237-250.

DAL CIN R., PAMBIANCHI P. (1991) - I sedimenti della Sacca di Goro (Delta del Po). In: Bencivelli S., Castaldi N. (eds.), *Studio integrato sull'ecologia della Sacca di Goro*, Franco Angeli, Milano: 253-263.

FAUCHALD K., JUMARS P. (1979) - The diet of the worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **17**: 193-284.

GAMBI M.C., LORENTI M., RUSSO G.F., SCIPIONE M.B., ZUPO V. (1992) - Depth and seasonal distribution of some groups of the vagile fauna of the *Posidonia oceanica* leaf stratum: structural and trophic analyses. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, **13**: 17-39.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1985) - Caratterizzazione e distribuzione delle categorie trofiche dei Policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Oebalia*, **11** N.S.: 223-240.

GATTI L.G., SCHIFFINO F., ZASIO M., FANO E.A. (1996) - Associazione macroalghe-macrobenthos nalla Sacca di Goro (Alto Mar Adriatico). *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 471-473.

GIANGRANDE A., FRASCHETTI S. (1996) - Effects of short-term environmental change on a brackish-water polychaete community. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, **17**: 321-332.

MUUS B. J. (1967) - The fauna of Danish estuaries and lagoons. *Medd. Danm. Fisk. Havunders. N.S.*, **5**: 1-316.

RUSSO G.F. (1989) - La scelta dei descrittori morfo-funzionali nell'analisi dei sistemi bentonici: un approccio con la componente malacologica di una prateria a *Posidonia oceanica*. *Oebalia*, **15** N.S.: 213-228.

RUSSO G.F., FRESI E., SCARDI M. (1985) - Il popolamento a molluschi dei fondi mobili del Golfo di Salerno: analisi strutturale in rapporto al trofismo. *Oebalia*, **11** N.S.: 339-348.

SCIPIONE M.B. (1989) - Comportamento trofico dei Crostacei Anfipodi in alcuni sistemi bentonici costieri. *Oebalia*, **15** N.S.: 249-260.

VIAROLI P., NALDI M., CHRISTIAN R.R., FUMAGALLI I. (1993) - The role of macroalgae and detritus in the nutrient cycles in a shallow-water distrophic lagoon. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **25**: 1048-1051.

WEINBERG J. R. (1984) - Interactions between functional groups in soft substrata: do species differences matter? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **80**: 11-28.

WOODIN S. A. (1976) - Adult-larval interactions in dense infaunal assemblages: patterns of abundance. *J. Mar. Res.*, **34**: 25-41.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 253-261

M.C. GAMBI, V. ZUPO, M. LORENTI

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica "Anton Dohrn", Punta S. Pietro - 80077 Ischia, Napoli, Italy.

BORER ORGANISMS OF THE *POSIDONIA OCEANICA* SCALES: TROPHIC ROLE AND ECOLOGICAL IMPLICATIONS FOR THE ECOSYSTEM

ORGANISMI PERFORATORI DELLE SCAGLIE DI POSIDONIA OCEANICA: *RUOLO TROFICO ED IMPLICAZIONI ECOLOGICHE PER L'ECOSISTEMA*

Abstract

A study of the feeding role of two species of polychaetes (Lysidice ninetta *and* L. collaris) *and one species of isopod* (Limnoria sp.) *borers of the Mediterranean seagrass* Posidonia oceanica *(L.) Delile scales, have been conducted on material collected in beds off the island of Ischia (Gulf of Naples) and off Otranto (Southern Adriatic Sea). Consumption of living tissue of* P. oceanica *(bases and leaves) has been observed for both groups of borers, although with relatively lower percentages of the examined shoots (range between 0.7% to 4.6% in the studied beds). A first evaluation of the scale consumption showed that polychaetes and isopods consume from 10.5% to 11.6% of the mean scale biomass (mg d.w.). However, isopods removed such biomass from a lower scale length (mean 38%), than polychaetes (means between 52.2% and 59.9%). The analysis of gut content of both species of* Lysidice *revealed the occurrence of high percentages of Posidonia tissues (living and detrital, up to 65-70% in large worms), as well as other plant material (macroalgae, diatoms).*

Key-words: *Polychaeta, Isopoda,* Posidonia oceanica, *borers, detritus-chain.*

Introduction

The high animal biodiversity recorded in the *Posidonia oceanica* (L.) Delile ecosystem is related to the availability of microhabitats which are provided by the high spatial complexity of the plant and of the system. For the fauna associated to *Posidonia* meadows it has been possible to recognize specific adaptations to microhabitats of the leaf and rhizome layers and of the "matte", that are reflected in the complex food-web of the system (Mazzella *et al.*, 1992). The scales (remains of former leaf bases persisting along the rhizome) represent an unique microhabitat, that previously was considered colonized only by microorganisms and fungi. Recently, we have described some polychaetes and crustacean isopods that inhabit the *P. oceanica* scales by burrowing complex galleries inside of the scale mesophyll (Gambi *et al.*, 1997; Guidetti *et al.*, 1997). While isopod borers are known also in Australian seagrass systems (Brearley & Walker, 1993, 1995, 1996), as regards the polychaetes the boring habit has been at the moment known only for the *P. oceanica* seagrass system (Guidetti *et al.*, 1997).

More recent studies (Cafiero, 1998, Gambi and Cafiero, in press) have pointed out that borers are relatively common and abundant in the *Posidonia* meadows. While polychaete occurrence is relatively constant in time (Gambi and Cafiero, in press), isopods showed a pronounced seasonal pattern, being present mainly during summer (Cafiero, 1998).

The aim of this study is to give a more detailed insight about the trophic activity and diet of the borers, and a first evaluation of scale consumption and their ecological role within the seagrass system.

Material and methods

In order to check the occurrence of borers and to evaluate their degree of colonization, sampling of living orthotropous rhizomes were performed by SCUBA diving in two *P. oceanica* meadows around the island of Ischia (Gulf of Naples), Castello Aragonese (herein named as Castello) and Lacco Ameno (herein named as Lacco) (Cafiero, 1998; Gambi and Cafiero, in press) and in a bed off Otranto (Southern Adriatic Sea) (Mazzella *et al.*, 1998), at various depths (from 1 to 22 m depth) and in different seasons. For each sampling a number between 20 and 40 living rhizomes were randomly collected in each station and month/season of sampling. A total of 1747 rhizomes have been analyzed (1503 in the meadows off Ischia, and 244 at Otranto). Various indices have been measured: index of borers (IB = percentage of rhizomes hosting borers over the total rhizomes analyzed); index of traces (IT = percentage of rhizomes with only empty traces of borers - galleries in the scale mesophyll, holes and piercing groves on the scale epidermis - over the total rhizomes analyzed); index of colonization (IC = IB + IT); index of herbivory (IH = percentage of rhizomes with living tissues bored over the total rhizomes analyzed).

For the evaluation of the boring activity on scale consumption and degradation, a number of scales have been selected from the meadows off the island of Ischia located in a relatively wide range of depth in order to take into account the largest variability in scale consumption, regardless to location and depth. However, for the isopods the only scales available for the analysis were those from the shallow stand of the meadow at Castello at 1 m depth, since this was the only station where these organisms were relatively abundant (Cafiero, 1998). For the polychaete borers two sets of scales were analyzed: one from the deeper stand of the meadow at Castello (3-5 m depth), the other from the large meadow at Lacco (collected from 5 m to 22 m depth). The scales selected for the analysis were only those hosting the living borers, and relatively well preserved and intact in order to perform the measurement of parameters such as scale length and area, and area of the bored galleries. All measures have been obtained by an image analysis technique (Image-Pro Plus, Media Cybernetics), after scanning the scales. Scale thickness was measured with a manual micrometer about 1 cm above the scale insertion on the rhizome, with the same technique used for lepidochronology (Pergent, 1990). Scale thickness and scale area were used to estimate the total scale volume and that of the bored scale tissues. In order to estimate the scale biomass (mg, dry weight) removed by borers, a relationship between scale volume and its biomass was performed by analysing a number of intact scales of different thickness. One-way Analysis of Variance (ANOVA) was used to assess differences among scales affected by different borers and derived from different beds.

Finally, for the evaluation of the diet, direct visual observation of the feeding behaviour was performed for isopods, while for the two most abundant species of polychaetes *Lysidice ninetta* and *L. collaris*, an analysis of the gut content was conducted in individuals grouped in three size classes, according to the width

of the 3rd setiger: up to 0.5 mm (small), from 0.5 to 0.9 mm (medium), >0.9 mm (large). For each species, the gut content analysis was performed by dissecting 5 specimens from each of the size classes considered. Indices of fullness (If), and percent of occurrence of each item were calculated for the specimens of each species.

Results and discussion

The analysis of the whole samples studied revealed the occurrence of 5 species of polychaete borers, all belonging to the family Eunicidae: *Lysidice collaris* (Grube); *Lysidice ninetta* Audouin & M. Edwards; *Nematonereis unicornis* Schmarda; *Palola siciliensis* (Grube); *Marphysa fallax* Marion & Bobretzky. The borer isopods, a single species of Limnoriidae, *Limnoria* sp. was found, which is new for science (Cookson and Lorenti, in press), and previously reported as *L. tuberculata* (Gambi *et al.*, 1997).

The spatio-temporal distribution of borers and the variability of the various indices measured in the studied *Posidonia* meadows are reported in a different study (Gambi and Cafiero, in press). The indices discussed for the purposes of the present paper are only the Indices of colonization (IC) and of herbivory (IH). The IC varied according to the beds studied and the sampling season; the means ranged between 41.8% and 63.7% in the beds off the island of Ischia, while it was higher in the bed off Otranto (73%). These values are relatively high and evidentiate that boring is not an uncommon and occasional phenomenon. Boring of living tissues of the scale, and meristem (with detachment of the entire living shoot), and of the adjacent leaf tissues were sometimes observed (Fig. 1A). The attack to the living tissues was never observed at 1 m depth at Castello, and was also very limited in the other stations at Castello and Lacco (3-5 m IH = 0.7% and 0.8%, respectively). In the deep site off Lacco (-22 m) and at Otranto the IH values were relatively more important (2.6% and 4.6%, respectively).

The morphology of the borer traces, as well as their location within the scale and along the rhizome, is well differentiated between the two groups of borer organisms. Isopods colonize mainly the younger, more recent scales (generally those with the intact ligula) (Guidetti *et al.*, 1997, Cafiero, 1998), and show irregular or "alveolar" galleries that, starting from the ligula, proceed toward the scale base (Fig. 1B). Polychaetes are more frequent in older and aged scales and bore sinuous galleries that may affect also the entire scale length. The regression between scale volume and biomass had the following parameters: biomass (mg d.w.) = 0.0985 mm^3 - 3.0094 ($R^2 = 0.75$, $p<0.01$). Based on this relationship the percentages of scale biomass removed by borers, with respect to the scale total biomass, ranged between 10.5% for the isopods, to 10.9% and 11.6% for polychaetes at the Castello and Lacco meadows, respectively (Table 1). These values were not significantly different ($F = 0.31$, $p = 0.735$). Maximum values ranged between 17.1% and 25% (Table 1), and may represent the maximum tissue consumption of the scale before scale physical collapse. It is important to point out that such a biomass is removed over a limited length of the scale. For isopods a mean of 13.9 mm of the scale length (corresponding to 38%) are affected by boring activity, while for polychaetes a mean of 19.2 mm (52.5%, at Castello) and 20.7 mm (59.9%, at Lacco) of the scale length were bored

Tab. 1: Values of the parameters of the *Posidonia oceanica* borer-affected scales measured in different beds.

Valori dei parametri delle scaglie di Posidonia oceanica *colonizzate da organismi perforatori, misurati in diverse praterie*

	No. of scales examined	scale length (mm)	bored length (mm)	% bored length	scale area (mm^2)	bored area (mm^2)	scale thickness mm	scale volume (mm^3)	bored volume (mm^3)	scale biomass (mg, d.w.)	removed biomass (mg, d.w.)	% removed biomass
ISOPODS (Castello, 1 m)	18											
min. value		28	3.9	10.9	251.8	16.7	0.39	116.4	10.6	10.2	0.93	3.3
max. value		47.4	25.1	63	618.7	76.6	0.87	457.8	59	40	5.1	25
average		36.9	13.9	38	394	92.6	0.7	281	26.1	24.6	2.28	10.5
S.D.		5.8	4.5	12.3	101.2	3.9	0.12	98.1	12.7	8.6	1.12	6.1
POLYCHAETES (Castello, 3-5 m)	24											
min. value		26	9.4	28.2	165.1	16.8	0.39	85.5	10.7	7.5	0.76	6.3
max. value		46.9	27.4	73.7	537	84.3	1.06	553.1	67.5	48.4	4.97	21.3
Average		36.6	19.2	52.5	352.8	38.7	0.78	281.1	30.6	24.6	2.7	10.9
S.D.		5.9	5.5	12.7	97.5	18.6	0.15	116.2	16.8	10.1	1.4	4
POLYCHAETES (Lacco, 5-22 m)	24											
min. value		17.3	9	28.5	155.3	9.7	0.54	94.4	9.1	8.2	0.73	3.3
max. value		45.5	38.3	96	512.5	72.6	1.03	469.9	60.7	37.2	5.31	17.1
average		35.1	20.7	59.9	331.5	37.6	0.74	252.4	28.3	22.1	2.4	11.6
S.D.		8.8	8	19.1	105.2	15.7	0.11	105.5	13.2	9.2	1.1	3.9

(Fig. 2). These two latter values are significantly different from the former one ($F = 10.72$, $p = 0.000$). This fact means that scale fragmentation due to isopods is higher than that of polychaetes.

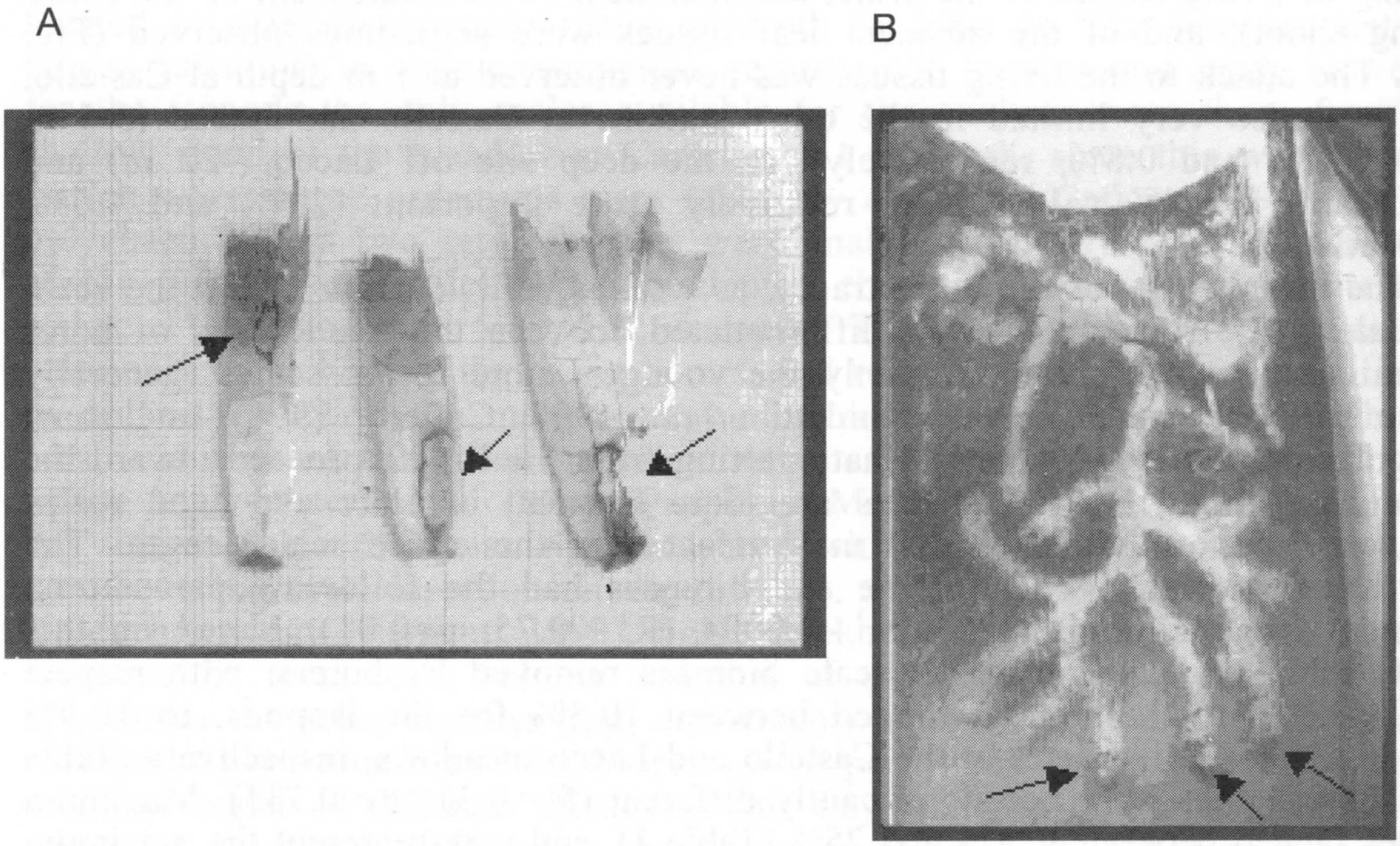
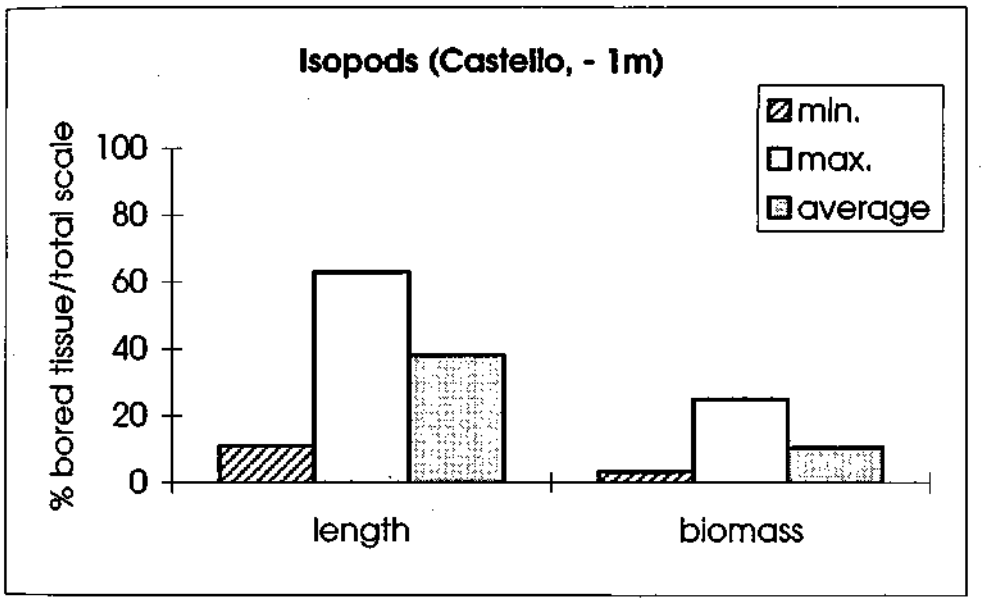
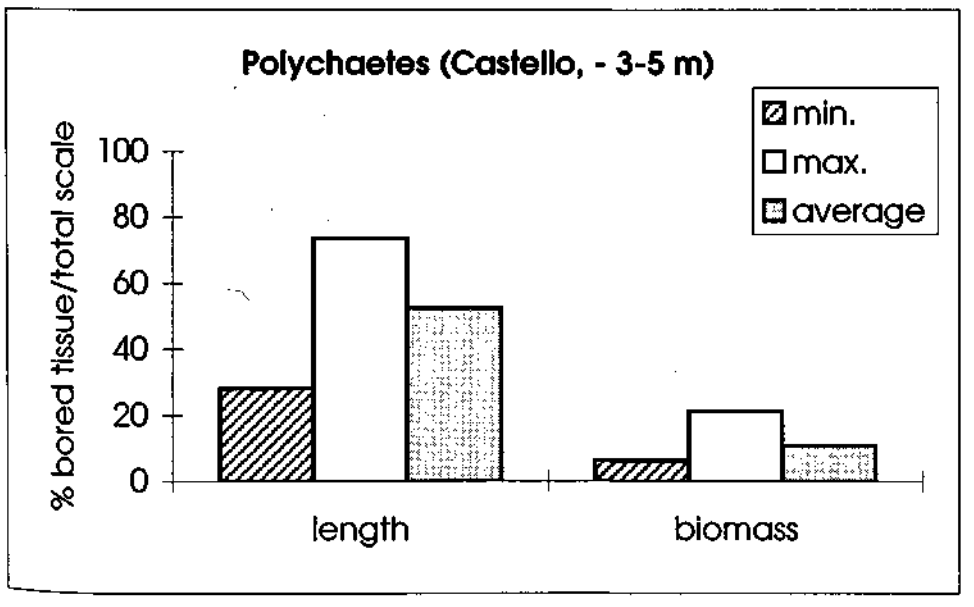


Fig. 1 - A) Living scales and leaf tissues of *Posidonia oceanica* heavily grazed by polychaete borers (arrows); B) a *Posidonia* scale with isopod galleries containing deposited faecal pellets (arrows). Note the intact ligula of the scale and the "alveolar" shape of the galleries.

A) Scaglie e foglie vive di Posidonia oceanica *con evidenti tracce di grazing da parte di policheti perforatori (frecce); B) scaglia di* Posidonia *con gallerie di isopodi contenenti le fecal pellets depositate (frecce). Da notare la ligula intatta della scaglia e la forma "alveolare" delle gallerie.*

The gut content analysis for the two species of *Lysidice* is shown in Fig. 3. The mean indices of gut fullness (If) for *L. ninetta* were 40%, 55% and 60% for small, medium and large specimens, respectively. For *L. collaris* the If were 35%, 40% and 55% for the same sizes.





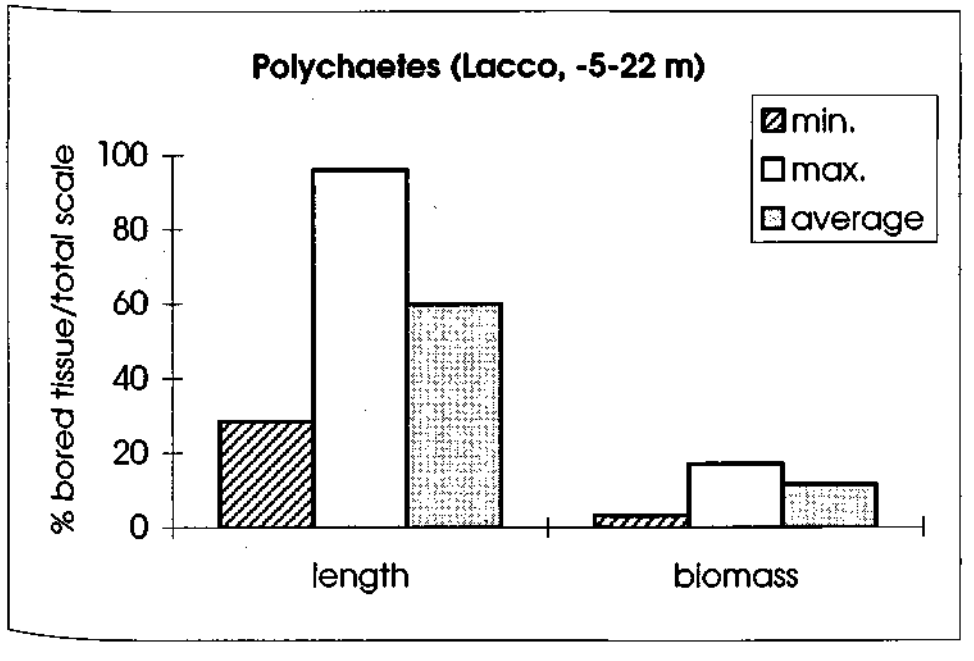


Fig. 2 - Percentages of scale biomass and of length of the scales from which such biomass was removed by isopod and polychaete borers in the studied *Posidonia* samples.
Percentuali di biomassa e di lunghezza di scaglia da cui è stata rimossa tale biomassa, da isopodi e policheti perforatori nei campioni di Posidonia *studiati.*

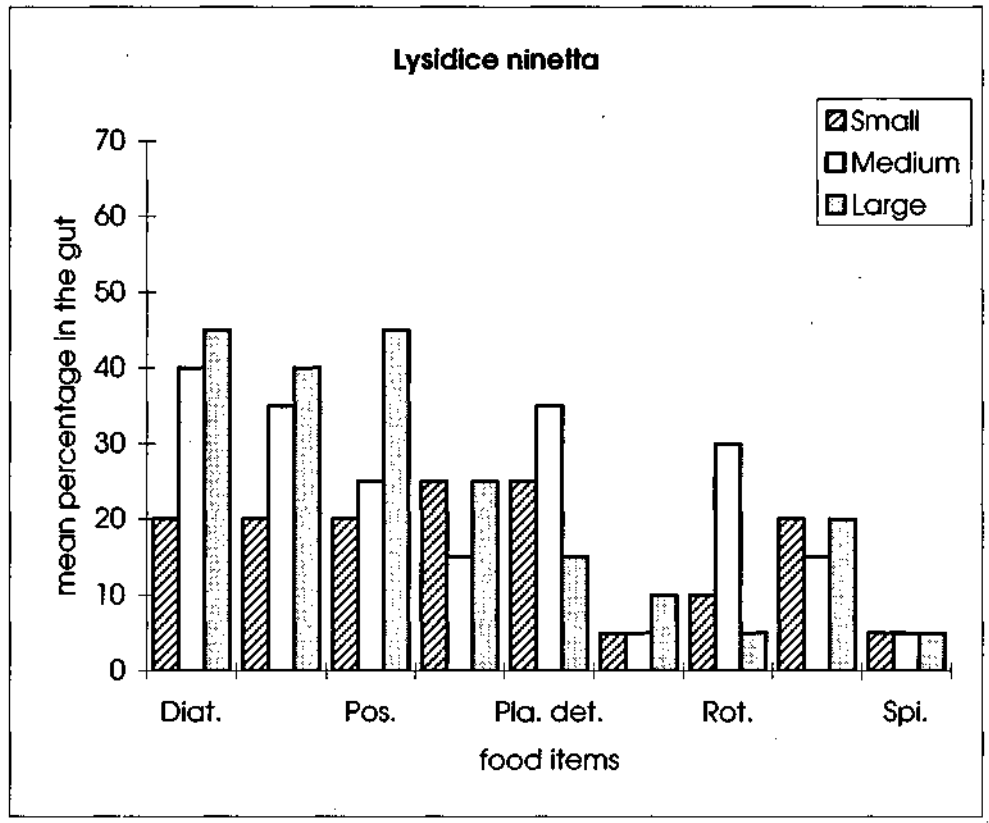


Fig. 3 - Percentages of the occurrence of the various plant and animal items inside of the gut content of the two most common species of the borer polychaetes *Lysidice ninetta* and *L. collaris*, according to the size of the specimens. Diat. = benthic diatoms; Inorg. det. = inorganic detritus; Pos. = living *Posidonia* tissues; Pos. det. = detritus of *Posidonia*; Pla. det. = unidentified plant detritus; Macr. = macroalgae; Rot. = Rotifera; Bry. = Bryozoa; Spi. = spicules of sponges.

Percentuale della presenza di items vegetali ed animali nel contenuto stomacale dei policheti perforatori Lysidice. ninetta *e* L. collaris, *rispetto alla taglia degli animali. Diat .= diatomee bentoniche; Inorg. det. = detrito inorganico; Pos. = tessuti viventi di* Posidonia; *Pos. det. = detrito di* Posidonia; *Pla. det. = detrito vegetale non identificato; Macr. = macroalgae; Rot. = Rotifera; Bry. = Bryozoa; Spi. = spicole di spugne.*

For both species a relatively high percentage of the food items was represented by *Posidonia* tissues, both living and detrital, that were particularly abundant in the large specimens (70% in *L. ninetta* and 65% in *L. collaris*), although relatively well represented also in the other size classes (Fig. 3). Relatively high was also the occurrence of unidentified plant detritus, and of macroalgae and diatoms (these latter probably ingested as epiphytes of the other plant items). As a whole the "plant" items dominate in the diet of both species, regardless of size, while for the animal items only Rotifera and Bryozoa occurred with relatively high values. The most pronunced differences among the two species were recognizable by a higher occurrence of inorganic detritus in *L. ninetta*, while higher values of living *Posidonia* tissues and of Bryozoa were observed for *L. collaris* (Fig. 3). From these first observations it is evident that the scale tissues removed during boring activity are actually ingested by worms and utilized as food. In addition, a certain degree of diet differentiation and resource partitioning was shown by the two congeneric species of *Lysidice*, and may be interpreted as reducing competition among them.

Members of the genus *Limnoria* are known as plant feeders, consuming tissues of the organisms in which they burrow. An important role in their diet may be played by microflora associated with the animals' exoskeleton and their burrows (El-Shanshoury *et al.*, 1994). In the scales, the borer isopods remove mainly the internal tissues, primarily the mesophyll, with the dual result of getting food and of expanding their microhabitat. Indication of burrows' habitat as housing a substantial microflora may be derived from the occurrence of microbial epigrowth on the body of several specimens (particularly on setae), as appearing also at Scanning microscope examination (Lorenti, pers. observation). Moreover, a number of tunnels' ends in the scales bored by isopods were observed to be filled with their faecal pellets (Fig. 1B), a condition which is likely to enhance microbial growth. We can assume that *Limnoria*'s diet consists in scale tissue and in the microorganisms associated to the microhabitat.

In conclusion, *Posidonia* scales represent an unique and preferential microhabitat for some polychaete and isopod borers, whose feeding and mechanical action have strong ecological implications in enhancing scale fragmentation and decay by microbial activity. Scale fragmentation due to borers may negatively affect the lepidochronological analysis of scales for reconstruction of the past production of the shoots and therefore of the meadow.

In the food-web of the *Posidonia* system, borer organisms enter mainly into the "detritus chain", representing a peculiar group of plant detritivores that consume an unexploited and low palatable resource, and enhance its decay and recycling in the ecosystem. However, in some cases these organisms enter also into the "grazing chain", representing a rare group of direct herbivores of the plant living tissues.

Riassunto

Gli organismi perforatori che vivono all'interno delle scaglie di *Posidonia oceanica*, appartenenti a policheti e crostacei isopodi, vanno ad occupare un microhabitat molto particolare dell'ecosistema che si riteneva colonizzato solo da microrganismi e funghi. Per i policheti sono state riportate 5 diverse specie appartenenti alla famiglia Eunicidae, tra cui le più abbondanti sono *Lysidice ninetta* e *L. collaris*. Tra gli isopodi è stato rinvenuto solo il Limnoridae *Limnoria* sp.

Studi condotti con cadenza stagionale in diverse praterie site nell'isola d'Ischia (Golfo di Napoli) e ad Otranto (Adriatico Meridionale), hanno messo in evidenza una frequenza rilevante del feno-

meno (medie tra il 41% e 73% dei rizomi ospitano perforatori o loro tracce pregresse). Spesso è stato osservato il consumo di basi fogliari vive di *Posidonia*, in alcuni casi anche con il distacco del fascio dal rizoma, tuttavia la percentuale dei rizomi interessati da grazing è risultata piuttosto bassa (medie tra 0,7-4,6% dei rizomi esaminati). La morfologia delle tracce e la loro localizzazione lungo il rizoma si presentano molto ben differenziate tra i due gruppi di perforatori. Gli isopodi colonizzano soprattutto scaglie più recenti (a ligula integra), presentano gallerie di morfologia "alveolare", che si sviluppano, a partire dalla ligula, per circa un terzo della scaglia. I policheti invece, colonizzano di preferenza le scaglie più vecchie formando gallerie sinuose che possono interessare anche l'intera scaglia.

L'impatto degli isopodi sulle scaglie, anche se la percentuale media di biomassa di scaglia rimossa (10,5%) è simile a quella dei policheti (tra 10,9% e 11,6%), è più rilevante poichè concentrato in una porzione più limitata della scaglia (38%) (generalmente la parte apicale), rispetto a quella interessata dai policheti (tra 52,2% e 59,9%), e quindi provoca una maggiore frammentazione e disfacimento della scaglia stessa. Nelle gallerie è stata spesso osservata la deposizione di fecal pellets, soprattutto da parte degli isopodi, che potrebbero aumentare il valore nutritivo del detrito prodotto. L'analisi del contenuto stomacale delle due specie di *Lysidice*, rivela la frequente presenza di tessuti vivi e morti di *P. oceanica* (fino al 65-70% negli esemplari più grandi), ed in misura minore di altro materiale (detrito inorganico, alghe, briozoi). Nella rete trofica dell'ecosistema *Posidonia* i perforatori delle scaglie rappresentano un gruppo unico e non trascurabile di consumatori di detrito che utilizza una risorsa poco sfruttata ed "appetibile" di questa fanerogama, e ne aumenta il disfacimento e riciclo nel sistema; in casi specifici i perforatori si comportano anche come erbivori diretti della pianta.

Acknowledgements

We wish to thank Dr G. Cafiero for his contribution to data collection. Data from Otranto (Southern Adriatic Sea) have been obtained in the framework of the PRISMA-II (CNR) programme. Thanks are due to Drs M.C. Buia and P. Guidetti for sampling at Otranto.

References

BREARLEY A., WALKER D.I. (1993) - Isopod borers in seagrass species from South-Western Australia. In: F.E. Wells, D.I. Walker, H. Kirkman and R. Lethbridge (eds), *Proceedings of the Fifth International Marine Biological Workshop: The Marine Flora and Fauna of Rottnest Island, Western Australia*, Western Australian Museum, Perth, 2: 415-428.

BREARLEY A., WALKER D.I. (1995) - Isopod miners in the leaves of two Western Australian *Posidonia* species. *Aquatic Botany*, **52**: 163-181.

BREARLEY A., WALKER D.I. (1996) - Burrow structure and effects of burrowing isopods (Limnoriidae) in South-Western australian *Posidonia* meadows. In: J. Kuo, R.C. Phillips, D.I. Walker, H. Kirkman (eds), *Seagrass Biology. Proceedings of an International Workshop,* Rottnest Island, Western Australia, 25-29 January 1996: 261-268.

CAFIERO G. (1998) - *Distribuzione spazio-temporale ed autoecologia di invertebrati perforatori di scaglie di* Posidonia oceanica *(L.) Delile.* Thesis, University of Siena (unpublished thesis): 73 pp.

El-SHANSHOURY A.R., MONA M.H., SHOUKR F.A., El-BOSSERY A.M. (1994) - The enumeration and characterization of bacteria and fungi associated with marine wood-boring isopods, and the ability of these microorganisms to digest cellulose and wood. *Marine Biology*, **119**: 321-326.

COOKSON L.S., LORENTI M. (in press) - A new species of Limnoriid seagrass borer (Isopoda) from the Mediterranean. *Crustaceana* (2001).

GAMBI M.C., LORENTI M., BUSSOTTI S., GUIDETTI P. (1997) - Borers in *Posidonia oceanica* scales: taxonomical composition and occurrence. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 384-387.

GAMBI M.C., CAFIERO G. (in press) - Functional diversity in *Posidonia oceanica* ecosytem: an example with polychaete borers of the scales. In: Faranda F., Guglielmo L., Spezie G.C. (eds), *Structure and processes in the Mediterranean ecosystems,* Springer Verlag (2001).

GUIDETTI P., BUSSOTTI S., GAMBI M.C., LORENTI M. (1997) - Invertebrate borers in *Posidonia oceanica* scales: relationships between their distribution and lepidochronological parameters. *Aquatic Botany,* **58**: 151-164.

MAZZELLA L., BUIA M.C., GAMBI M.C., LORENTI M., RUSSO G.F., SCIPIONE M.B., ZUPO V. (1992) - Plant-animal trophic relationships in the *Posidonia oceanica* ecosystem of the Mediterranean Sea: a review. In: D.M. John, S.J. Hawkins , J.H. Price (eds), *Plant-Animal interactions in the marine benthos, Systematics Association Spec. Vol.* 46: 165-187.

MAZZELLA L., GUIDETTI P., LORENTI M., BUIA M.C., ZUPO V., SCIPIONE M.B., RISMONDO A., CURIEL D. (1998) - Biomass partitioning in Adriatic seagrass ecosystems (*Posidonia oceanica, Cymodocea nodosa, Zostera marina*). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **35**: 562-563.

PERGENT G. (1990) - Lepidochronological analysis of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: a standardized approach. *Aquatic Botany*, **37**: 39-54.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 262-264

R.A. Cavallo, C. Caroppo, L. Stabili, C. Rizzi, T. Vozza

Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" C.N.R., Via Roma 3 - 74100 Taranto, Italia.

STUDIO DELLE RELAZIONI TRA BATTERI ETEROTROFI E FITOPLANCTON NEL MAR PICCOLO DI TARANTO

STUDY OF RELATIONSHIPS BETWEEN HETEROTROPHIC BACTERIA AND PHYTOPLANKTON IN THE MAR PICCOLO OF TARANTO

Abstract

Heterotrophic bacterial and phytoplanktonic communities were investigated in the Mar Piccolo of Taranto. These two components were significantly correlated in the inner area of the basin, but not in the external one. This could depend on different trophic and hydrodynamic conditions.

***Key-words**: heterotrophic bacteria, phytoplankton, Mar Piccolo, Ionian Sea.*

Introduzione

Gli studi di Pomeroy (1980) hanno evidenziato che i processi trofico-dinamici delle comunità planctoniche sono molto più complessi di quanto suggerito dai classici modelli di catena alimentare. Il termine "microbial loop" è stato coniato da Azam *et al.* (1983) per indicare le interazioni tra fitoplancton, batteri e protozoi. Negli ecosistemi marini planctonici un'ampia porzione del flusso di energia viene mediata dai batteri che utilizzano il materiale organicato dai produttori primari e possono competere con il fitoplancton nell'utilizzo dei nutrienti. Ciò determina una relazione tra i batteri ed il fitoplancton variabile nei diversi ecosistemi (del Giorgio *et al.*, 1997; Delille *et al.*, 1995; Ducklow *et al.*, 1993; Gasol *et al.*, 1998). Scopo del presente lavoro è stato l'analisi quali-quantitativa della flora batterica eterotrofa e del fitoplancton, nonché delle loro relazioni, nel Mar Piccolo di Taranto, un bacino paragonabile, per le sue particolarità idrografiche e biologiche, ad un lago salmastro.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati condotti stagionalmente (ottobre 1996-settembre 1997) in due stazioni (rispettivamente A e B) del I e II Seno del Mar Piccolo. I batteri eterotrofi sono stati identificati seminando 0,1 ml di acqua per "spread plate" su Marine Agar. Le piastre sono state incubate a 22 °C per 7 gg e le colonie cresciute sono state isolate "at random" ed identificate in base alla risposta a test morfologici, biochimici e colturali (Holt *et al.*, 1994). L'analisi del fitoplancton è stata eseguita secondo il metodo di Utermöhl (1958) su campioni fissati con formalina neutralizzata (concentrazione finale 2%).

Risultati

I valori più elevati dei batteri eterotrofi sono stati rinvenuti in estate ($6,6 \times 10^5$ e $2,0 \times 10^5$ CFU ml^{-1} rispettivamente nel I e II Seno) (Fig. 1). Le maggiori abbondanze fitoplanctoniche sono state, invece, osservate in primavera nel I Seno ($9,4 \times 10^2$ cell ml^{-1}) ed in estate nel II Seno ($5,4 \times 10^2$ cell ml^{-1}).

I coefficienti di correlazione tra le due componenti esaminate hanno evidenziato l'assenza di una relazione significativa nel I Seno ($r = -0,12$) ed una correlazione positiva significativa ($r = 0,87$, $p < 0,05$) nel II Seno.

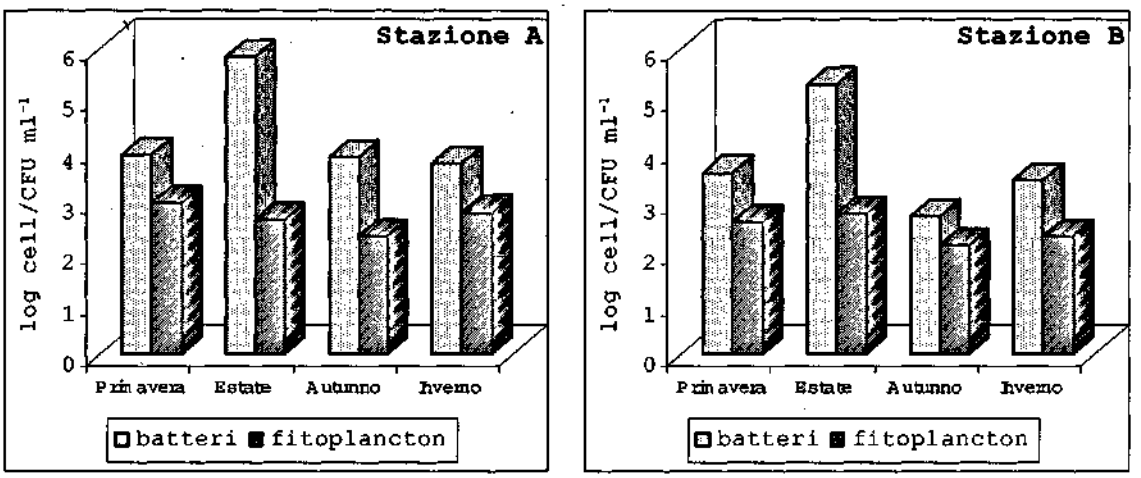


Fig. 1 - Andamento stagionale delle abbondanze batteriche e fitoplanctoniche nel Mar Piccolo con relativi indici di correlazione.

Seasonal trend of bacterial and phytoplanktonic abundances in Mar Piccolo with relative correlation indeces.

Dal punto di vista qualitativo la comunità batterica non è variata durante le stagioni ed *Aeromonas* è risultato il genere predominante in entrambe le stazioni (35%). Nella stazione A la famiglia delle *Enterobacteriaceae* è stata identificata con una percentuale pari al 10,7%, *Acinetobacter* ha rappresentato il 7,1%, *Photobacterium*, *Pseudomonas* e *Flexibacter* sono stati isolati con valori inferiori al 5%; tra i batteri Gram+ hanno predominato i cocchi (22%). Nella stazione B *Photobacterium* è stato identificato con una frequenza pari all'11% mentre *Pseudomonas* ed *Alcaligenes* con una percentuale pari a circa il 5%; tra i Gram+ i cocchi ed i bacilli sono stati ritrovati con valori confrontabili (18-20%). La composizione del popolamento fitoplanctonico ha evidenziato una prevalenza di diatomee nella stazione A (64,8%) mentre i dinoflagellati hanno raggiunto abbondanze confrontabili nelle due stazioni (16,7%). I coccolitoforidi ed i fitoflagellati sono stati riscontrati con valori più elevati nel II Seno (6,2 e 23%) rispetto al I Seno (1,9 e 16,7%).

Discussione

Il Mar Piccolo di Taranto costituisce un esempio di biotopo "confinato", caratterizzato da elevati tempi di residenza delle acque e dall'apporto di nutrienti provenienti sia da sorgenti sottomarine che da scarichi urbani. In particolare, il I Seno è assimilabile ad un tipico ambiente costiero mentre il II, a causa dello scarso idrodinamismo e dei maggiori apporti terrigeni, è paragonabile ad un bacino salmastro. Questa situazione si riflette in una differente successione della comunità fitoplanctonica (Caroppo e Cardellicchio, 1995). Sulla base di tali con-

siderazioni si può spiegare il motivo della diversa relazione tra le due componenti planctoniche nei due Seni. Nel I Seno l'elevata densità fitoplanctonica primaverile determina, da un lato, un incremento della sostanza organica e dall'altro una riduzione dei nutrienti disponibili inducendo uno sfasamento temporale nello sviluppo del popolamento batterico che raggiunge, infatti, i valori più elevati in estate. Nel II Seno, invece, la crescita batterica e quella fitoplanctonica, entrambe favorite in estate dalle condizioni ambientali ottimali, sono sincronizzate poiché non si verifica competizione per i nutrienti sempre particolarmente abbondanti in questo ambiente.

Bibliografia

AZAM F., FENCHEL T., FIELD J.G., GRAY J.S., MEYER-REIL L.A., THINGSTAD F. (1983) - The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **10**: 257-263.

CAROPPO C., CARDELLICCHIO N. (1995) - Preliminary study on phytoplankton communities of Mar Piccolo in Taranto (Jonian Sea). *Oebalia*, **21**: 61-76.

DEL GIORGIO P.A., COLE J.J., CIMBLERIS A. (1997) - Respiration rates in bacteria exceed phytoplankton production in unproductive aquatic systems. *Nature*, **385**: 148-151.

DELILLE D., FIALA M., ROSIERS C. (1995) - Seasonal changes in phytoplankton and bacterioplankton distribution at the ice-water interface in the Antarctic neritic area. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **123**: 225-233.

DUCKLOW H.W., KIRCHMANN D.L., QUINBY H.L., CARLSON C.A., DAM H.G.(1993) - Stocks and dynamics of bacterioplankton carbon during the spring bloom in the eastern North Atlantic Ocean. *Deep Sea Res.*, **40**: 245-263.

GASOL G.M., DOVAL M.D., PNHASSI J., CALDERÓN-PAZ J.I., BOIXAREU N.G., VAQUÉ D., PEDRÓS-ALIÓ C. (1998) - Diel variations in bacterial heterotrophic activity and growth in the northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **164**: 107-124.

HOLT J.G., KRIEG N.R., SNEATH P.H.A., STALEY J.T., WILLIAMS S.T. (1994) - *Bergey's manual of determinative bacteriology, 9th ed.* Williams & Wilkins, Baltimore.

POMEROY L.R. (1980) - Microbial roles in aquatic foodwebs. In: Colwell R.R., Foster J. (eds.), *Aquatic Microbial Ecology*, University of Maryland Sea Grant, College Park, Md: 85-109.

UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, **9**: 1-38.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 265-268

G. Gentile, M. De Domenico, L. Giuliano,
M. Leonardi, E. De Domenico *

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.
* Ist. Sper. Talassografico, CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98100 Messina, Italia.

DISTRIBUZIONE DELLE COMUNITÀ MICROBICHE ETEROTROFICHE E DELL'ATTIVITÀ BATTERICA ESOPROTEOLITICA NEI SEDIMENTI IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE TESSITURALI (EGADI '96)

DISTRIBUTION OF HETEROTROPHIC MICROBIAL COMMUNITIES AND EXOPROTEOLYTIC BACTERIAL ACTIVITY IN SEDIMENTS IN RELATION TO TEXTURAL CHARACTERISTICS (EGADI '96)

Abstract

A bacteriological analysis was carried out in an area of Egadi Islands, Sicily. The bacterial exoproteolytic activities (AEP) showed good relations with the textural characteristics in sediments, on the contrary of the colony forming units (CFU) distribution on Marine Agar (Difco).

Key-words: *microbial heterotrophic communities, textural features, MCA-Leu, ectoproteolytic activity.*

Introduzione

L'area delle Isole Egadi (Mar Tirreno meridionale), governata da un intenso regime idrodinamico, è ancora scarsamente studiata. A tale scopo essa è stata campionata per l'analisi della distribuzione delle comunità batteriche eterotrofiche capaci di crescere (CFU) su terreno Marine Agar (Difco) e della loro attività esoproteolitica (AEP) in relazione alle caratteristiche tessiturali nei sedimenti. Esiste infatti una grossa correlazione tra la quantità di materia organica e le comunità batteriche bentoniche, la cui attività può dare una indicazione della proporzione della sostanza organica formata in superficie e trasportata in profondità.

Materiali e metodi

Sono state esaminate complessivamente 11 stazioni distribuite lungo tre transetti. I campioni di sedimento sono stati prelevati mediante un box corer che presentava una superficie di campionamento di 0,08 dm^2 ed un volume di 16 dm^3. Da ciascun campione di sedimento sono state prelevate, mediante inserimento orizzontale di provettoni sterili, le minicarote in corrispondenza rispettivamente della superficie (EPI), dello strato immediatamente sottostante (TOP), del centro a circa 15 cm di profondità (INT) e nella parte più bassa del campione (BOT). Per quanto riguarda la valutazione delle cariche batteriche vitali si è proceduto alla conta delle unità formanti colonie (CFU) su terreno Marine Agar (Difco), mentre per la stima quantitativa dell'attività esoproteolitica (Hoppe 1983, 1993) è stato utilizzato il substrato fuorogenico MCA-Leu: il complesso molecolare MCA-Leu è privo di fluorescenza e l'idrolisi di questo substrato, da parte delle proteasi, libera il cromoforo MCA fluorescente. Le letture, in unità di fluorescenza (UF), sono state effettuate per mezzo di uno spettrofluorimetro HITACHI-

F-200. Le misure granulometriche sono state ottenute mediante setacciamento meccanico del campione essiccato fino ad un diametro di 63 μm (Buchanam e Kain, 1971). La stima del contenuto percentuale di sostanza organica è stata effettuata in accordo con il metodo proposto da Stern (1981), attraverso il peso secco delle ceneri libere.

Risultati

Dalle analisi effettuate risulta che la porzione granulometrica più grossolana è ubicata nella zona meridionale dell'area presa in esame a testimonianza di un regime idrodinamico più intenso; la zona settentrionale invece è caratterizzata da sedimenti con componente pelitica piuttosto elevata (interessante da correlare con l'AEP e con la concentrazione delle comunità batteriche eterotrofiche). In contrapposizione con la distribuzione irregolare delle CFU, l'andamento della S.O.% era abbastanza omogeneo. I valori di AEP diminuivano all'aumentare della profondità dello strato sedimentario analizzato e in generale erano mediamente più elevati nella zona più settentrionale.

Conclusioni

L'andamento della S.O.% nei sedimenti superficiali presenta una stretta relazione col regime idrodinamico evidenziato dalle caratteristiche granulometriche; infatti la S.O.% mostra valori minimi nell'area meridionale a maggiore idrodinamismo (Fig. 1 A e B). Nella zona centrale la presenza nei sedimenti di fibre vegetali riferibili a resti di *Posidonia oceanica* (che ricoprono i sedimenti con un feltro compatto dello spessore anche di alcuni centimetri) testimonia peraltro apporti laterali in relazione al calo del regime idrodinamico. L'area settentrionale (a minore idrodinamismo) agisce come ambiente di sedimentazione per la sostanza organica proveniente da livelli batimetrici superiori (Leonardi *et al.*, 1998). Il maggiore contenuto di sostanza organica nell'area settentrionale è in accordo anche con i valori di CFU che si dimostrano anch'essi relativamente elevati in questa zona (Fig. 1 C). L'AEP trova il suo massimo di velocità nella parte più settentrionale dell'area esaminata (Fig. 1 D) e mostra un andamento in linea di massima sovrapponibile con quello delle CFU e degli altri parametri messi a confronto. Anche la distribuzione dell'AEP riflette l'idrodinamismo dell'area di campionamento. Il suo decremento dalla superficie al fondo dei sedimenti risulta essere meno rapido rispetto a quanto riscontrato nell'Oceano Indiano meridionale (Talbot e Bianchi, 1997) dove si evidenzia già a 10 cm di profondità un'AEP del 10% inferiore rispetto a quella della superficie del sedimento. Questo decremento non é risultato costante nel Tirreno meridionale (De Domenico *et al.*, 1996) e nemmeno nel Mediterraneo Nord-occidentale (Tholosan *et al.*, 1999) dove i valori di attività mostrano invece, in funzione della profondità, un andamento piuttosto irregolare.

Bibliografia

BUCHANAN J.B., KAIN J.M. (1971) - Measurement of the physical and chemical environment. In: Holme N.A. & McIntyre A.D. (eds), *Methods for the study of marine benthos*: 334.

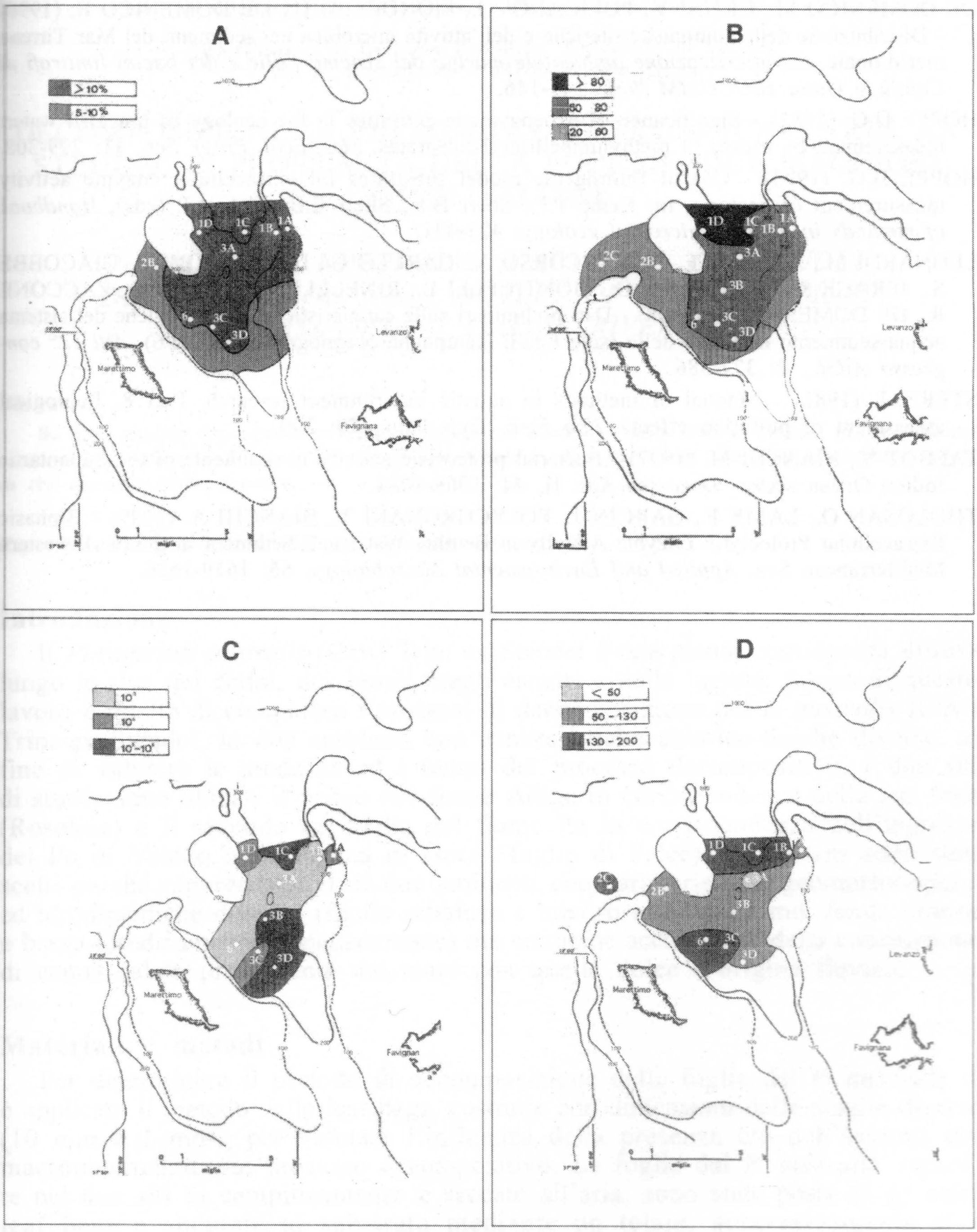


Fig. 1 - Area di campionamento. A: distribuzione della percentuale di sostanza organica totale nei sedimenti superficiali; B: distribuzione del contenuto di peliti (g%) nei primi 30 cm di sedimento; C: distribuzione dei conteggi batterici vitali (CFU ml^{-1}); D: distribuzione dell'attività esoproteolitica.

Sampling area. A: percentage of organic carbon in the sediments surface; B: pelits content (g%) in the first 30 cm of sediment; C: Distribution of bacterial viable counts (CFU ml^{-1}); D: distribution of exoproteolytic microbial activity.

DE DOMENICO M., BRUNI V., PULICANO' G., MONDELLO D., DE DOMENICO E. (1996) - Distribuzione delle comunità batteriche e dell'attività microbica nei sedimenti del Mar Tirreno meridionale. *Caratterizzazione ambientale marina del sistema Eolie e dei bacini limitrofi di Cefalù e Gioia (EOCUMM '95):* 141-146.

HOPPE H.G. (1983) - Significance of exoenzymatic activities in the ecology of brackish water: measurement by means of methylumbelliferyl-substrates. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **11:** 299-308.

HOPPE H.G. (1993) - Use of fluorogenic model substrates for extracellular enzyme activity measurement of bacteria. In: Kemp P.F., Sherr B.F., Sherr E.B., Cole J.J. (eds), *Handbook of methods in aquatic microbial ecology*: 423-431.

LEONARDI M., AZZARO F., BONACCORSO A., CARUSO G., DECEMBRINI F., GIACOBBE S., JERACE S., MONDELLO D., MONTICELLI L., RINELLI P., SPANO' N.C., ZACCONE R., DE DOMENICO E. (1998) - Dati preliminari sulle caratteristiche idrobiologiche del sistema acqua-sedimento nell'area delle Isole Egadi (campagna oceanografica EGA'96). *Atti 12° congresso AIOL.*, **2**: 377-386.

STERN J. (1981) - Manual of methods in aquatic environment research. Part 8. Ecological assessment of pollution effects. *Fao Fish. Tech. Pap.*, **70**: 209.

TALBOT V., BIANCHI M. (1997) - Bacterial proteolytic activity in sediments of the Subantartic Indian Ocean sector. *Deep-sea Res.* II, **44**: 1069-1084.

THOLOSAN O., LAMY F., GARCIN J., POLYCHRONAKI T., BIANCHI A. (1999) - Biphasic Extracellular Proteolytic Enzyme Activity in Benthic Water and Sediment in the Northwestern Mediterranean Sea. *Applied and Environmental Microbiology,* **65**: 1619-1626.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 269-271

F. GUANDALINI, R. NOVELLI, G. ROSSI, M. RIMBANO, E.A. FANO.

Dipartimento di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,
Via L. Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.

DECOMPOSIZIONE DI *PHRAGMITES AUSTRALIS* (CAV.) TRIN. EX STEUDEL IN PROSSIMITÀ DELLA FOCE DEI DUE MAGGIORI FIUMI ITALIANI

PHRAGMITES AUSTRALIS *(CAV.) TRIN. EX STEUDEL DECOMPOSITION NEAR OUTLET OF THE TWO MOST IMPORTANT ITALIAN RIVERS*

Abstract

We have studied decomposition rates of Phragmites australis *(Cav.) Trin. ex Steudel in two different ecotonal environments. The role of macrofauna should be less important than that of microorganisms in the decomposition process.*

Key-word: Phragmites australis, *decomposition, macrofauna.*

Introduzione

Il *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel è una pianta cosmopolita diffusa lungo le rive dei fiumi, dei canali, negli estuari e nelle lagune. Scopo di questo lavoro è quello di comparare i processi di decomposizione del *P. australis* (Cav.) Trin. ex Steudel, in due ambienti con caratteristiche chimico-fisiche diverse, al fine di valutare le modalità ed i tempi del processo decompositivo. I due siti di studio sono ubicati il primo nel fiume Adige in corrispondenza della sua foce (Rosolina) e il secondo nel Delta del fiume Po in corrispondenza dell'ingresso del Po di Volano nella laguna di Goro (Taglio di Falce). Questi siti sono stati scelti perché rappresentativi di due ambienti con caratteristiche geomorfologiche ed idrodinamiche diverse, (fondo sabbioso e intenso idrodinamismo, fondo limoso e basso idrodinamismo rispettivamente) ma entrambe accomunate dalla commistione di acqua salata proveniente dal mare con quella dolce d'origine fluviale.

Materiali e metodi

Per determinare il periodo di decomposizione delle foglie del *P. australis* si è applicato il metodo delle leaf bags, costruite con dimensioni delle maglie diverse (10 mm e 1 mm), per valutare l'influenza della presenza e/o dell'assenza dei macroinvertebrati sul processo decompositivo. Le foglie del *P. australis,* raccolte nei due siti di campionamento e seccate all'aria, sono state poste (5 g) nelle leaf bags e ancorate al substrato mediante un telaio; successivamente si è provveduto alla raccolta periodica di 5 repliche, per ogni tipo di contenitore. In laboratorio è stata separata la componente animale dal detrito vegetale, determinando su questo il peso secco (in stufa a 90°C per 72 h), il contenuto in ceneri e la biomassa AFDW (in muffola a 550°C per 4 h). La velocità del processo di decomposizione è stato calcolato mediante il coefficiente K (Olson, 1963); $K_t = \ln(W_0/W_t)$, dove W_0 è la quantità iniziale di AFDW e W_t è la quantità

di AFDW al tempo t. La componente animale, classificata tassonomicamente e funzionalmente, esprimendone la densità come numero di individui su grammi di AFWD rimasta, non differisce significativamente tra i siti considerati.

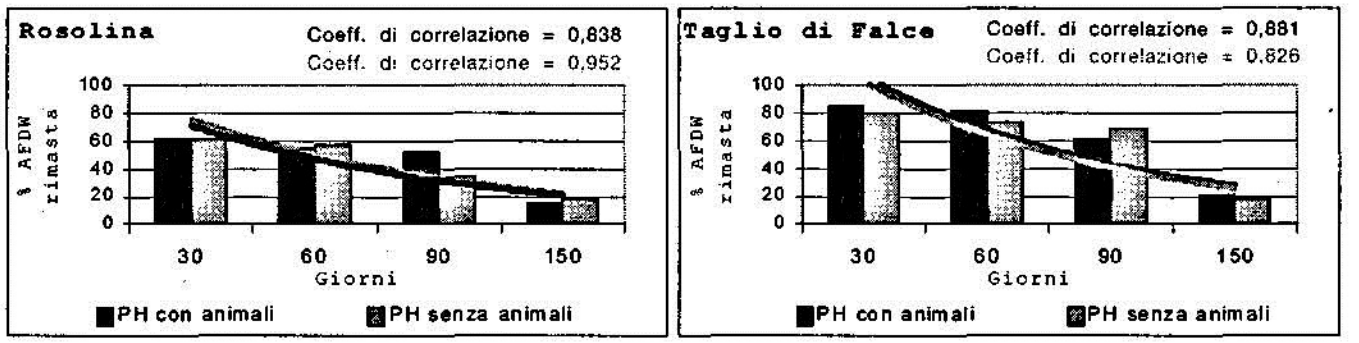


Fig. 1 - Tasso di decomposizione espresso come % di AFDW.
Decomposition rate expressed as AFDW remained.

Tab. 1 - Coefficiente di decomposizione K (Olson); ph = *Phragmites.*
Trend of decomposition, K (Olson); ph = Phragmites.

Giorni	30	60	90	150
Ph. animali Rosolina	0,48	0,60	0,64	1,82
Ph. senza animali Rosolina	0,50	0,55	1,12	1,68
Ph. animali Taglio Falce	0,16	0,21	0,48	1,57
Ph. senza animali Taglio Falce	0,23	0,29	0,38	1,73

Risultati e discussione

La perdita in peso del detrito vegetale nei due siti segue il modello esponenziale proposto da Olson (1963) (Fig. 1). Confrontando le percentuali di AFDW rimaste a 60 gg. si può notare come il processo sia più veloce a Rosolina (54%) rispetto a Taglio di Falce (80%). La differenza nella velocità del processo potrebbe essere dovuta ai diversi valori di salinità e di saturazione dell'ossigeno rilevati (salinità 3‰ e 20‰, ossigeno 103% e 85% rispettivamente a Rosolina e a Taglio di Falce). Dopo 150 gg. la velocità di decomposizione nei due siti è equivalente. Nelle stazioni di campionamento il ruolo dei macroinvertebrati sembra essere meno importante rispetto a quello dei microrganismi (popolazioni batteriche e fungine), in quanto le leaf bags colonizzate anche dai primi presentano un tasso di decomposizione più lento (esemplificato dal coefficiente di decomposizione K, Tab. 1) rispetto alle leaf bags colonizzate solo dai microrganismi. Questi risultati sono attribuibili ad un probabile controllo operato sulle popolazioni microbiche da parte dei macroinvertebrati (Bärlocher, 1980). La densità dei macroinvertebrati (n ind/g di AFDW rimasta) (Tab. 2) ha un andamento simile nei due siti, sebbene a Rosolina la densità sia maggiore rispetto a Taglio di Falce. L'abbondanza dei gruppi funzionali (Tab. 2) è simile nei siti: un'iniziale prevalenza di detritivori è sostituita da una dominanza degli scrapers, capaci di "raschiare" il detrito e le popolazioni microbiche ad esso associate.

Tab. 2 - Densità animale (n ind/g AFDW rimasta) e andamento dei gruppi trofici (SC = scrapers; DF = deposit feeders; SF = suspension feeders; SDF = surface deposit feeders; SSDF = sub-surface deposit feeders); dens = densità.

Macrobenthic density (n ind/g AFDW remained) and functional groups (SC = scrapers; DF = deposit feeders; SF = suspension feeders; SDF = surface deposit feeders; SSDF = sub-surface deposit feeders); dens = density.

Giorni	30	60	90	150
Dens.Rosolina	1,54	5,77	52,81	149,41
Dens.Taglio Falce	12,63	30,25	45,15	63,39
SC Taglio Falce	6,31	7,64	40,88	58,79
SSDF Taglio Falce	6,31	13,19	2,89	0,00
SDF Taglio Falce	0,00	9,42	1,10	0,00
SF Taglio Falce	0,00	0,00	0,28	4,60
SC Rosolina	1,10	0,00	3,47	143,02
DF Rosolina	0,44	5,77	49,34	6,39

Conclusioni

I risultati ottenuti confermano tempi di decomposizione diversi nei due ambienti, dovuti alle loro caratteristiche chimiche, evidenziando l'importanza sia della componente microbica nel processo di decomposizione, in accordo con i dati bibliografici (Tanaka, 1991), sia l'importanza degli scrapers.

Bibliografia

BARLOCHER F. (1980) - Leaf-eating invertebrates as competitors of aquatic hyphomycetes. *Oecologia*, **47**: 303-306.

OLSON J.S. (1963) - Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological system. *Ecology*, **44**: 322-331.

TANAKA T. (1991) - Microbial decomposition of reed (*Phragmites communis*) leaves in a saline lake. *Hydrobiologia*, **220**: 119-129.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 272-277

M. MINGAZZINI, L. ONORATO, C.R. FERRARI *

Istituto di Ricerca Sulle Acque, C.N.R., Via della Mornera, 25
20047 Brugherio, Milano, Italia.
* ARPA Emilia-Romagna, Struttura Oceanografica Daphne, Cesenatico, Forlì, Italia.

DISTRIBUZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA DISCIOLTA (DOM) LUNGO LA COLONNA D'ACQUA: INFLUENZA DEI PROCESSI DI MISCELAZIONE E DI PRODUZIONE FITOPLANCTONICA

WATER COLUMN DISTRIBUTION OF DOM: ROLE OF WATER MIXING AND PHYTOPLANKTON PRODUCTION

Abstract

The process of riverine water mixing strongly affects DOM distribution in marine areas exposed to the Po River delta. Fluorescence spectroscopy was used to discriminate between autochthonous and allochthonous DOM in different sampling areas. While both terrestrial humic and recently produced DOM components were strictly related to the salinity in estuarine zone, the vertical DOM distribution in a sampling station far from the Po River delta provided clear evidence for the process of phytoplankton DOM production in the pycnocline layer.

Key-words: *DOM, mixing process, phytoplankton DOM production.*

Introduzione

La complessità chimica delle componenti naturali della sostanza organica disciolta (DOM), che sono presenti in miscela in acque marine, rende particolarmente difficoltoso lo studio dei processi che controllano la distribuzione del carbonio organico in mare. Le condizioni di elevata diluizione e di rimescolamento delle masse d'acqua tendono infatti a ridurre le concentrazioni della DOM a livelli troppo bassi per poter effettuare analisi composizionali senza dover ricorrere a laboriose procedure di preconcentrazione di grandi volumi di campione (Coble, 1996). Questo in particolare ha determinato la generale tendenza a concentrare la ricerca sugli ambienti costieri ed estuariali, in quanto più ricchi di DOM (Laane e Kramer, 1991). Se da un lato le più alte concentrazioni di carbonio organico possono essere più facilmente rilevate in questi ambienti, dall'altro l'importanza degli apporti terrigeni alloctoni potrebbe mascherare il contributo della produzione autoctona di DOM, originata dal fitoplancton (De Souza Sierra *et al.*, 1997). Su quest'ultimo processo soprattutto restano quindi carenze conoscitive, legate alla insufficienza dei rilevamenti in campo (Chen e Bada, 1992). In questa indagine è stata studiata la distribuzione della DOM lungo la colonna d'acqua, confrontando ambienti nord-adriatici diversamente esposti all'influenza degli apporti terrigeni del delta del Po, con l'obiettivo di individuare la produzione *in situ* del fitoplancton. A tale scopo è stata adottata l'analisi spettrofluorimetrica, quale tecnica sufficientemente sensibile e selettiva per discriminare differenti componenti della DOM contemporaneamente presenti nei campioni (Mopper e Schultz, 1993).

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati in Adriatico settentrionale (Fig. 1) durante tre campagne di prelievo, ed hanno interessato un'area più direttamente influenzata dagli apporti del delta del Po (Area Nord: giugno '97 Staz. 1, 2, 3; febbraio '98 Staz. 4, 5, 6) ed una più a sud, 20 Km al largo di Cesenatico (giugno '98, Staz. 14). I campioni sono stati prelevati lungo la colonna d'acqua a diverse profondità, riportate in Fig. 2.

La tecnica spettrofluorimetrica a scansione sincrona è stata utilizzata per la determinazione della DOM. Su tutti i campioni filtrati (GF/F 0,7 μm) ed analizzati in laboratorio secondo il metodo riportato in Mingazzini *et al.* (1995) sono state rilevate le due diverse componenti della DOM, che corrispondono ai due segnali di fluorescenza, rispettivamente nell'UV (276 nm Ex max) e nel visibile (>300 nm Ex max). La prima componente (A), è riferita a sostanza organica relativamente "giovane", prodotta da attività biologica recente, detta di tipo amminoacidico (Traganza, 1969), mentre la seconda (B) è generalmente riferita a materiale organico più vecchio, quali i composti di tipo umico (Mopper e Schultz, 1993).

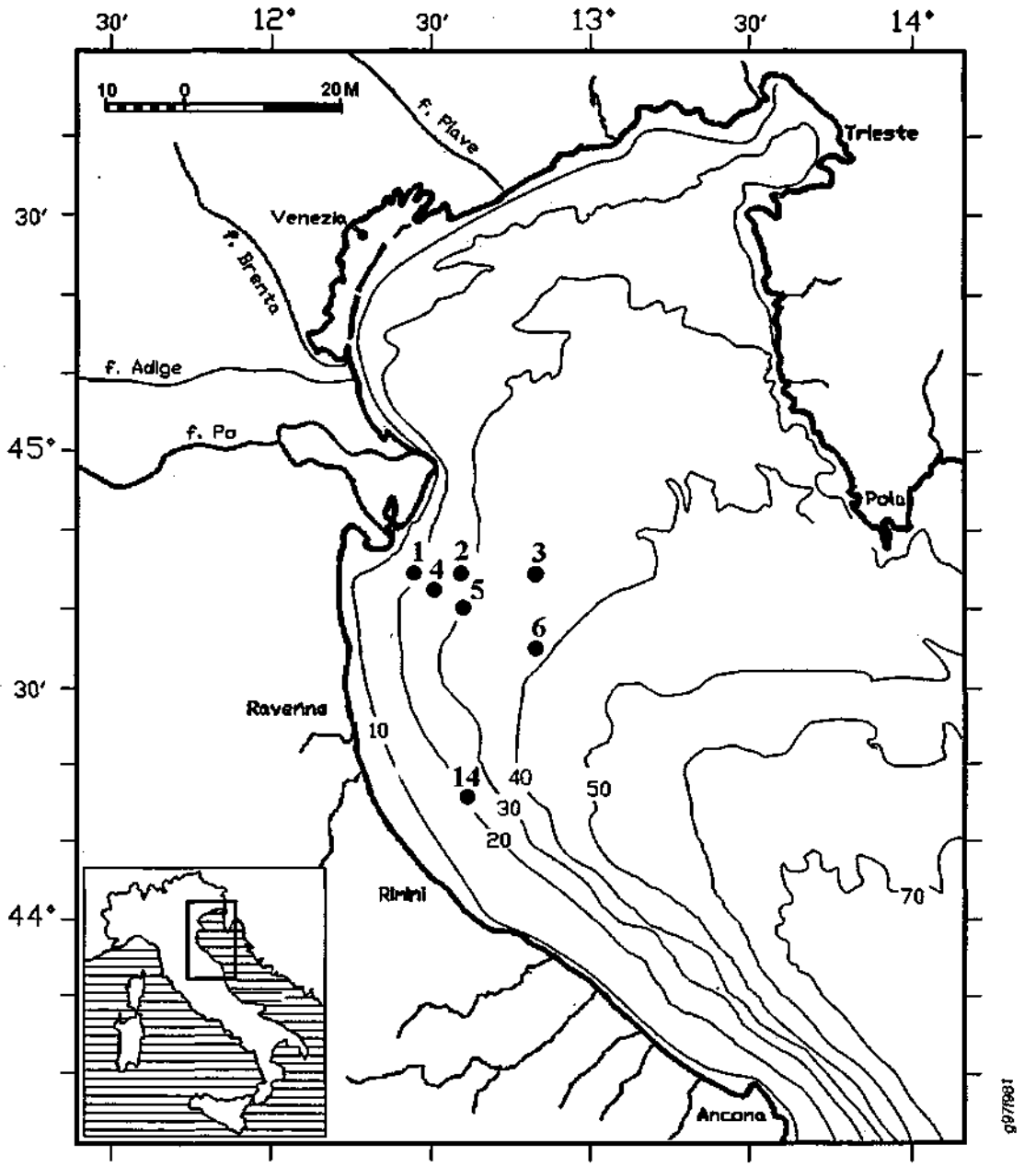


Fig. 1 - Stazioni di prelievo: 1, 2, 3 (giugno '97); 4, 5, 6 (febbraio '98) e 14 (giugno '98).
Sampling stations: 1, 2, 3 (June '97); 4, 5, 6 (February '98) and 14 (June '98).

Risultati e Discussione

In Fig. 2 sono riportati i risultati relativi ai prelievi – invernale ed estivo – dell'Area Nord (Fig. 2a = febbraio '98, Fig. 2b = giugno '97) e della stazione di Cesenatico (Fig. 2c = giugno '98). Parallelamente alla salinità (psu) sono riportati i profili, lungo la colonna d'acqua, delle intensità di fluorescenza (U.F. = unità relative) rispettivamente misurate per le componenti della DOM di tipo umico (B) ed amminoacidico (A). Le relazioni rilevate tra le due singole componenti e la salinità, utilizzata come indicatore del grado di miscelazione delle acque fluviali e marine, sono riportate nella Fig. 3.

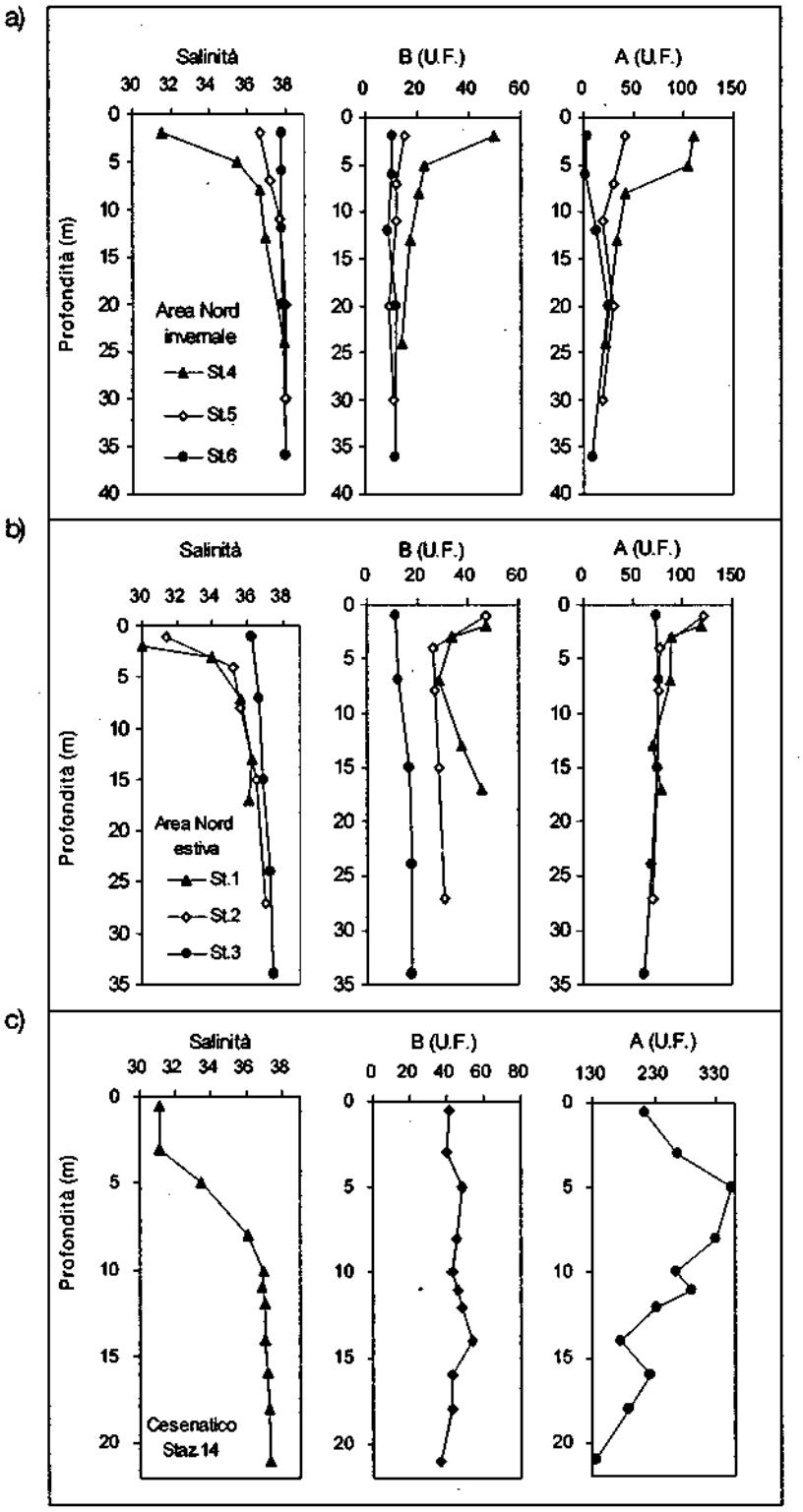


Fig. 2 - Profili verticali dei valori di: salinità, fluorescenza di B e di A, riferiti ai prelievi di: Area Nord - invernale (a), Area Nord - estivo (b), Cesenatico - estivo (c).

Vertical profiles of: salinity and B and A fluorescence for stations of: North Area - winter (a), North Area - summer (b), Cesenatico - summer (c).

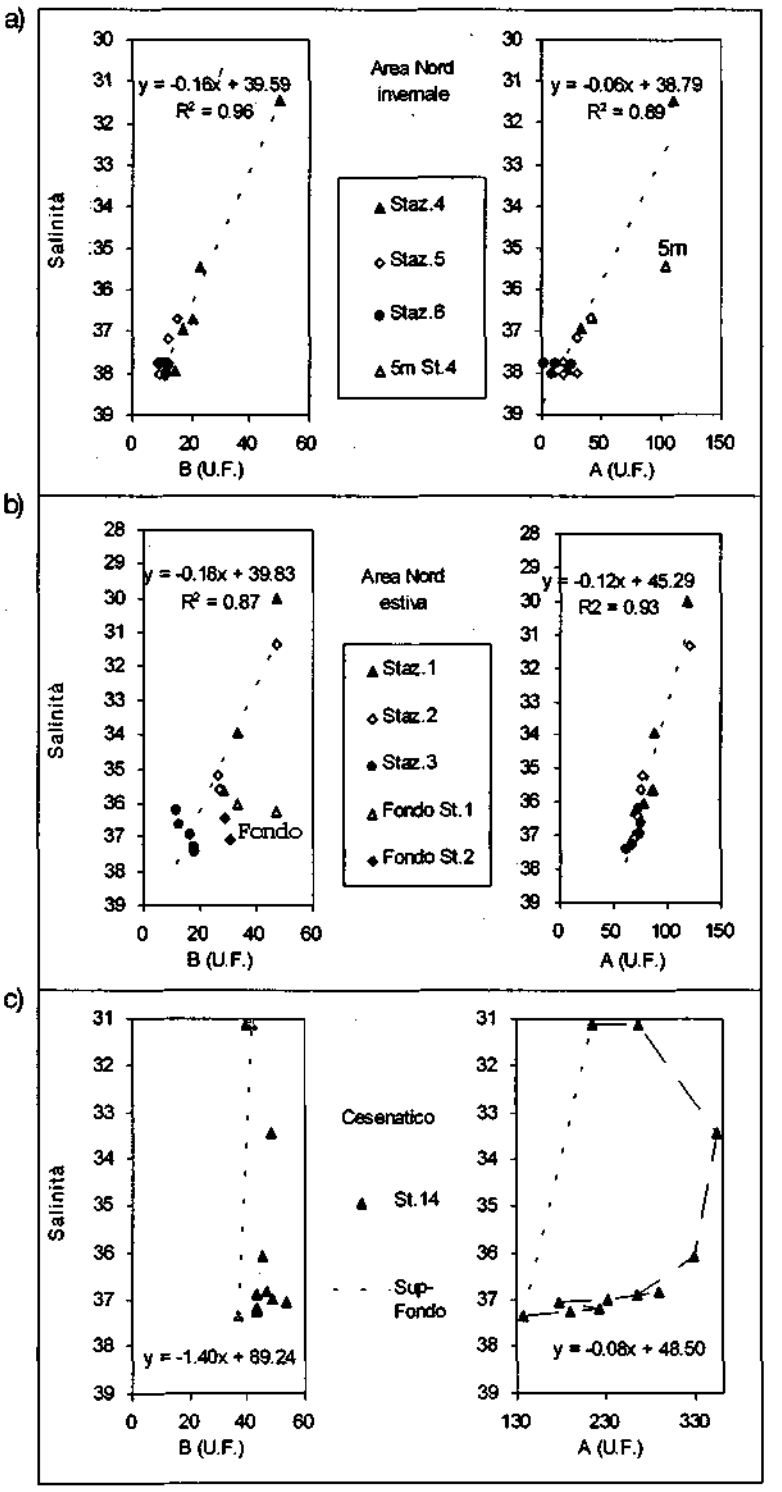


Fig. 3 - Relazioni tra i valori di fluorescenza di B e di A e la salinità, riferiti ai prelievi di: Area Nord - invernale (a), Area Nord - estivo (b), Cesenatico - estivo (c).
Plots of B and A fluorescence versus salinity for stations of: North Area - winter (a), North Area - summer (b), Cesenatico - summer (c).

Dalla specularità delle immagini dei profili di salinità e di DOM (Fig. 2a e b) è chiaramente visibile come la sostanza organica tenda a distribuirsi secondo il gradiente di miscelazione delle acque fluviali con quelle marine. La concentrazione della DOM diminuisce infatti con l'aumentare della salinità, sia nei campioni di superficie che lungo la colonna d'acqua, nelle stazioni dell'Area Nord, più influenzata dagli apporti deltizi.

Nella campagna invernale la componente umica (B) risulta strettamente correlata con la salinità in tutti i campioni (Fig. 3a), mentre in periodo estivo, rispetto

all'andamento della salinità (Fig. 2b), si nota un incremento dei valori di B alle profondità > 10 m, particolarmente marcato nella stazione più costiera. Questo tipo di andamento viene riferito (Hayase *et al.*, 1988) al rilascio di sostanza organica disciolta, rigenerata dalla degradazione del particolato in sedimentazione. La contemporanea influenza dei due differenti processi - di miscelazione e di rigenerazione - sulla distribuzione della componente B viene suggerita dalla relazione con la salinità rappresentata in Fig. 3b: una parte dei valori si distribuisce secondo la stessa equazione riportata per la campagna invernale (Fig. 3a), mentre si discostano in particolare i valori relativi alle due stazioni più costiere alle profondità >10 m.

La componente A, che comprende composti organici prodotti da attività biologica recente, pur essendo presente anche nelle acque in arrivo dal delta del Po, rispetto alla componente di tipo umico B, dovrebbe principalmente riflettere la produzione *in situ* di DOM fitoplanctonica (Mingazzini, 2000). La sua distribuzione lungo la colonna d'acqua risulta tuttavia anch'essa prevalentemente influenzata dagli apporti fluviali nelle stazioni dell'Area Nord (Fig. 2a e b, Fig. 3a e b). Nella campagna invernale si può individuare un unico punto, a 5m di profondità, in corrispondenza del picnoclinio, in cui la concentrazione di A, più alta del valore previsto dalla relazione con la salinità (Fig. 3a), indica una origine autoctona. Nella campagna estiva (Fig. 2b e 3b), contrariamente al previsto, è stata trovata per la componente A una stretta correlazione con la salinità in tutti i campioni analizzati. Tuttavia, rispetto a B sono state rilevate differenze stagionali, caratterizzate da valori molto più elevati lungo la colonna d'acqua in periodo estivo, riferibili ad una maggiore produzione fitoplanctonica.

Dai profili di Fig. 2c si nota una diversa distribuzione della DOM nella stazione più a sud, al largo di Cesenatico. In questo caso infatti la componente umica B non sembra influenzata dalla salinità, mentre la componente A presenta un fortissimo incremento dei valori in corrispondenza del picnoclinio. Anche se nessuna delle due componenti risulta correlata con i valori di salinità, le due immagini di Fig. 3c, che riportano l'equazione della retta tracciata tra i due valori superficie-fondo, evidenziano le principali differenze dai campioni prelevati nell'Area Nord. Si può notare infatti come la distribuzione della componente B non vari secondo il processo di miscelazione, mentre per la componente A la distribuzione dei valori rispetto alla retta superficie-fondo fornisce una chiara immagine dell'accumulo di sostanza autoctona in corrispondenza del picnoclinio. Sia le osservazioni microscopiche del fitoplancton presente nei campioni, sia le immagini della telecamera filoguidata, che mostrano la formazione di aggregati visibili, hanno supportato le indicazioni fornite dai dati spettrofluorimetrici.

Conclusioni

Questi risultati sembrano indicare come in ambiente deltizio la distribuzione della DOM tenda ad essere – direttamente o indirettamente – influenzata dal processo di miscelazione delle acque fluviali con quelle marine, rendendo così difficoltosa la valutazione del contributo autoctono. Al contrario, la distribuzione verticale della DOM nella stazione meno esposta agli apporti deltizi ha fornito evidenza del recente accumulo di DOM originata *in situ* dal fitoplancton in corrispondenza del picnoclinio.

Ringraziamenti

Questo studio è stato in parte finanziato dal MURST, nell'ambito del progetto Prisma 2. Si ringrazia il collega dell'IRSA Dott. A. Puddu per la preparazione dei campioni. Un particolare riconoscimento è rivolto allo staff del Battello Oceanografico Daphne II.

Bibliografia

CHEN F.R., BADA J.L. (1992) - The fluorescence of dissolved organic matter in seawater. *Mar. Chem.*, **37**: 191-221.

COBLE P.G. (1996) - Characterization of marine and terrestrial DOM in seawater using excitation-emission matrix spectroscopy. *Mar. Chem.*, **51**: 325-346.

DE SOUZA SIERRA M.M., DONARD O.F.X., LAMOTTE M. (1997) - Spectral identification and behaviour of dissolved organic fluorescent material during estuarine mixing processes. *Mar. Chem.*, **58**: 51-58.

HAYASE K, TSUBOTA H., SUNADA I, GODA S., YAMAZAKI H (1988) - Vertical distribution of fluorescent organic matter in the North Pacific. *Mar. Chem.*, **25**: 373-381.

LAANE R.W.P.M., KRAMER K.J.M. (1991) - Natural fluorescence in the North Sea and its major estuaries. *Neth. J. Sea Res.*, **26**: 1-9.

MINGAZZINI M., COLOMBO S., FERRARI G.M. (1995) - Applications of spectrofluorimetric techniques to the study of marine mucilages in Adriatic Sea: preliminary results. *Sci. Total. Envir.*, **165**: 133-144.

MINGAZZINI M. (in press) - Synchronous fluorescence spectra as chemical tracers to monitor the organic matter dissolved in North Adriatic waters. In: Faranda F.M., Guglielmo L., Spezie G. (eds.), *Structures and Processes in the Mediterranean Ecosystems*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

MOPPER K., SCHULTZ C.A. (1993) - Fluorescence as a possible tool for studying the nature and water column distribution of DOC components. *Mar. Chem.*, **41**: 229-238.

TRAGANZA E.D. (1969) - Fluorescence excitation and emission spectra of dissolved organic matter in seawater. *Bull. Mar. Sci.*, **19**: 899-904.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 278-283

A. Penna, S. Berluti, N. Penna, M. Magnani

Centro Biologia Ambientale, Università di Urbino, Via Saffi, 2 - 61029 Urbino, Italia.
e-mail: a.penna@uniurb.it

INFLUENZA DEI RAPPORTI DEI NUTRIENTI SULLA PRODUZIONE DI POLISACCARIDI EXTRACELLULARI *IN VITRO* DA PARTE DI DIATOMEE ISOLATE DAL MARE ADRIATICO

INFLUENCE OF NUTRIENT RATIOS ON THE IN VITRO *EXTRACELLULAR POLYSACCHARIDE PRODUCTION BY MARINE DIATOMS FROM THE ADRIATIC SEA*

Abstract

The marine diatoms, Cylindhroteca fusiformis *(Ehr) Smith,* Chaetoceros *sp. (Ehr) and* Skeletonema costatum *(Grev) Cleve, were isolated from the Adriatic Sea and studied in vitro for the production of extracellular carbohydrates. Variations of the N/P/Si ratios in the growth medium affect the accumulation and release of carbohydrates.* C. fusiformis *cultured under high N/P ratio showed higher extracellular polysaccharide release (both in rapidly growing cells: 2.14 µg × 10^6 cells × d^{-1} and in stationary phase: 1.0 µg 10^6 cells d^{-1}) with respect to* S. costatum *and* Chaetoceros *sp.. Under low N/P ratios* S. costatum *and* Chaetoceros sp. *produced large amounts of extracellular polysaccharides during the exponential phase (10 µg 10^6 cells d^{-1} for* S. costatum *and 2.8 µg 10^6 cells d^{-1} for* Chaetoceros sp., *respectively). Under Si-limitation (data not shown), any of the three diatom species produce extracellular polysaccharides both in the exponential and stationary phase of growth. The potential ecological significance of these findings are discussed.*

Key-words: *carbohydrate release, diatoms, marine mucilage.*

Introduzione

Il rilascio di materiale organico da parte del fitoplancton marino è un normale processo fisiologico strettamente correlato all'attività fotosintetica che può raggiungere 5 µg C L^{-1} h^{-1} in acque costiere (Mague *et al.*, 1980). I carboidrati rappresentano una delle componenti principali degli essudati (Myklestad, 1995), la cui produzione e rilascio risultano influenzati dalla concentrazione dei nutrienti e dal loro rapporto nel mezzo ambiente (Decho, 1990). Forti limitazioni di fosforo inducono un aumento nella produzione di polisaccaridi extracellulari durante la fase stazionaria di crescita di *Chaetoceros affinis* (Myklestad, 1977). Altre evidenze sperimentali hanno dimostrato che in condizioni non bilanciate la velocità di produzione extracellulare di *C. affinis* è più alta durante la fase di crescita esponenziale rispetto a quella stazionaria (*Myklestad et al.*, 1989).

Le condizioni di accrescimento influenzano notevolmente l'attività di rilascio extracellulare (Williams, 1990). Sebbene tutti gli organismi marini producano e rilascino materiale extracellulare durante il loro ciclo vitale, il fenomeno della formazione di mucillagini nel mare Adriatico potrebbe essere associato ad alcune specie di diatomee (*C. fusiformis*, *Chaetoceros* sp., *Leptocylindrus* sp. *e S. costatum*) in grado di produrre sostanze extracellulari quali polisaccaridi e proteoglicani (De Angelis *et al.*, 1993). Durante la comparsa di mucillagini sono stati rilevati rapporti N/P alterati (Penna *et al.*, 1993). In questo lavoro vengono presentati alcuni effetti delle variazioni dei rapporti N/P/Si sulla produzione

di polisaccaridi extracellulari *in vitro* da parte di tre diatomee, isolate dal Mare Adriatico.

Materiali e metodi

Ceppi di *C. fusiformis*, *Chaetoceros* sp. e *S. costatum* isolati da campioni d'acqua prelevati nel Mare Adriatico sono stati mantenuti in F/2, ad una temperature di 18°C, con un ciclo luce:buio di 12:12 ore ed un'intensità luminosa di 100 $\mu E\ m^{-2}\ s^{-1}$. La conta algale è stata effettuata tramite l'uso di un emocitometro (camera di Neubauer). I tre ceppi di diatomee sono stati inoculati in diverse condizioni limitanti di nutrienti alle medesime condizioni sperimentali utilizzate per il mantenimento delle colture. Le concentrazioni dei nutrienti nei terreni di coltura sono illustrati in Tabella 1. L'acqua di mare usata per i terreni di coltura è stata analizzata per il contenuto dei nitrati, fosfati e silicati come descritto in APHA-AWWA-WPCF (1995) e la concentrazione finale dei nutrienti è stata ottenuta con l'aggiunta di nitrati, fosfati e silicati ai terreni di coltura.

Tab. 1 - Rapporti e concentrazioni dei nutrienti azoto (N), fosforo (P) e silicio (Si) nei terreni di coltura usati negli esperimenti.

Nitrogen, phosphorus and silicon ratios and concentration of the different media used in the experiments.

		Nutrient ratios			Nutrient concentration (µM)		
		N	P	Si	$N\text{-}NO_3$	$P\text{-}PO_4$	$Si\text{-}SiO_2$
N-limitation	low	1.0	1.3	20.0	2.5	3.2	50.0
	high	4.0	1.3	20.0	10.0	3.2	50.0
P-limitation	low	20.0	0.2	20.0	50.0	0.5	50.0
	high	20.0	0.8	20.0	50.0	2.0	50.0
Si-limitation	low	20.0	1.3	1.0	50.0	3.2	2.5
	high	20.0	1.3	4.0	50.0	3.2	10.0

Alcune variazioni del contenuto dei nutrienti nei mezzi di coltura durante l'esperimento sono illustrate in Tabella 2. Per la determinazione quantitativa dei carboidrati totali è stato seguito il metodo di Dubois *et al.* (1956). La stima del tasso di crescita algale è espressa come incremento di accrescimento nell'intervallo di tempo (6 giorni):

$$K = \ln\ (N_1/N_0)/t_1\text{-}t_0$$

Risultati

I tassi di crescita di ciascuna specie (Fig. 1) indicano la sua capacità di crescere in condizioni limitanti di nutrienti. *C. fusiformis* presenta tassi di cre-

Tab. 2 - Variazioni del contenuto di nitrati, fosfati e silicati (µM) nei terreni di coltura di C. fusiformis durante l'esperimento.
Variations of nitrate, phosphate and silicate content (µM) in C. fusiformis culture media during the experiment lenght.

Days	Nutrient rations	$N\text{-}NO_3$	$P\text{-}PO_4$	$Si\text{-}SiO_2$
	N-low			
0		2.5	3.2	50.0
6		1.9	0.8	48.0
12		1.5	0.1	45.2
18		1.3	0.2	20.9
24		1.2	0.2	17.5
	P-low			
0		50.0	0.5	50.0
6		33.2	0.2	33.7
12		22.5	0.2	32.0
18		21.5	0.1	31.3
24		13.3	n.d.	28.6
	Si-low			
0		50.0	3.2	2.5
6		1.3	0.1	2.0
12		21.3	0.1	1.8
18		11.5	0.1	1.4
24		12.0	n.d.	1.1

scita più alti rispetto alle altre due diatomee, in condizione limitanti di azoto, fosforo e silicio, sia in fase esponenziale che stazionaria di crescita, nell'intervallo di tempo 0-6 giorni; eccetto che nella fase esponenziale in condizioni limitanti di silicio, il tasso di crescita più alto (0.69 giorno^{-1}) si registra nell'intervallo di tempo 6-12 giorni. *Chaetoceros* sp. e *S. costatum* hanno i più alti tassi di crescita in tutte le condizioni limitanti di nutrienti nella fase esponenziale e stazionaria, soltanto però al primo intervallo di tempo. Dopo il 6° giorno i ceppi algali crescono molto lentamente o non crescono affatto. I tassi di produzione di polisaccaridi extracellulari sono mostrati in Figura 2. *C. fusiformis* produce una quantità di polisaccaridi extracellulari più alta delle altre specie in fase esponenziale, con incrementi di 2.14 e 1.76 µg/10^6 cel × d a concentrazioni rispettivamente basse e alte di fosforo. In condizioni di azoto limitazione, *S. costatum* e *Chaetoceros* sp. evidenziano i più alti incrementi di produzione: *Chaetoceros* sp. produce 2.8 µg/10^6 cel d con basse concentrazioni di azoto, mentre *S. costatum* produce 10 µg/10^6 cel d con un'elevata disponibilità di azoto. In fase stazionaria solo *C. fusiformis* produce più polisaccaridi extracellulari, con un tasso di 1.0 µg/10^6 cellule al giorno e soltanto con basse concentrazioni di fosforo. In condizioni di silicio-limitazione gli incrementi nella produzione di polisaccaridi extracellulari sono molto bassi (dati non riportati) in tutti i tre ceppi algali studiati sia in fase esponenziale che stazionaria.

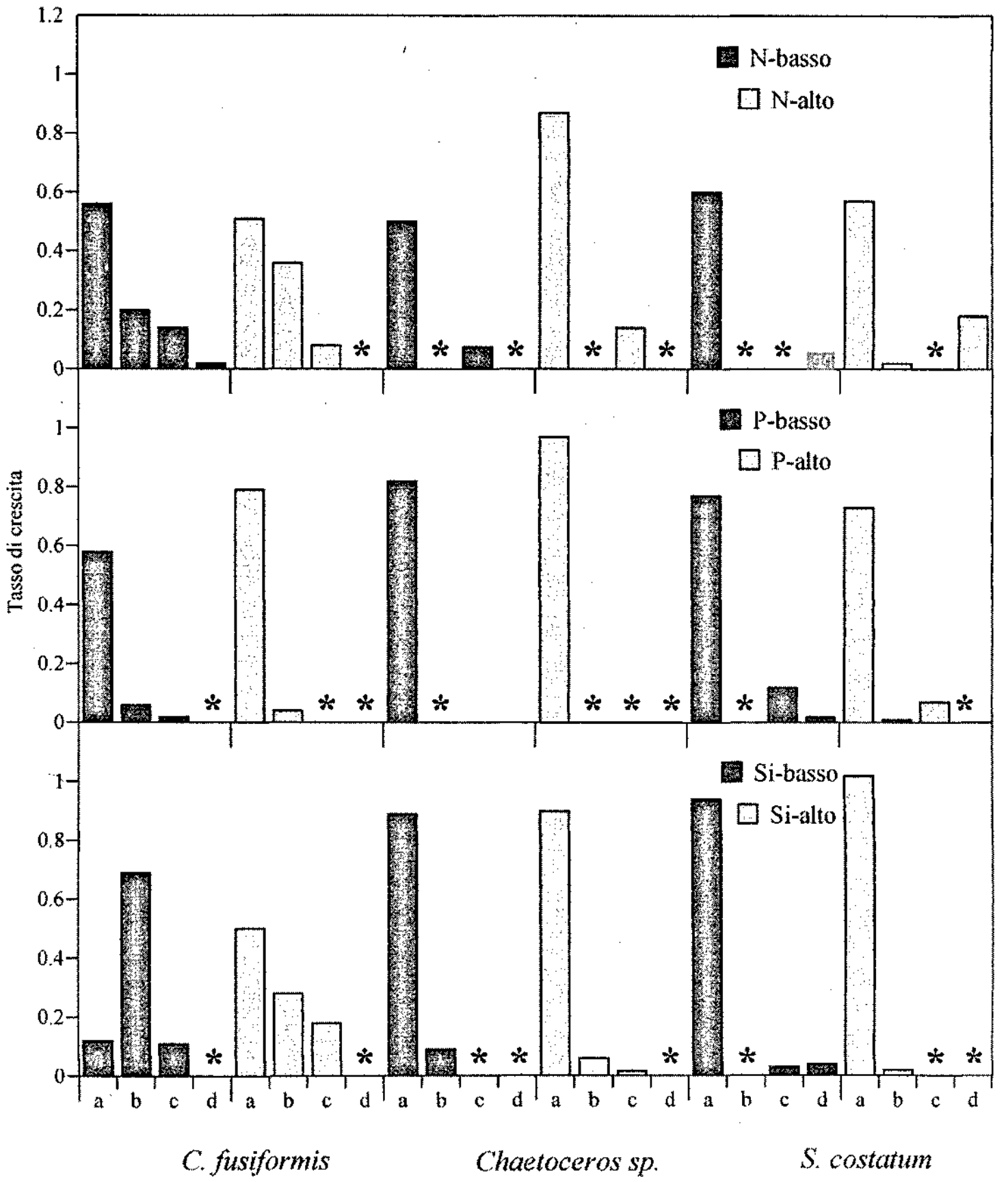
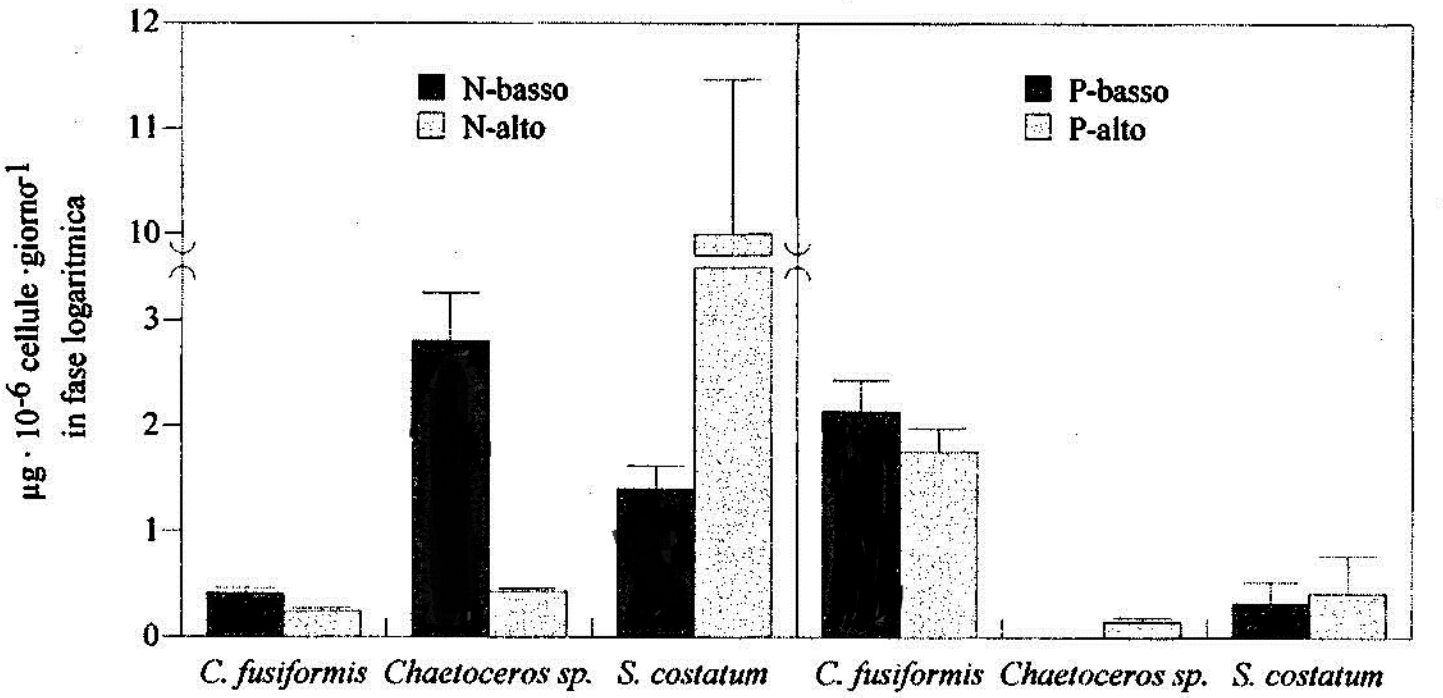


Fig. 1 - Velocità di crescita delle diatomee mantenute in limitazioni di nutrienti durante le fasi esponenziale e stazionaria di crescita. L'asterisco indica incremento zero o negativo. Le lettere a, b, c, e d sull'asse delle ascisse indicano gli intervalli di tempo di campionamento durante la durata dell'esperimento; a, b, c, e d corrispondono rispettivamente ad intervalli di tempo in giorni di 0-6, 6-12, 12-18, 18-24.

Growth rate of diatoms under nutrient limitations during the exponential and stationary phases. An asterisk indicates zero or negative growth. The a,b,c, and d letters in the x axis indicate the time intervals of harvesting during the experiment length; a,b,c and d correspond to the 0-6, 6-12, 12-18, 18-24 day interval respectively.



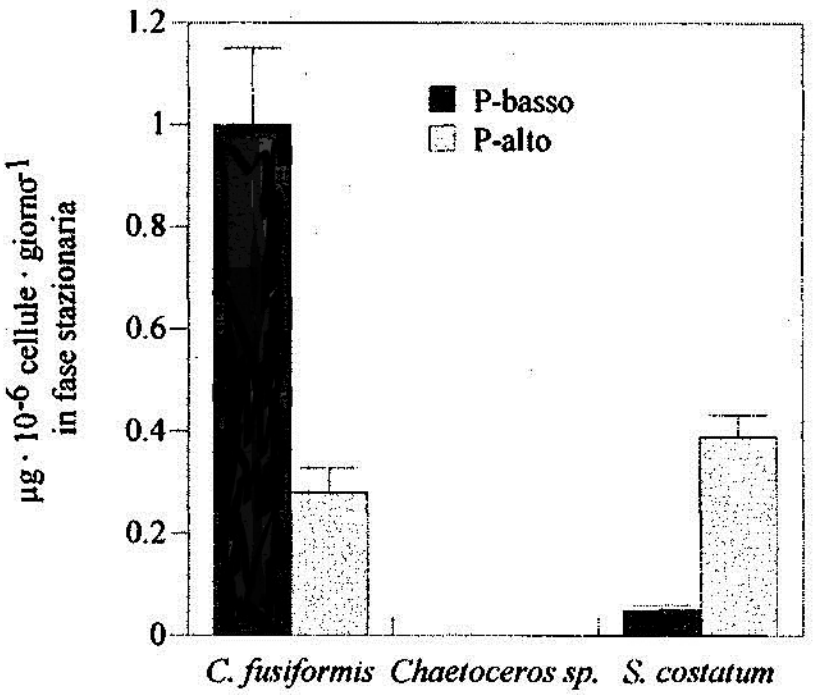


Fig. 2 - Incrementi della produzione di polisaccaridi extracellulari da parte delle diatomee mantenute in coltura con diversi rapporti N/P durante le fasi esponenziale e stazionaria di crescita. La deviazione standard è calcolata sulla media di tre campioni analizzati.

Rate of extracellular polysaccharide production by diatom cultures under different N/P ratios during the exponential and stationary phases of growth. Errors bars represent the standard deviation of the mean of triplicate samples.

Discussione

La produzione di esopolisaccaridi da parte delle diatomee è specie-specifica e varia nelle diverse fasi di crescita. Un fattore nutritivo limitante influenza in modo diverso in relazione alle variazioni della disponibilità di nutrienti la produzione extracellulare di materiale polisaccaridico di ogni singola specie. Ogni diatomea può rilasciare diversi quantitativi di polisaccaridi in relazione alle diverse disponibilità nutrizionali ed ai differenti stadi di crescita.

Bibliografia

APHA-AWWA-WPCF (1995) - *Standard Methods for the examination of water and wastewater.* 17th ed. Washington DC, USA.

DE ANGELIS F., BARBARULO M.V., BRUNO M., VOLTERRA L., NICOLETTI R. (1993) - Chemical composition and biological origin of 'dirty sea' mucilages. *Phytochem.*, **19**: 809-811.

DECHO A.W. (1990) - Microbial exopolymer secretions in ocean environments: their role (s) in food web and marine processes. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **28**: 73-153.

DUBOIS N.K., GILLES A., HAMILTON J.K., REBERS P.A., SMITH F. (1956) - Colorimetric method of determination of sugars and related substances. *Analyt. Chem.*, **18**: 350-356.

MAGUE T.H., FRIBERG E., HUGHES D.J., MORRIS I. (1980) - Extracellular release of carbon by marine phytoplankton; a physiological approach. *Limnol. Oceanogr.*, **25**: 262-279.

MYKLESTAD S.M. (1995) - Release of extracellular products by phytoplankton with special emphasis on polysaccharides. *Sci. Tot. Environ.*, **165**: 155-164.

MYKLESTAD S.M. (1977) - Production of carbohydrates by marine planktonic diatoms. II. Influence of the N/P ratio in the growth medium on the assimilation ratios, growth rate and production of cellular and extracellular carbohydrates by *Chaetoceros affinis* var. *willei* (Gran) Hustedt and *Skeletonema costatum* (Grev) Cleve. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **29**: 161-179.

MYKLESTAD S.M., HOLM-HANSEN O., VÅRUM K.M., VOLCANI B. (1989) - Rate of release of extracellular amino acids and carbohydrates from the marine diatom *Chaetoceros affinis*. *J. Plankton. Res.*, **11**: 763-773.

PENNA N., RINALDI A., MONTANARI G., DI PAOLO A., PENNA A. (1993) - Mucilaginous masses in the Adriatic Sea in the summer of 1989. *Wat. Res.*, **27**: 1767-1771.

WILLIAMS P.J. (1990) - The importance of losses during microbial growth: commentary on the physiology, measurements and ecology on the release of dissolved organic matter. In: Maestrini, S.Y. and Rassoulzadegan, F. (eds), *Microbial growth: inputs and losses, practical approaches*, Marine Microbial Foods Webs, vol. 4: 175-206.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 284-287

G. Rossi, M. Goldoni, E.A. Fano, R. Rossi

Dipartimento di Biologia, Università di Ferrara, Via L. Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.

CARATTERIZZAZIONE FUNZIONALE DEL MACROZOOBENTHOS IN UNA LAGUNA

FUNCTIONAL CHARACTERISATION OF MACROZOOBENTHIC COMMUNITY IN A LAGOON

Abstract

In this paper we report the seasonal variation in proportions of macrofauna trophic guilds and some trophic parameters (macroalgal biomass, proteins and chlorophyll a in the sediment) of three sites in the Fattibello lagoon (Northern Adriatic Sea). There are evidences of a relationship between functional structure of benthic community and food availability.

Key-words: *proteins, chlorophyll* a, *food availability, trophic guilds.*

Introduzione

La disponibilità trofica è uno dei fattori che più influenzano la struttura, la distribuzione ed il metabolismo del macrozoobenthos in quanto una parte significativa del carbonio organico prodotto nella colonna d'acqua entra nella catena trofica del sedimento. La qualità, oltre alla quantità, del nutrimento disponibile, risulta determinante. Solo la frazione più labile del particolato organico sedimentario, infatti, è realmente a disposizione dei consumatori (Fabiano *et al.*, 1995). Risulta, quindi, fondamentale per una maggiore comprensione della struttura del benthos determinare la composizione biochimica del sedimento al fine di stimare la qualità del substrato.

In questo lavoro abbiamo analizzato le variazioni stagionali della frazione proteica della componente organica labile sedimentaria, della clorofilla *a* (Boon e Duineveld, 1998) e della biomassa macroalgale, per valutarne l'influenza sulla distribuzione dei gruppi trofici macrozoobentonici.

Materiali e metodi

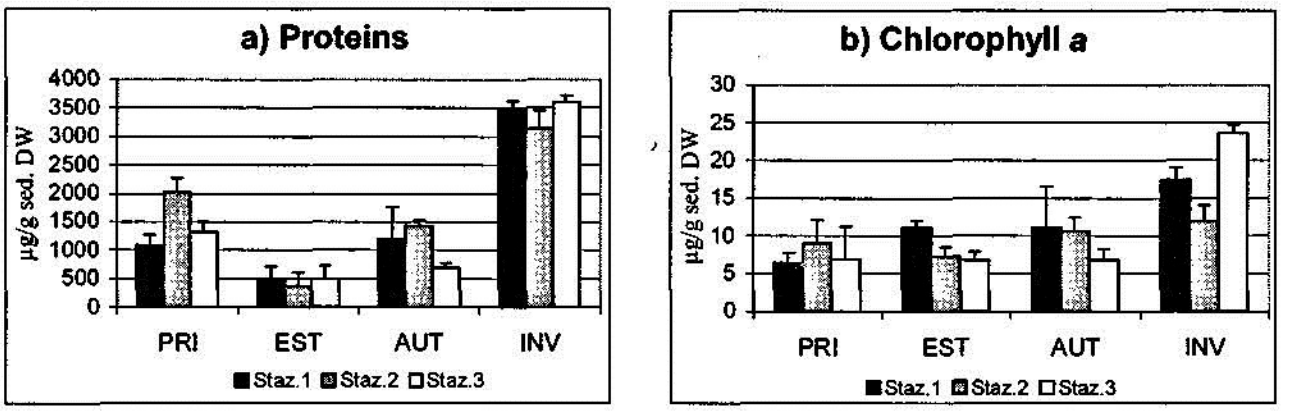
Lo studio è stato svolto nel 1998 in tre stazioni della Valle Fattibello (Valli di Comacchio) lungo un gradiente mare-fiume (stazione 1, 2 e 3 rispettivamente). La laguna è caratterizzata da una ridotta estensione (circa 600 ettari) e da una bassa profondità media (circa 0,6 m). In ogni stazione sono state prelevate, mensilmente, tre carote di sedimento (5 cm di diametro) per la stima della concentrazione di proteine e clorofilla *a* nello strato superficiale (da 0 a 1 cm). La stima del contenuto proteico è stata effettuata secondo il metodo di Rice (1982) mentre quella della clorofilla *a* è avvenuta in accordo con Lorenzen e Jeffrey (1980). Il macrozoobenthos è stato campionato con benna Van Veen e classificato su base funzionale secondo i criteri esposti in Mistri *et al.* (in stampa). La componente macroalgale, invece, è stata raccolta con un retino a maglia di 490 μm, trascinato per un metro a pochi centimetri dal fondo.

Risultati e discussione

Nei tre siti considerati si può sottolineare lo stesso andamento temporale sia per la concentrazione di proteine che per quella di clorofilla *a* con alti valori invernali ed autunnali (Fig. 1a e 1b). L'alta biomassa macroalgale (soprattutto *Ulva rigida* e sporadiche fioriture di *Cladophora* sp.) registrata in primavera ed estate nelle stazione 1 e 2 (Fig. 1c), entrando in decomposizione nel periodo caldo dell'anno, potrebbe favorire l'arricchimento organico del sedimento nel periodo autunnale.

Nella stazione 3, quella più influenzata dall'entrata di acqua dolce, non sono state rinvenute macroalghe durante l'intero anno di campionamento (Fig. 1). Le concentrazioni di proteine, infatti, nel sedimento superficiale in questo sito durante l'autunno si assestano su valori minori di quelli registrati nelle stazioni 1 e 2.

Gli alti valori invernali sembrano, invece, maggiormente legati all'ingresso di materiale alloctono e ad eventi di risospensione del sedimento che caratterizzano tale periodo (Gremare *et al.*, 1997) e che sono particolarmente accentuati in ambienti a bassa profondità media.



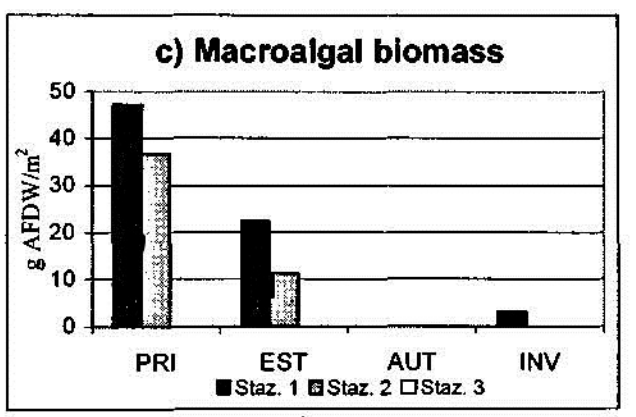


Fig.1 - a) Andamento stagionale della concentrazione di proteine nel sedimento.
b) Andamento stagionale della concentrazione di clorofilla *a* nel sedimento.
c) Andamento stagionale della biomassa macroalgale.
a) Seasonal variations of protein concentration in the sediment.
b) Seasonal variations of chlorophyll a *concentration in the sediment.*
c) Seasoanl variations of macroalgal biomass.

Nel periodo di maggiore disponibilità trofica, si assiste in tutti i siti ad un incremento di limivori (L) in inverno e di sospensivori (S) in autunno (Tab. 1).

Tab. 1 - Lista delle specie macrozoobentoniche rinvenute e percentuali dei gruppi trofici. Erbivori pascolatori (EP), Erbivori-detritivori (ED), Detritivori epifaunali (D), Sospensivori (S), Limivori (L).

List of macrozoobenthic species found and percentages of trophic guilds. Grazers (EP), Herbivore-detritivores (ED), Surface deposit feeders (D), Suspension feeders (S), Sub-surface deposit feeders (L).

		Stazione 1				Stazione 2				Stazione 3			
TAXA		PRI98	EST98	AUT98	INV98	PRI98	EST98	AUT98	INV98	PRI98	EST98	AUT98	INV98
Hydrobia sp.	EP	*	*	*	*	*		*			*	*	
Cyclope neritea	EP						*						
%Erbivori pascolatori		49,89	37,42	2,96	0,86	1,60	0,62	0,40	0,00	0,00	0,64	0,94	0,00
Gammarus spp.	ED	*	*		*	*	*	*	*		*		*
Microdeutopus gryllotalpa	ED	*	*	*	*		*	*				*	
% Erbivori detritivori		4,23	0,97	1,78	1,12	8,8	6,26	5,58	4,49	0	2,77	0,14	0,56
Prionospio multibranchiata	D							*					*
Streblospio shrubsolii	D			*	*				*			*	*
Polydora ciliata	D	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Nereis succinea	D	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Corophium insidiosum	D	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*
% Detritivori epifaunali		3,19	54,46	16,57	28,84	76,8	83,51	61,75	71,78	86	90,42	38,95	88,95
Crassostrea sp.	S												
Scapharca inaequivalvis	S												*
Mytilaster minimus	S				*								
Mytilus galloprovincialis	S		*			*		*					*
Cerastoderma glaucum	S	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
Tapes philippinarum	S		*	*				*					
Musculista sennhousia	S	*	*		*		*		*			*	
Ficopomatus enigmaticus	S	*	*		*		*	*	*			*	*
Balanidae	S		*		*	*	*	*	*			*	*
Ascidiacei	S											*	
% Sospensivori		12,11	6,74	16,57	15,2	9,6	9,55	31,08	6,54	11,3	6,18	59,32	5,03
Oligochetae spp.	L					*			*	*			*
Capitella capitata	L			*	*	*	*	*	*			*	*
Chironomus salinarius	L	*	*	*	*			*	*	*			*
% Limivori		0,58	0,41	62,13	53,97	3,2	0,06	1,2	17,2	2,7	0	0,65	5,46

Nella stazione 1, caratterizzata dalle maggiori densità macroalgali, si registra la maggiore percentuale di erbivori pascolatori (EP) rappresentati quasi esclusivamente dal gasteropode *Hydrobia* sp. in grado di utilizzare direttamente il substrato vegetale come fonte trofica. Proprio in questa stazione, a causa dell'accumulo di detrito vegetale, si assiste alla netta dominanza dei limivori nel periodo successivo. L'elevato sviluppo di erbivori pascolatori nel momento di massima densità macroalgale nella stazione 2 è invece mascherato dall'alta percentuale di detritivori epifaunali (D), favoriti in questo periodo dalle alte concentrazioni di proteine e clorofilla *a* nel sedimento.

Bibliografia

BOON A.R., DUINEVELD G.C.A. (1998) - Chlorophyll *a* as a marker for bioturbation and carbon flux in southern and central North Sea sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **162**: 33-43.

FABIANO M., DANOVARO R., FRASCHETTI S. (1995) - A three years time series of elemental and biochemical composition of organic matter in subtidal sandy sediments of the Ligurian Sea (Northwestern Mediterranean). *Continental Shelf Research,* **15:** 1453-1469.

GREMARE A., AMOUROUX J.M., CHARLES F., DINET A., RIAUX-GOBIN C., BAUDART J., MEDERNACH L., BODIOU J.Y., VETION G., COLOMINES J.C., ALBERT P. (1997) - Temporal changes in the biochemical composition and nutritional value of the particulate organic matter available to surface deposit feeders: a two years study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **150**: 191-206.

LORENZEN C.J., JEFFREY S.W. (1980) - *Unesco technical papers in marine science,* **35**: 1-20.

MISTRI M., ROSSI G., CECCHERELLI V.U., ROSSI R. (2000) - Variazioni di struttura trofica in una comunità macrobentonica lagunare. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 247-252.

RICE D.L. (1982) - The detritus nitrogen problem: new observations and perspectives from organic geochemistry. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **9**: 153-162.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 288-290

G. SARÀ*, M. CARUSO, D. CATALANO, S. VIZZINI, A. MAZZOLA

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo,
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.
(*Autore per la corrispondenza: gsara@mbox.unipa.it)

L'ANALISI DEGLI ISOTOPI STABILI DEL CARBONIO ($\delta^{13}C$) E DELL'AZOTO ($\delta^{15}N$) COME STRUMENTO PER LO STUDIO DI UNA RETE TROFICA COSTIERA (STAGNONE DI MARSALA, SICILIA OCCIDENTALE)

RELATIONSHIP BETWEEN THE MAIN TROPHIC COMPONENTS IN THE STAGNONE DI MARSALA SYSTEM (WESTERN MEDITERRANEAN) AS REVEALED BY STABLE CARBON AND NITROGEN ISOTOPE RATIOS

Abstract

The fluxes of organic matter in a Mediterranean trophic web have been evaluated using $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ organic matter. Cymodocea nodosa *nitrogen was channeled into the trophic web becoming available to upper trophic levels, while its organic carbon was trapped in the sediments. The role of other trophic components is also discussed.*

Key-words: *$\delta^{13}C$-$\delta^{15}N$, trophic web, primary producers, organic matter fluxes, MED.*

Introduzione

L'analisi degli isotopi stabili del carbonio e dell'azoto, nell'ambito delle discipline ecologiche, è stata recentemente utilizzata con lo scopo di individuare l'origine ed il destino della materia organica negli ecosistemi naturali (Lajtha e Michener, 1994; Griffiths, 1998). I rapporti isotopici variando secondo schemi ben precisi e prevedibili, possono essere utilizzati come traccianti del flusso della materia organica nelle reti trofiche (Peterson e Fry, 1987; Fry, 1988). Infatti la composizione isotopica del carbonio nei consumatori riflette quella della dieta con un leggero arricchimento pari ad un valore di circa 1-2‰, mentre il frazionamento degli isotopi dell'azoto, è di maggiore entità (~3.5‰) (Fry, 1988). L'utilizzo contestuale degli isotopi del carbonio e dell'azoto soprattutto in ambienti costieri facilita l'interpretazione dei dati, risolvendo l'ambiguità delle informazioni ricavate mediante una singola specie isotopica (Michener e Shell, 1994). Gli ambienti costieri sono difatti caratterizzati da elevata complessità da imputare alla molteplicità dei produttori primari e alla alta interconnessione tra le reti trofiche (Dauby, 1989; Jennings *et al.*, 1997). Nel presente lavoro, l'approccio isotopico multiplo ($\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$) è stato utilizzato per individuare la struttura di una rete trofica in un ambiente costiero mediterraneo (Stagnone di Marsala, Sicilia Occidentale) caratterizzato da una fitta copertura vegetale e da basse profondità.

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto nello Stagnone di Marsala (15 km^2, 37° 52' N, 12° 28' E) i cui principali processi trofodinamici sono stati ampiamente e recentemente descritti (Pusceddu *et al.*, 1997; Mazzola *et al.*, 1999). All'inter-

no dell'area è stato individuato un sito (1 m) che presentava elevata copertura a fanerogame (*Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*) e a *Caulerpa prolifera*. In diversi periodi dell'anno sono stati prelevati campioni di tutte le potenziali sorgenti di materia organica (materia organica particellata [POM], materia organica sedimentaria [SOM], fanerogame, macroalghe, plancton, epifiti algali, principali organismi planctivori e detritivori zoobentonici ed ittici). Le diverse componenti sono state analizzate allo spettrometro di massa per la composizione isotopica in carbonio ed azoto secondo le metodologie di preparazione e di analisi riportate in Fry (1988) e Mazzola *et al.* (1999).

Risultati e discussioni

I valori di $\delta^{13}C$ nel sito in cui è stata svolta l'indagine oscillano tra -6‰ e -21.4‰, mentre quelli del $\delta^{15}N$ tra 0.5 ‰ e circa 10 ‰. Tali valori rientrano nel range riportato per le aree costiere mediterranee (Dauby, 1989; Jennings *et al.*, 1997). Il principale produttore di materia organica nello Stagnone di Marsala sembra essere rappresentato (Fig. 1) da *C. nodosa* che costituisce la sorgente principale di azoto per la SOM, mentre il suo carbonio non risulta essere disponibile per i livelli trofici superiori rimanendo intrappolato nei sedimenti ($\delta^{13}C_{CYM}$ = -6.0‰). Le macroalghe (dominate da *Caulerpa prolifera*) sembrano invece l'unica sorgente di carbonio capace di caratterizzare la composizione in $d^{13}C$ della materia organica sedimentaria.

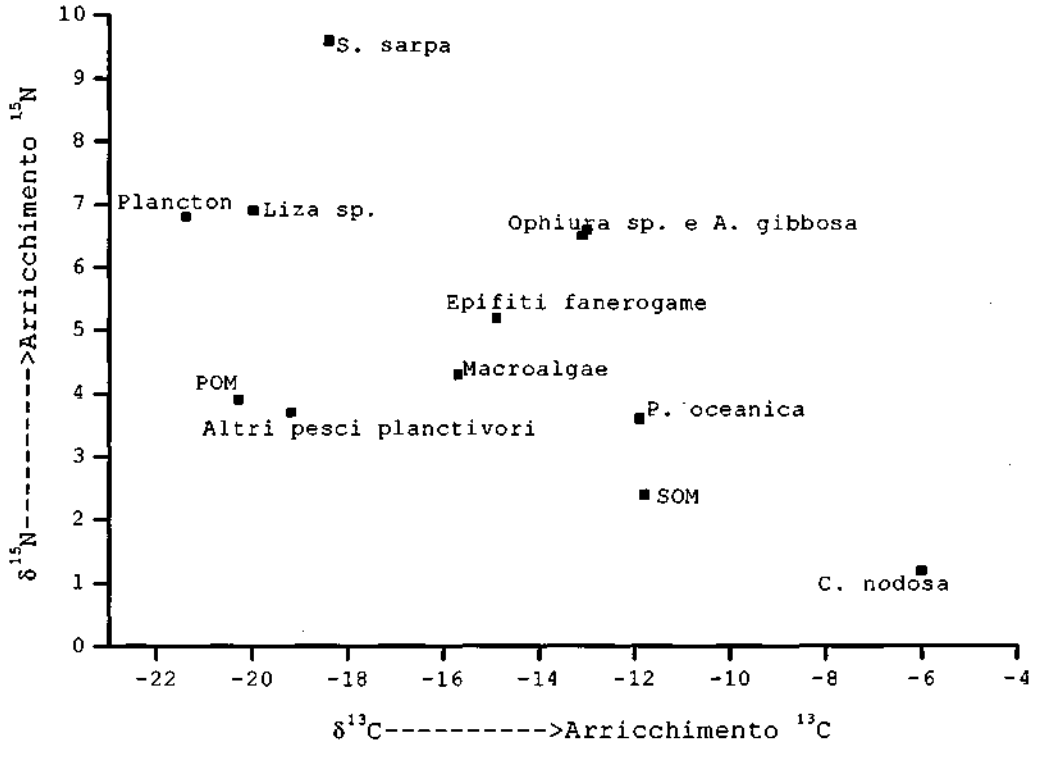


Fig. 1 - Relazioni tra diverse componenti della rete trofica dello Stagnone di Marsala così come evidenziato dall'uso concomitante di $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$.

Relationship between each trophic component in the aquatic trophic web of Stagnone di Marsala system based on bivariate plot of carbon and nitrogen isotopic data.

Tale comparto tramite la risospensione dei sedimenti (Mazzola *et al.*, 1999) immette ^{15}N in colonna d'acqua influenzando la composizione isotopica della POM, mentre il $^{13}C_{SOM}$ rimane indisponibile per i livelli trofici superiori. A sua volta la POM (miscela di detrito, fitoplancton e batteri; $\delta^{13}C_{POM}$ = -20.3‰) è la fonte

principale di azoto per lo zooplancton ($\delta^{13}C_{ZOO}$ = -21.4‰). Il comparto POM-zooplancton rappresenta la sorgente di carbonio per le specie ittiche detritivore e planctivore analizzate in questo studio (*Liza* sp, *Sarpa sarpa* ed altre specie meno frequenti). Il carbonio macroalgale rappresenta la sorgente preferenziale per vari organismi epifitali, per *Ophiura* sp e per *Asterina gibbosa* che invece vengono arricchiti in azoto oltre che da macroalghe anche da POM e *Posidonia oceanica*. Lo studio integrato con $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, ha permesso di seguire i flussi di materia organica nell'area di studio attraverso alcuni livelli della rete trofica. Fanerogame e macroalghe, dominanti in termini di densità e di biomassa (Sarà *et al.*, 1999), non sembrano costituire fonti dirette di materia organica per i consumatori se non dopo le trasformazioni attuate nei sedimenti. Il carbonio e l'azoto della POM sembrano invece disponibili direttamente o attraverso la mediazione della fauna epifitale per gli organismi dei livelli trofici superiori. Tali vie di trasferimento della POM ai livelli superiori sono state già documentate recentemente in letteratura (Thornton e McManus, 1994).

Bibliografia

DAUBY P., (1989) - The stable isotope ratios in benthic food webs of the Gulf of Calvi, Corsica. *Cont. Shelf. Res.*, **9**: 181-195.

FRY B. (1988) - Food web structure on Georges Bank from stable C, N and S isotopic compositions. *Limnol. and Oceanogr.*, **33**: 1182-1190.

GRIFFITHS H. (1998) - *Stable isotopes. Integration of biological, ecological and geo-chemical processes.* Bios. Sci. Publ.: 438 pp.

JENNINGS S., RENONES O., MORALES-NIN B., POLUNIN N.V.C., MORANTA J., COLL J. (1997) - Spatial variation in the ^{15}N and ^{13}C stable isotope composition of plants, invertebrates and fishes on Mediterranean reefs: implications for the study of trophic pathways. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **146**: 109-116.

LAJTHA K., MICHENER R.H. (1994) - *Stable isotopes in Ecology and environmental sciences.* Blackwell Sci.: 316 pp.

MAZZOLA A., SARÀ G., VENEZIA F., CARUSO M., CATALANO D., HAUSER S. (1999) - Origin and distribution of suspended organic matter as inferred from carbon isotope composition in a Mediterranean semi-enclosed marine system. *Chem. and Ecol.*, **16**: 215-238.

MICHENER R., SHELL D.M. (1994) - Stable isotope ratios as tracers in marine aquatic food webs. In: K. Lajtha and R. Michener (eds), *Stable isotopes in Ecology and environmental sciences*, Blackwell Sci.: 138-157.

PETERSON B. J., FRY B. (1987) - Stable isotopes in ecosystem studies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **18**: 293-320.

PUSCEDDU A., SARÀ G., MAZZOLA A., FABIANO M. (1997). Relationships between suspended and sediment organic matter in a semi-enclosed marine system: the Stagnone di Marsala (western Sicily). *Water, Air and Soil Poll.*, **99**: 343-352.

SARÀ G., LEONARDI M., MAZZOLA A. (1999) - Spatial and temporal changes of suspended matter in relation to wind and vegetation in a Mediterranean shallow coastal environment. *Chem. and Ecol.*, **16**: 151-173.

THORNTON S. F., McMANUS J. (1994) - Application of organic carbon and nitrogen stable isotope and C/N ratios as source indicators of organic matter provenance in estuarine systems: evidence from Tay Estuary, Scotland. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **38**: 219-233.

Questa ricerca è stata eseguita con fondi Ministero Università Ricerca Scientifica e Tecnologica (MURST, Italia) e Ministero Politiche Agricole (MiPA, Italia).

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 291-295

R. ZACCONE, G. CARUSO, R. LA FERLA, G. MAIMONE, A. PUGLISI, M. LEONARDI

Istituto Sperimentale Talassografico CNR,
Spianata S. Raineri,86 - 98122 Messina, Italia.

CICLO ANNUALE DELL'ATTIVITÀ MICROBICA NELL'ECOSISTEMA LAGUNARE DI TINDARI (MESSINA)

ANNUAL CYCLE OF MICROBIAL ACTIVITY IN THE LAGOON ECOSISTEM OF TINDARI (MESSINA-ITALY)

Abstract

Microbial enzyme activities (peptidase, ß-glucosidase, phosphatase) were measured together with biological parameters (bacteria, fitoplancton, POC, PON and chlorophyll) in three brackish ponds with different hydrological characteristics. In Marinello pond all microbial activities and biological component showed high variability during the year due to both run off input and seasonal cycle; Mergolo pond showed more reduced activities; Verde pond was the environment with highest trophy and different patterns of activities.

Key-words: *brackish water, enzyme activities, bacteria, phytoplankton, particulate organic carbon.*

Introduzione

L'area lagunare di Tindari, posta lungo la costa tirrenica della provincia di Messina, è stata caratterizzata nell'arco dell'ultimo secolo da una rapida evoluzione geomorfologica, che ne ha modificato l'assetto topografico nel numero e nell'estensione degli stagni che la costituiscono. La modesta estensione spaziale e la scarsa profondità degli stagni fanno si che i cambiamenti climatici siano particolarmente accentuati. Il progressivo isolamento dal mare e le differenze degli apporti idrici (sia marini che continentali) nei vari stagni, accentuano l'eterogeneità anche biologica in quest'area (Giacobbe e Maimone, 1990; Giacobbe *et al.*,1990; Zaccone *et al.*, 1992; Azzaro, 1995).

Nell'ambito del Progetto Finalizzato "Beni Culturali" del CNR, è stata condotta un'indagine multidisciplinare allo scopo di valutare l'evoluzione dell'assetto trofico in questo particolare ambiente. Vengono qui riportati sinteticamente gli andamenti annuali delle attività microbiche in relazione alle variabili trofiche nei tre stagni di più antica formazione: Marinello, Mergolo e Verde.

Materiali e metodi

Data la ridotta estensione degli stagni, da ciascun bacino è stato prelevato un campione d'acqua superficiale con frequenza mensile dal febbraio 97 al marzo 98 mediante bottiglia Niskin, per un totale di 39 campioni. Su essi sono stati misurati i seguenti parametri: temperatura e salinità, rispettivamente mediante termometro a rovesciamento e salinometro ad induzione; contenuto in ossigeno disciolto, mediante metodo Winkler; concentrazione in azoto inorganico totale e ione ortofosfato (PO_4) secondo le metodiche per le acque salmastre descritte da Genovese e Magazzù (1969). Il contenuto in carbonio (POC) ed azoto (PON) organico particellato è stato valutato per via gas cromatografica (Perkin Elmer CHN-autoanalyzer) (Iseki *et al.*, 1987).

La densità del batterioplancton totale ed fototrofo è stata determinata mediante microscopia in epifluorescenza rispettivamente secondo Porter and Feig (1980) e secondo Li and Platt (1987). La carica in batteri eterotrofi aerobi è stata stimata attraverso conteggio vitale su piastre di Marine agar 2216 (Difco) incubate a 22°C per 7 giorni.

Per lo studio delle attività enzimatiche extracellulari sono stati utilizzati i substrati fluorogenici: L-leucine-MCA per la stima dell'attività aminopeptidasica (LAP), MUF-ß-glucopiranoside e MUF-phosphate per l'attività ß-glucosidasica(ß-Glu) e fosfatasica (AP) rispettivamente, secondo Hoppe *et al.* (1998).

La determinazione del fitoplancton è stata eseguita secondo Giacobbe e Maimone (1990). La concentrazione di clorofilla è stata valutata attraverso lettura spettrofluorimetrica secondo Panella e Magazzù (1978).

Risultati

In tabella 1 sono riportate le medie annuali con i rispettivi ranges di oscillazione ed i coefficienti di variazione. La temperatura ha presentato ampie escursioni con massimi nel mese di luglio e minimi in gennaio e con andamento simile nei tre stagni. Anche i valori alini hanno mostrato notevoli variazioni nel corso dell'anno (Fig. 1). In particolare lo stagno Marinello riceve per lo più acque continentali (piovane e freatiche), che determinano ampie variazioni di salinità durante l'anno, con oscillazioni comprese tra 3.4 e 32.0. Meno pronunciata è risultata la variabilità alina negli stagni Verde e Mergolo. L'ossigeno disciolto ha presentato in genere valori più elevati nei mesi invernali con maggiore variabilità negli stagni Verde e Marinello. Anche il carico di nutrienti è risultato più importante in questi due stagni, con ampie variazioni annuali (Tab. 1).

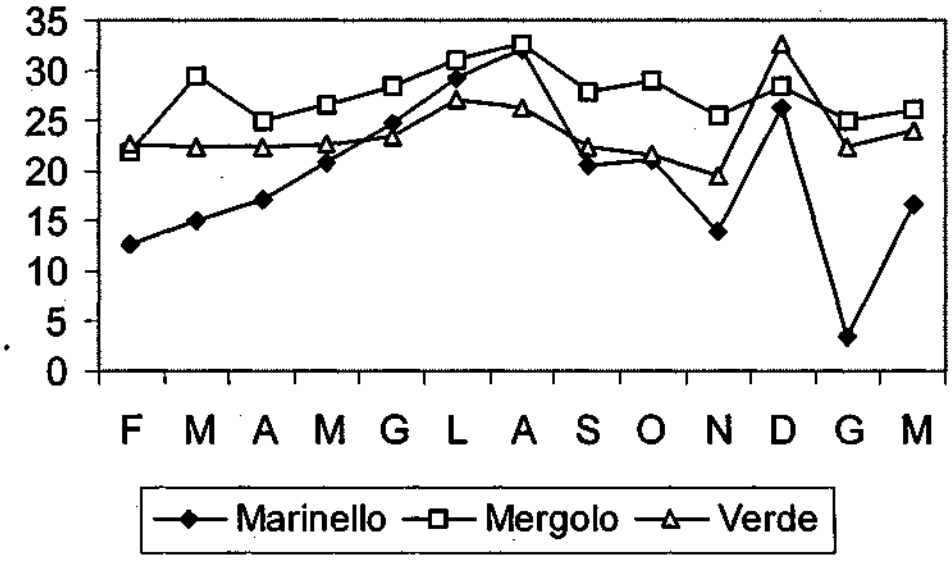


Fig. 1 - Andamento annuale della salinità nei tre stagni.
Annual course of salinity in the three ponds.

Nello stagno Marinello, nei mesi di marzo e luglio, sono stati osservati incrementi della popolazione fitoplanctonica (Fig. 2A), dovuti alla prevalenza rispettivamente di Diatomee (69%) e di Cianoficee (91%). Queste fioriture algali producono nuova sostanza organica disponibile per l'attacco microbico. Nei mesi

successivi infatti si è registrato un aumento di POC, PON e Clorofilla, insieme a un contemporaneo incremento delle attività aminopeptidasica e glucosidasica (Fig. 2B). Nel mese di gennaio, si è registrata un'importante immissione di acque piovane e di dilavamento (minimi di salinità), che ha prodotto un ulteriore variazione nella maggior parte dei parametri chimici e microbiologici. In particolare in questo mese sono stati rilevati alti valori di ioni P e N, così come di particellato organico e batteri eterotrofi. In questo prelievo inoltre è stato osservato anche un discreto numero di coliformi ed enterococchi fecali (dati non mostrati). I valori di batterioplancton totale sono risultati abbastanza omogenei nei tre stagni, a differenza della componente fototrofa che ha mostrato una maggiore variabilità, particolarmente evidente nello stagno Marinello (Fig. 2A e Tab. 1).

Tab. 1 - Media annuale, range e coefficiente di variazione (C.V.) dei principali parametri analizzati.
Annual mean values, range and coefficient of variation (C.V.) of analized parameters.

			Marinello				Mergolo				Verde			
	u.m	n	media	min	max	C.V.	media	min	max	C.V.	media	min	max	C.V.
Temperatura	°C	13	18,8	9,8	27,7	34	18,5	10,3	28,3	35	18,6	9,9	29,1	35
Salinità		13	18,7	3,4	32,0	39	27,4	21,8	32,5	10	23,0	19,5	27,2	14
O2	ppm	13	8,2	5,3	10,9	19	8,6	6,9	10,6	12	9,3	6,4	13,8	23
N-tot.	µM	13	4,9	0,6	16,6	107	6,9	1,9	14,9	56	10,0	1,6	24,3	74
P-PO4	µM	13	0,4	0,2	1,1	68	0,3	0,1	0,5	38	0,6	0,0	2,2	102
POC	µg /l	13	307,5	78,7	610,1	63	148,0	50,6	335,3	84	2232	112,5	17288	208
PON	µg /l	13	49,6	12,5	107,5	62	21,4	12,5	50,8	52	385	20,1	3030	212
Batterioplancton tot.	cell/ml	7	$8.5x10^5$	$6.4x10^5$	$1.2x10^6$	23	$6.8x10^5$	$3.9x10^5$	$1.0x10^6$	33	$7.4x10^5$	$4.1x10^5$	$1.1x10^6$	33
Batterioplancton fot.	cell/ml	7	$9.6x10^2$	$1.9x10^2$	$2.8x10^3$	106	$4.1x10^2$	$1.7x10^2$	$8.3x10^2$	62	$1.0x10^3$	$2.3x10^2$	$2.3x10^3$	71
Batteri eterotrofi	CFU/ml	13	$2.2x10^4$	$1.1x10^3$	$6.8x10^4$	89	$1.2x10^4$	$2.5x10^2$	$1.2x10^5$	268	$7.7x10^4$	$1.2x10^3$	$3.9x10^5$	135
Leu-Aminopeptidasi	µg C/h/l	13	53,2	9,6	313,9	154	10,4	2,5	34,9	94	87,2	0,0	261,2	106
ß-Glucosidasi	µg C/h/l	13	1,1	0,0	4,2	117	0,5	0,0	1,3	91	1,7	0,0	5,5	116
Fosfatasi	µg P/h/l	13	8,3	0,6	33,8	134	12,5	2,1	49,9	112	12,9	0,0	48,0	129
Fitoplancton tot.	cell/l	13	$9.3x10^5$	$9.8x10^4$	$3.6x10^6$	114	$7.0x10^5$	$1.4x10^5$	$4.3x10^6$	164	$6.4x10^5$	$1.9x10^5$	$1.6x10^6$	59
Clorofilla a tot.	µg /l	13	1,6	0,2	7,1	113	0,4	0,1	0,7	44	23,0	0,4	233,2	276

Il lago Mergolo presenta in generale valori più contenuti in quasi tutti i parametri esaminati, ed una minore variabilità (Tab. 1). Un marcato sviluppo di Cloroficee (95%) nel mese di giugno contribuisce al picco di fitoplancton pari a 4.29×10^6 cell/l (Fig. 2A). Anche le attività enzimatiche hanno mostrato valori più elevati in maggio-giugno (Fig. 2B); in particolare l'attività fosfatasica ha raggiunto il massimo valore (49.87 $\mu g\ Pl^{-1}\ h^{-1}$) in maggio, liberando fosfato per lo sviluppo fitoplanctonico. I valori massimi dei batteri coltivabili in piastra (eterotrofi) sono stati riscontrati nei mesi estivi. Bassi valori di clorofilla caratterizzano questo stagno durante tutto l'anno (Fig. 2B).

Il carico trofico dello stagno Verde (Chl*a*, POC, PON) è risultato mediamente di un ordine di grandezza più elevato che negli altri bacini, probabilmente in relazione alla cospicua disponibilità dei composti azotati durante tutto il ciclo annuale (Tab. 1). Tuttavia il fitoplancton totale non ha mostrato mediamente valori più elevati, bensì una diversa composizione qualitativa, con un aumento percentuale annuale di Dinoflagellate e Fitoflagellate. La frazione coltivabile dei batteri eterotrofi è risultata mediamente più elevata che negli altri bacini, variando tra 10^3 e 10^5 CFU/ml (Fig. 2A), così come le attività enzimatiche (peptidasica e glucosidasica), che raggiungono i massimi in giugno. Un secondo picco di attività è stato osservato in ottobre, in corrispondenza del picco di clorofilla e di

particellato organico (Fig. 2B). Anche l'attività fosfatasica segue un andamento stagionale, ad eccezione di una brusca caduta dei livelli di attività osservata in agosto, in coincidenza del massimo valore di fosforo inorganico (dati non mostrati).

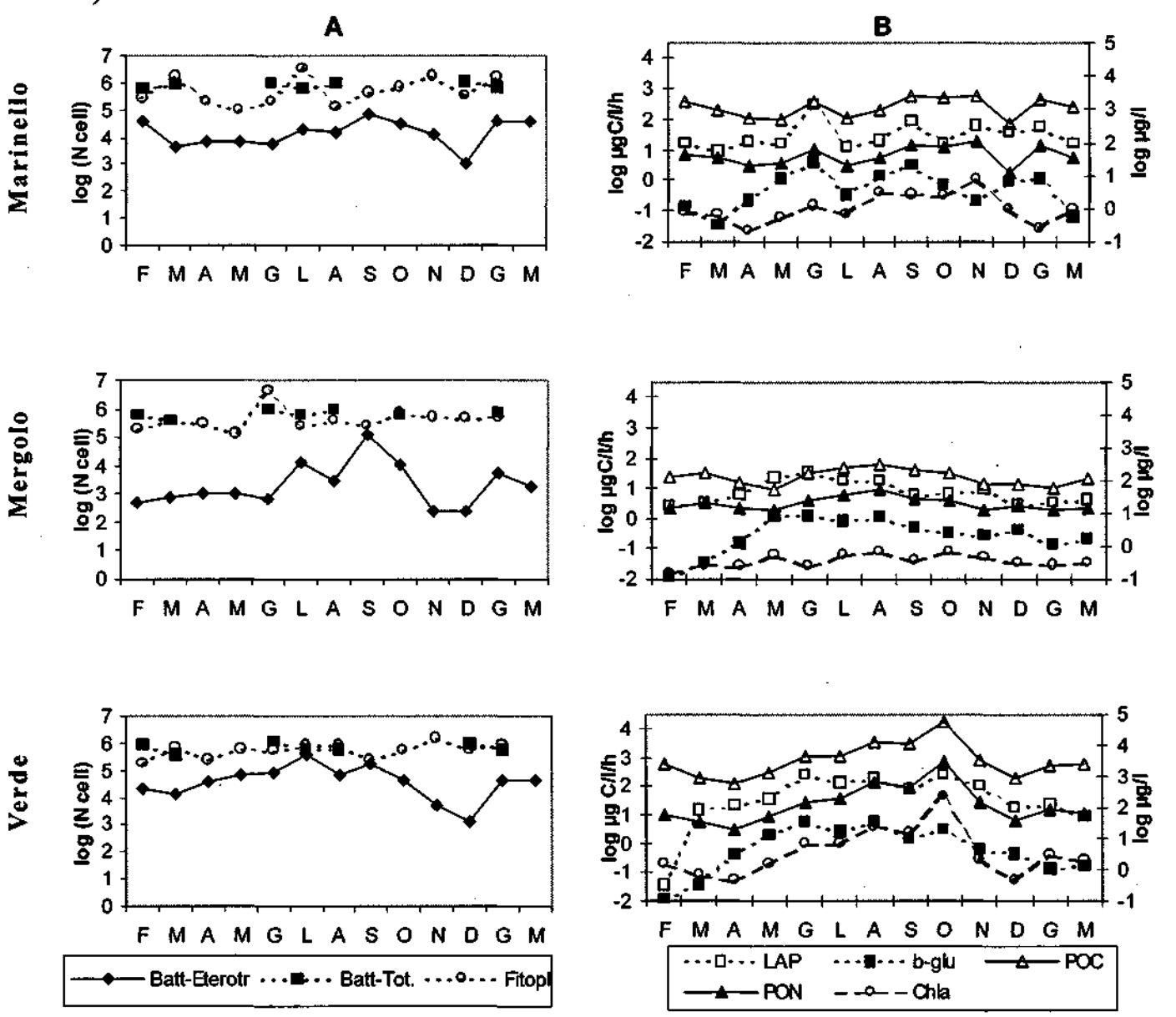


Fig. 2 - Andamento annuale nei tre stagni dei parametri analizzati: A) densità in batteri eterotrofi aerobi (CFU/ml), batterioplancton totale (cell/ml) e fitoplancton (cell/l). B) Livelli di attività enzimatiche: Leucina aminopeptidasi, LAP e ß-glucosidasi, ß-glu (µg C/l/h); particellato organico, POC e PON e clorofilla, Chla, µg/l.

Annual course in the three ponds of the analyzed parameters: A) abundance of heterotrophic bacteria (CFU/ml), total bacterioplankton (cell/ml) and phytoplankton densities (cell/l). B) Ezymatic activities: leucine aminopeptidase, LAP and ß-glucosidase, ß-glu (µg C/l/h) particulate organic carbon and nitrogen POC, PON and chlorophyll Chla levels (µg/l).

Discussione

I risultati ottenuti evidenziano la notevole eterogeneità dell'area indagata, e sottolineano l'elevata variabilità temporale delle caratteristiche microbiologiche e fisico-chimiche. Nello stagno Marinello le attività microbiche e i parametri biologici risultano influenzati sia dagli input esterni che dal ciclo stagionale; lo stagno Mergolo è meno variabile e le attività sono ridotte; lo stagno Verde è soggetto durante l'anno a sviluppo di fenomeni trofici bilanciati in parte dall'attività idrolitica dei batteri eterotrofi.

L'attività microbica, più che l'abbondanza cellulare del picoplancton totale, subisce variazioni stagionali in relazione alle condizioni fisiche e chimiche dell'ambiente ed alla disponibilità del carbonio organico di origine autoctona o alloctona, come riscontrato in acque costiere e salmastre (Zaccone *et al.*, 1999). Queste variazioni possono essere imputabili anche a differenze nella struttura delle comunità microbiche (Puddu *et al.*, 1997).

Dai nostri risultati sembra inoltre che il rilascio di materia organica da parte del fitoplancton, e l'attacco microbico mediante enzimi idrolitici, possono essere sfalsati nel tempo. Infatti i cambiamenti nel ciclo produttivo possono essere o no accoppiati con quelli del ciclo di mineralizzazione operato dai batteri eterotrofi (Middelboe *et al.*,1995).

Come osservato nello stagno Verde, a carico della fosfatasi, la disponibilità di sostanza organica stimola la produzione di enzimi, mentre l'aumento del prodotto di reazione la inibisce (Hoppe *et al.*, 1998).

In conclusione le attività microbiche coinvolte nel turnover della sostanza organica mostrano un'elevata variabilità annuale e sono fortemente condizionate dalle caratteristiche idrologiche e dall'andamento stagionale, così marcato in questi piccoli ambienti.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano i colleghi dell'Istituto Talassografico CNR, dott. F. Azzaro e F. Decembrini per i dati fisici e chimici gentilmente forniti.

Bibliografia

AZZARO F. (1995) - Osservazioni biennali sull'ecosistema degli stagni costieri di Oliveri-Tindari (Messina): nutrienti e clorofilla. *S.It.E. Atti*, **16**: 495-497.

GENOVESE S., MAGAZZÙ G. (1969) - *Manuale d'analisi per le acque salmastre.* Ed. Universitaria, Messina: 1-134.

GIACOBBE S., LEONARDI M., AZZARO F., RINELLI P. (1990) - Descrizione di un esempio di "confinamento": l'Area lagunare di Oliveri-Tindari (Messina). *Oebalia,* **16** (2 Suppl.): 675-678.

GIACOBBE M.G., MAIMONE G. (1990) - Abbondanza fitoplanctonica negli stagni salmastri dell'area lagunare di Oliveri-Tindari. *Oebalia,* **16** (2 Suppl.): 671-673.

HOPPE H.G., GIESENHAGEN H.G., GOCKE K. (1998) - Changing patterns of bacterial substrate decomposition in a eutrophication gradient. *Aquat. Microb. Ecol.*, **15**: 1-13.

ISEKI K., MACDONALD R.W., CARMACK E. (1987) - Distribution of particulate matter in the south-eastern Beaufort Sea in late summer. *Proc. NIPR Symp. Polr. Biol.*, **1**: 35-46.

LI W.K.W., PLATT T. (1987) - Photosynthetic picoplankton in the ocean. *Sci. Prg. Oxf.*, **71**: 117-132.

MIDDELBOE M., SONDERGAARD M., LETARTE Y., BORCH N.H. (1995)- Attached and free living bacteria: production and polymer hydrolysis during a diatom bloom. *Microb. Ecol.*, **29**: 231-248.

PANELLA S., MAGAZZÙ G. (1978) - Analisi dei pigmenti fitoplanctonici. In: G.M. (ed), *Metodi per lo studio del plancton e della produzione primaria,* Vibo Valentia: 19-34.

PORTER K.G., FEIG Y.S. (1980) - The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, **25**: 943-948.

PUDDU A., LA FERLA R., ALLEGRA A., BACCI C., LOPEZ M., OLIVA F., PIEROTTI C. (1997) - Seasonal and spatial distribution of bacterial production and biomass along a salinity gradient (North Adriatic Sea). *Hydrobiologia,* **363**: 271-282.

ZACCONE R., CRISAFI E., GENOVESE L. (1992) - Ecology of vibrios in the Oliveri-Tindari lagoon (Messina), two-year study. *Mar. Ecol.*, **13** (2): 149-161.

ZACCONE R., LA FERLA R., CARUSO G., AZZARO M. (1999) - Attività proteasica e respiratoria microbica in due aree dell'Adriatico Settentrionale. *Atti AIOL,* **13** (1): 33-44.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 296-311

M. VACCHI, G. NOTARBARTOLO DI SCIARA

ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare,
Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

I PESCI CARTILAGINEI NEI MARI ITALIANI, UNA RISORSA CHE RICHIEDE URGENTI MISURE DI TUTELA

THE CARTILAGINEOUS FISHES IN ITALIAN SEAS, A RESOURCE THAT URGES TO BE PROTECTED

Abstract

The faunistic and biogeographic tracts of the cartilagineous fishes assemblage of the Italian seas are summarised; moreover, the principal fisheries that exploit this group of fishes are described. Sharks, rays, skates and chimaeras constitute a bycatch product in national fishing activities and several stocks seem severely impoverished. The urgency of creation of appropriate plan of action to protect and manage the chondrichthyan populations in Italy is outlined.

Key-words: *Chondrichthyans, Italian seas, fisheries, protection, management.*

Introduzione

Segnali di impoverimento di popolazioni di pesci cartilaginei (squali, razze e chimere) in molte aree del globo (Bonfil, 1994) hanno richiamato negli ultimi anni l'attenzione su questi organismi ed hanno sottolineato la necessità di misure urgenti di conservazione e di gestione. Tra le cause più importanti sono sicuramente da considerare le attività umane che agiscono sia in via diretta (prelievo da pesca) sia in via indiretta (alterazione e degrado degli habitat). I pesci cartilaginei sono caratterizzati da lunghi cicli vitali, bassa fecondità, lenti ritmi di crescita e tardiva maturità sessuale, il che si traduce in ritmi molto lenti di rinnovo delle popolazioni. Inoltre la maggior parte delle specie è posta, come predatore, all'apice delle catene alimentari marine, ed è presente in natura con valori di abbondanza relativamente bassi. Queste caratteristiche biologiche ed ecologiche rendono i pesci cartilaginei particolarmente vulnerabili alla pressione di pesca e molto esposti al pericolo di sovrapesca (Camhi *et al.*, 1998; Bonfil, 1994).

Nel 1997, nell'ambito della commissione internazionale CITES ("Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora"), venne presentato un rapporto sul commercio mondiale dei pesci cartilaginei nel quale furono evidenziati la scarsità di dati attendibili sui quantitativi pescati e commercializzati nel mondo, e la vulnerabilità di queste specie ad attività di pesca non controllate. Inoltre il documento indirizzava alla FAO un appello per lo sviluppo di un programma globale per la gestione di queste risorse (Camhi *et al.*, 1998). In risposta, la FAO ha sviluppato le linee guida del Piano d'Azione Internazionale per conservazione e la gestione dei pesci cartilaginei (IPOA-SHARKS): tutti gli stati membri delle Nazioni Unite sono sollecitati a sviluppare, su base nazionale e di concerto con paesi confinanti, piani di gestione per la salvaguardia e il recupero delle popolazioni di condroitti dei propri mari (FAO, 1998). Tale importante iniziativa, indirizzata specificatamente a questo taxon, fa seguito a direttive più generali, contenute in importanti accordi internazionali sulla conservazione della biodiversità marina; tra questi la Convenzione sulla Biodiversità

di Rio de Janeiro (1992) e la Convenzione di Barcellona per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera mediterranea (1976).

Alcune nazioni (Canada, Stati Uniti e Australia) applicano già da qualche tempo normative riguardanti la gestione e la tutela degli stocks di pesci cartilaginei nel loro complesso (Camhi *et al.*, 1998). In queste ed in altre nazioni alcuni squali sono già oggetto di tutela specifica: lo squalo toro, *Carcharias taurus* (Australia, Stati Uniti); lo squalo balena, *Rhincodon typus* (Australia, Stati Uniti, Maldive e Filippine); lo squalo bianco, *Carcharodon carcharias* (Australia, Sud Africa, Namibia, Maldive e Stati Uniti) e lo squalo elefante, *Cetorhinus maximus* (Nuova Zelanda, Regno Unito e Stati Uniti). Questi due ultimi squali, insieme alla mobula, *Mobula mobular*, sono inserite tra le specie mediterranee minacciate, nel Protocollo sulle aree specialmente protette e la diversità biologica della Convenzione di Barcellona, recentemente entrato in vigore e ratificato anche dall'Italia.

L'Italia, in linea con quanto raccomandato dalla FAO, è chiamata a mobilitarsi urgentemente, coinvolgendo le forze scientifiche e gestionali di competenza, per elaborare un piano di protezione e di gestione dei pesci cartilaginei, in cooperazione in particolare con gli altri Paesi che si affacciano sul Mediterraneo. Per fornire supporto in tale ambito alle Amministrazioni competenti, l'ICRAM si è attivato nella messa a punto di un Piano d'Azione Nazionale, avvalendosi anche della collaborazione delle competenze e delle esperienze di altri Enti ed Istituzioni nazionali.

Quale contributo a questo programma, il presente lavoro fornisce una rassegna di informazioni disponibili sui pesci cartilaginei dei mari italiani, con particolare attenzione agli aspetti faunistici e alle attività di pesca diretta e indiretta a questa risorsa.

I pesci cartilaginei: diversità e ricchezza faunistica nelle acque italiane

Per la posizione centrale, il grande sviluppo costiero e l'estrema varietà di ambienti marini, la penisola italiana e le sue isole maggiori rappresentano un osservatorio privilegiato per lo studio delle specie mediterranee. Non a caso i mari italiani risultano, nel loro insieme, tra i più rappresentativi della diversità ittica mediterranea. Relini e Piccinetti (1991) segnalano nelle acque italiane 489 specie ittiche, pari a circa il 78% delle specie censite nell'intero bacino mediterraneo (Fredy e Maurin, 1987).

Nelle nostre acque sono segnalati quasi tutti i pesci cartilaginei presenti in Mediterraneo (Fischer *et al.* 1987; Capapé, 1989; Fredy e Maurin, 1987; Notarbartolo e Bianchi, 1998): si tratta di circa settanta specie che costituiscono l'11% del numero totale di specie ittiche presenti. Tale valore, superiore a quello noto per molti altri mari del globo, sottolinea il forte contributo che i pesci cartilaginei dei mari italiani offrono alla biodiversità del Mediterraneo. Ne deriva la necessità di considerare con grande attenzione questo gruppo di pesci, anche al fine di salvaguardare e, se possibile recuperare, la ricchezza faunistica e la diversità biologica dei nostri mari.

Tra le componenti della selacofauna, in alcuni nostri distretti marittimi sono state segnalate specie endemiche del Mediterraneo: *Raja melitensis*, *R. polystigma* e *R. rondeleti*. Altre specie, la razza stellata (*R. asterias*) e la razza scuffina (*R. radula*), recentemente segnalate sulle coste atlantiche prospicienti lo Stretto di Gibilterra (Marocco e Portogallo), risultano essenzialmente confinate al Me-

diterraneo. Ben rappresentata nei nostri mari, è anche la mobula (*Mobula mobular*), un batoideo che potrebbe essere endemico del Mediterraneo in quanto le segnalazioni atlantiche potrebbero derivare dalla specie simile *M. japanica* (a distribuzione circumtropicale) (Notarbartolo di Sciara e Bianchi, 1998).

Negli ultimi anni numerosi ritrovamenti hanno richiamato l'attenzione di specialisti e appassionati (Fig. 1). Alcuni squali pelagici come lo squalo volpe occhiogrosso (*Alopias superciliosus*), e i Carcarinidi *Carcharhinus brevipinna e C. obscurus,* sono stati identificati tra i prodotti di pesca nel Canale di Sicilia (Cigala Fulgosi, 1983a; Vacchi e Serena, 1997); il trigone africano *Taeniura grabata* è stato pescato nelle acque toscane (Serena *et al.*, 1999). Ad essi si aggiungono il notidano occhiogrosso *Hexanchus vitulus*, di cui è noto un unico esemplare, nella collezione del museo della Specola di Firenze, forse proveniente dalla Toscana (Tortonese, 1986), e lo squalo latteo *Rhizoprionodon acutus*, ritrovato nel Golfo di Taranto (Pastore e Tortonese, 1984). I ritrovamenti italiani di queste due ultime specie costituiscono le uniche segnalazioni per il Mediterraneo.

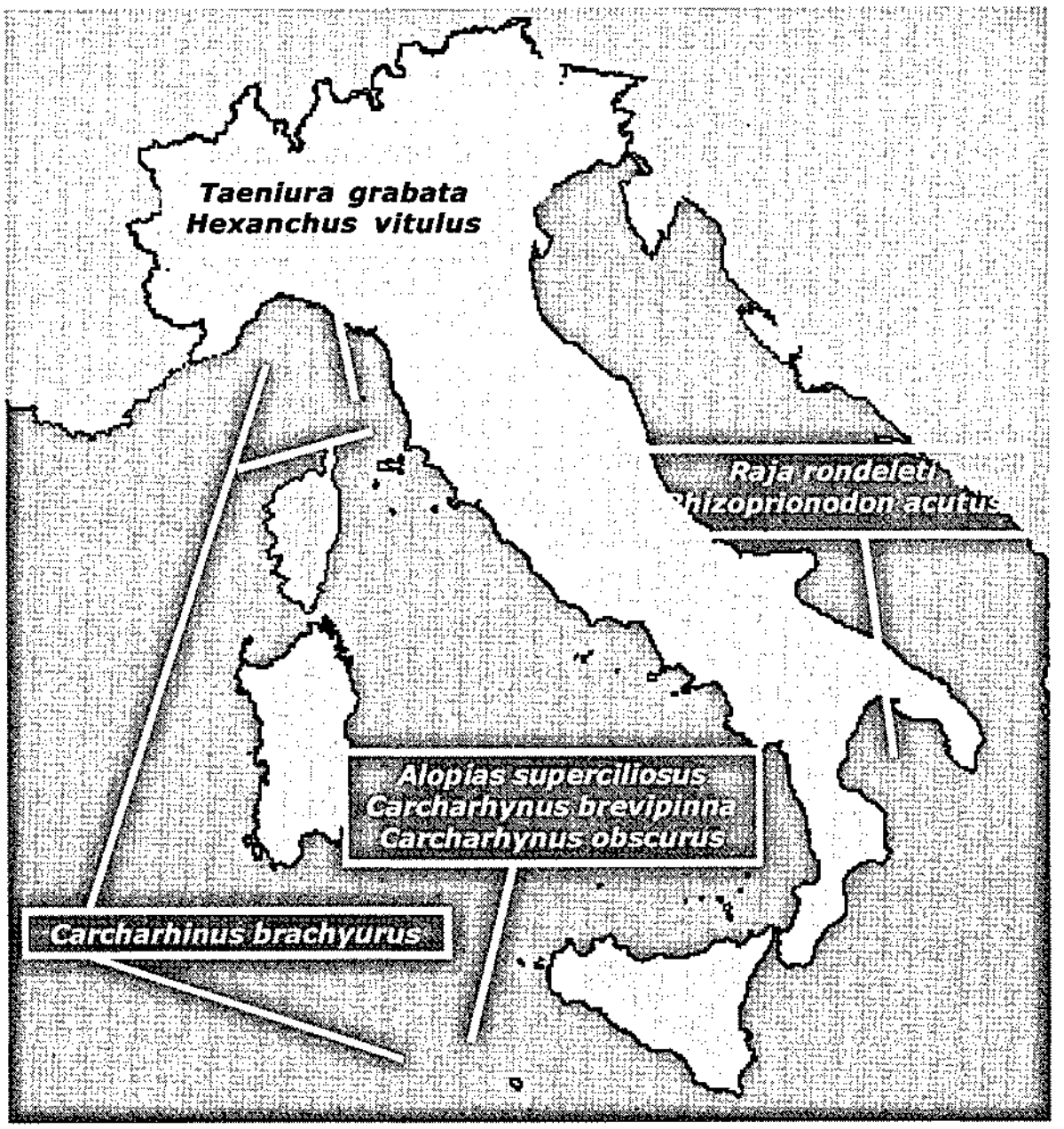


Fig. 1 - Recenti segnalazioni di elasmobranchi di rilevante interesse faunistico nei mari italiani.
Recent findings of elasmobranch species of relevant faunistic interest in the Italian seas.

Alcuni ritrovamenti confermano la presenza di specie di cui si avevano dubbie segnalazioni in precedenza (Fig. 1): lo squalo ramato *Carcharhinus brachyurus* nel Canale di Sicilia, in Alto Tirreno e Mar Ligure (Cigala Fulgosi, 1983b; Vacchi e Serena, 1996; Orsi Relini, 1998); la razza istrice *Raja rondeleti* nel Golfo di Taranto (Matarrese *et al.*, 1996).

Per contro, alcune specie abitualmente presenti nelle acque italiane, sono attualmente diventate rarissime. I pesci chitarra o pesci violino (*Rhinobatos spp.*), specie litorali di fondo, una volta assai comuni tra i prodotti della pesca in Sicilia (Doderlein, 1882), da molti anni non vengono più censiti, nonostante le intense attività di studio conseguenti ai programmi di valutazione delle risorse di pesca demersali, avviati a partire dal 1985 (Relini e Piccinetti, 1991).

Tra le specie mediterranee fino ad ora non segnalate in acque italiane, possiamo citare lo scilliorinide *Galeus atlanticus* (noto per il momento solo nell'area più occidentale del Mediterraneo in prossimità dello Stretto di Gibilterra). Altre specie sono il trigone indiano *Himantura uarnak*, immigrante lessepsiano, circoscritto alle coste israeliane ed egiziane, alcuni squali del genere *Carcharhinus* (*C. altimus*, *C. falciformis* e *C. melanopterus*), segnalati lungo le coste del Maghreb e nell'area adiacente lo stretto di Gibilterra, e la rinottera (*Rhinoptera marginata*), la cui presenza in acque italiane può essere considerata dubbia. Lo squalo martello merlato *Sphyrna lewini*, è segnalato soltanto per l'estremità occidentale del Mediterraneo.

Tra le specie descritte come nuove per la scienza, si trovano *Dasyatis tortonesei* Capapé, 1975 e *Raja africana*, Capapé, 1977 delle coste tunisine e *Carcharhinus acarenatus*, Moreno e Hoyos, 1983, pescato nello Stretto di Gibilterra. Ma *D. tortonesei* è da considerarsi sinonimo di *D. pastinaca* (Tortonese, 1987) e *C. acarenatus* è posto in sinonimia con *C. brachyurus* (Compagno, 1984).

In ultimo si può segnalare la presenza in Mediterraneo di nuovi rappresentanti della famiglia Torpedinidae: *Torpedo fuscomaculata* Peters, 1855, proveniente dal Mar Rosso, e una nuova specie, *Torpedo alexandrinsis,* lungo le coste egiziane (Mazhar, 1982 in Capapè, 1997). Quest'ultima tuttavia potrebbe essere una forma atipica della comune *T. marmorata* (Quignard e Tomasini, 2000).

Pesci cartilaginei e pesca in Italia

I dati storici

Le informazioni sulla pesca dei pesci cartilaginei nei mari italiani sono in generale scarse e approssimative.

Come testimoniano tuttavia alcuni dati storici della letteratura, questi organismi sono stati, in passato, molto più abbondanti in Italia, e più comunemente pescati.

D'Ancona (1934) illustrò i dati statistici dei mercati del pesce di Trieste e Fiume relativi al periodo compreso tra il 1904 e il 1932. In ambedue questi porti gli elasmobranchi erano una importante componente dei prodotti commercializzati (Fig. 2). A Trieste in particolare, erano frequenti le "rase" (*Raja sp.*), i "cani" (*Mustelus mustelus*), le "gate" (*Scyliorhinus sp.*), gli "asiali" (*Squalus acanthias*) i "colombi" (Miliobatidi) e i "matani" (*Trygon sp.*); meno comuni, sebbene abitualmente presenti, risultavano le "squaene" (*Squatina squatina*). Dall'esame

dell'insieme dei dati a disposizione, l'Autore dedusse interessanti correlazioni con la stasi di pesca corrispondente al periodo della prima guerra mondiale. Egli attribuì l'incremento delle popolazioni di condroitti, registrato in Alto Adriatico alla fine del periodo bellico (Fig. 2), alla sospensione della pesca: la stasi peschereccia del 1914-18 aveva alterato l'equilibrio tra le diverse specie favorendo le più voraci (elasmobranchi) a danno delle più inermi.

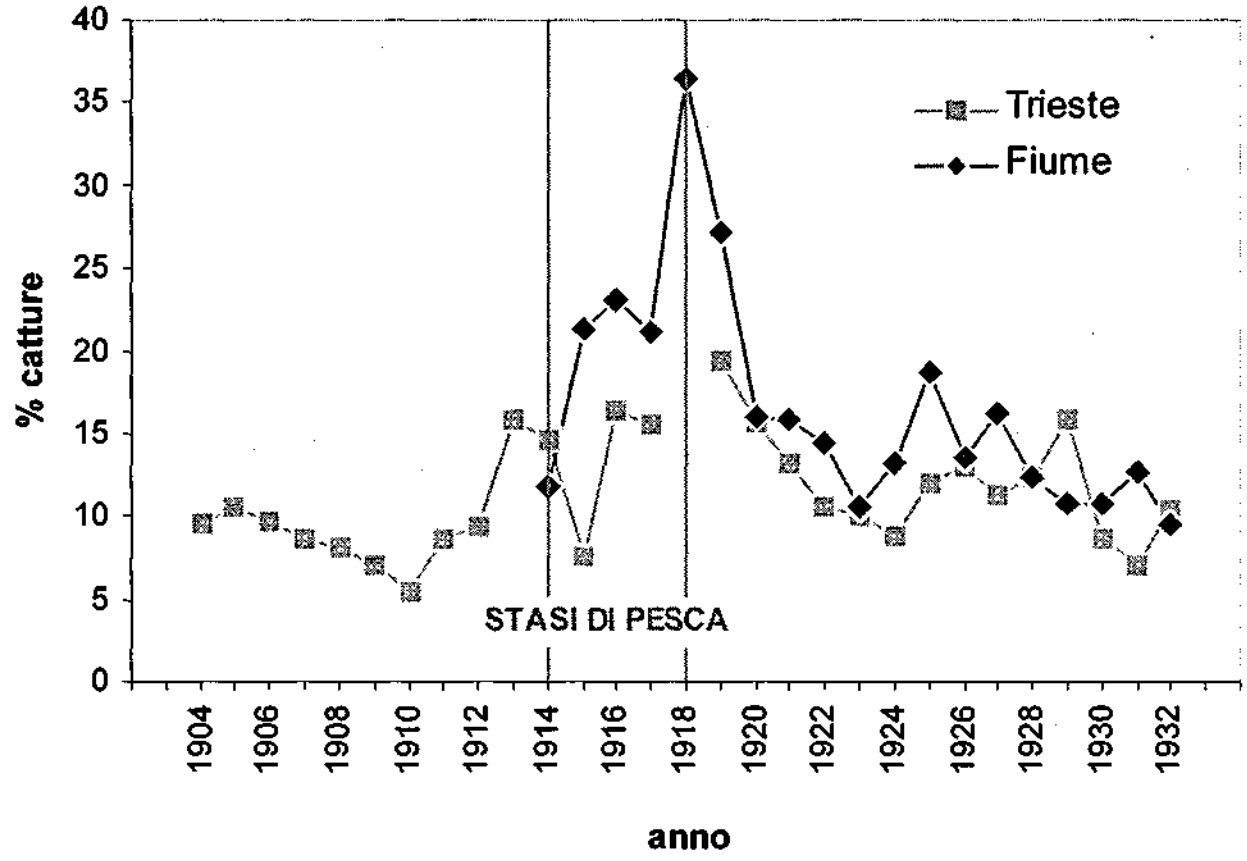


Fig. 2 - Andamento delle catture di elasmobranchi (percentuale sul totale del pescato) dai mercati ittici di Trieste e Fiume negli anni 1904-1932 (modificato da D'Ancona, 1934).
Trend of elasmobranch catches (percentage of the total fishing product) in the Trieste and Fiume fishing markets during the 1904-1932 years (from D'Ancona, 1934, modified).

Riferimenti rilevanti alla pesca di pesci cartilaginei nelle acque dell'Arcipelago Toscano sono contenuti in D'Ancona e Razzauti (1937) che elencano ben 28 specie tra le catture a strascico delle paranze a vela e dei primi motopescherecci, a basse profondità (non oltre i 200 metri). Tra queste risultano varie specie oggi molto rare o addirittura apparentemente scomparse da quest'area, come lo squadro (*Squatina squatina*), lo squadro pelle rossa (*Squatina oculata*), la vaccarella (*Pteromylaeus bovinus*), la razza bavosa (*Raja batis*), il trigone spinoso (*Dasyatis centroura*) e il notidano cinereo (*Heptranchias perlo*). A questo elenco furono aggiunti alcuni grossi elasmobranchi pelagici a comparsa saltuaria, come lo squalo mako (*Isurus oxyrhyncus*), lo smeriglio (*Lamna nasus*), lo squalo bianco (*Carcharodon carcharias*,), lo squalo volpe (*Alopias vulpinus*), lo squalo elefante (*Cetorhinus maximus*), la verdesca (*Prionace glauca*), lo squalo grigio (*Carcharhinus plumbeus*), gli squali mar-

tello (*Sphyrna tudes* e *S. zygaena*) e la mobula (*Mobula mobular*). Tra le specie più frequenti nella pesca e quindi abbondanti, furono indicate gli spinaroli (*Squalus spp.*), i gattucci (*Scyliorhinus spp.*), i palombi (*Mustelus spp.*), gli squadri (*S. squatina*), i trigoni (*Dasyatis spp.*), le aquile di mare (*M. aquila*) e alcune razze tra cui *Raja clavata* e *Raja asterias.*

Porto Santo Stefano fu considerato il centro di pesca più specializzato nella pesca a strascico profonda (fino a 500 m) dell'intero Mediterraneo (D'Ancona e Razzauti, 1937). Nell'elenco delle specie ittiche catturate fino a 500 metri, erano presenti: il palombo liscio (*Mustelus mustelus*), il gattuccio boccanera (*Galeus melastomus*), il gattuccio (*Scyliorhinus canicula*), il sagrì nero (*Etmopterus spinax*), il pesce porco (*Oxinotus centrina*), la razza monaca (*Raja oxyrhynchus*), la razza maculata (*Raja montagui*), la razza quattrocchi (*Raja miraletus*), lo zigrino (*Scymnorhinus licha*), l'echinorino (*Echinorhinus brucus*), il sagrì (*Centrophorus granulosus*), la razza chiodata (*Raja clavata*) e la chimera (*Chimaera monstrosa*).

Attività di pesca tradizionali

In passato erano sicuramente attive alcune tradizioni di pesca, peculiari a livello regionale e indirizzate ad alcune specie in particolare. Tra queste possono essere ricordate:

– pesca al notidano grigio (*Hexanchus griseus*) in Mar Ionio.
– pesca allo zigrino (*Dalatias licha*) in Mar Ligure.

Arcidiacono descrisse, nel 1931, la pesca del grosso squalo di profondità *Hexanchus griseus* da parte dei pescatori di Riposto (Catania). Specializzati da oltre un secolo in quella attività, i pescatori locali appellavano questa specie "pisci vacca". La pesca avveniva tutto l'anno, da profondità minime di 400 metri in inverno, fino a circa 2000 metri durante l'estate, utilizzando appositi palangresi di fondo ("ingegni da pisci vacca"). L'esca era in genere costituita da piccoli squali interi (*Scyliorhinus canicula*, *S. stellaris* e *Mustelus mustelus*) o da parti di *H. griseus*; a detta dei pescatori comunque, pezzi di delfino costituivano l'esca migliore. La pesca al notidano grigio era redditizia per via della grossa taglia degli esemplari pescati (fino a 6 quintali/individuo) e del valore commerciale delle carni, apprezzate e ben quotate nei mercati ittici delle grandi città. Anche il fegato veniva utilizzato, per la preparazione di un olio per la concia delle pelli: la resa in olio era di circa 1/5 sul peso totale dell'animale.

La pesca allo zigrino era praticata a Cornigliano, attualmente delegazione industrializzata del Ponente Genovese. Come già descritto da Vinciguerra (1883), i pescatori liguri erano particolarmente abili nella pesca con i palangresi a rilevanti profondità. Fino agli anni '30 una decina di imbarcazioni di Cornigliano erano impegnate in modo specifico nella pesca a questo squalo batiale, chiamato localmente "neigra". Testimonianze dirette sulle modalità, le zone e la tipologia di questa pesca fortemente specifica, sono state raccolte durante colloqui con anziani pescatori (fratelli Ugo e Carlo Bussalino, Vacchi, com. pers., 1999): la pesca avveniva nei mesi invernali, tipicamente febbraio e marzo, su fondali di 250-300 m. Su ogni imbarcazione 8-9 uomini di equipaggio erano addetti sia alla navigazione (a vela e a remi) che alle attività di pesca. I palangresi erano confezionati con cordino di canapa ed ami a terminale metallico (filo di ottone), in grado di resistere ai denti affilati dello squalo. Ogni imbarcazione catturava in media una ventina di esemplari al giorno, per la maggior parte femmine di

grossa taglia, spesso gravide. L'utilizzazione del prodotto pescato era pressoché totale: la carne era venduta per il consumo locale, la pelle utilizzata per la levigatura di oggetti d'ebanisteria e per la preparazione di finimenti in cuoio; infine il fegato serviva alla produzione di olio usato in fonderia per la tempra di acciai speciali.

Attualmente un numero estremamente ridotto di attività dirette alla pesca di pesci cartilaginei sopravvive in Italia. Tra queste possiamo ricordare:

– pesca con le "cagnolere" in Adriatico

È quanto resta di una una pesca tradizionale in Nord Adriatico, già citata e descritta nel secolo scorso da Faber (1883): è attuata con reti da posta dette "cagnolere" e attualmente attiva localmente in alcune marinerie (Costantini *et al.*, in stampa). A Marano Lagunare, negli anni 1995-98, la produzione ha toccato 50 tonnellate/anno: gran parte delle catture è costituita da palombi (*Mustelus mustelus* e *M. punctulatus*), spinaroli (*Squalus acanthias*) e aquile di mare (*Myliobatis aquila*); in minor misura vengono pescati anche gattopardi (*Scyliorhinus stellaris*). Tra le prede saltuarie i pescatori citano verdesche (*P. glauca*), vaccarelle (*Pteromylaeus bovinus*), squali volpe (*Alopias vulpinus*) e canesche (*Galeorhinus galeus*).

– pesca alle razze

È una attività di pesca commerciale diretta, segnalata in Alto e Medio Tirreno, nei compartimenti toscani e laziali.

I pescherecci utilizzano particolari reti a strascico chiamate "rapidi". in zone di pesca molto circoscritte, dove le specie bersaglio sono più abbondanti. Si pescano con maggiore frequenza *Raja asterias* e *Raja clavata* (Serena e Romanelli, com. pers., 1999).

Pesca sportiva

La pesca agli squali a scopo ricreativo è una pratica relativamente nuova nei mari italiani. Ha avuto sempre maggior diffusione a partire dalla fine degli anni '80, soprattutto nelle marinerie dell'Alto e Medio Adriatico.

La tecnica più utilizzata è il "drifting". Vengono pescate soprattutto verdesche (*P. glauca*) e saltuariamente qualche squalo volpe (*Alopias vulpinus*). Nel corso di gare ufficiali di pesca d'altura furono fatti alcuni tentativi di interazione e collaborazione tra pescatori sportivi e ricercatori procedendo ad esperimenti di marcatura e rilascio degli squali catturati (Bianchi e Costantini, 1997).

I pesci cartilaginei come "bycatch"

A parte gli esempi di pesca diretta appena descritti, i pesci cartilaginei costituiscono più comunemente un prodotto secondario di diverse attività di pesca. Nonostante lo stato di evidente impoverimento delle popolazioni, i livelli di prelievo di elasmobranchi da parte delle flottiglie pescherecce italiane sono tutt'altro che trascurabili. Dati indicano produzioni commerciali annuali generalmente superiori alle 10 mila tonnellate (Bonfil, 1994). Molte specie, assai diverse tra loro dal punto di vista tassonomico, vengono generalmente indicate nelle statistiche ufficiali con terminologia generica: sono chiamati "palombi" non solo i

palombi propriamente detti (*Mustelus spp.*), ma anche tutti gli squali di piccola e media taglia. Come "razze" vengono commercializzate tutte le diverse specie di Raiformi.

In genere i pesci cartilaginei, catturati nel corso di attività di pesca indirizzate ad altre risorse di maggior pregio (Notarbartolo e Bianchi, 1998), sono commercializzati come prodotto di medio o scarso valore oppure sono considerati scarto di pesca e rigettati in mare.

Le informazioni qui riportate vogliono essere esemplificative, senza pretesa di essere esaustive, delle specie catturate abitualmente come "bycatch" nelle principali e diverse tipologie di pesca in Italia. Le notizie sono tratte da fonti bibliografiche e da contatti con pescatori e ricercatori in biologia della pesca. Altri dati e dettagli sui pesci cartilaginei demersali e pelagici sono contenute in alcuni articoli (questo stesso volume) in cui si analizzano i risultati delle campagne di valutazione delle risorse da pesca finanziate dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, in corso di svolgimento dal 1985.

– *Pesca pelagica*

L'incidenza delle catture di elasmobranchi nel corso della pesca al pescespada con palangrese derivante nel Golfo di Taranto è stata descritta da Filanti *et al.* (1986). Negli anni dal 1978 al 1985, La specie più comunemente pescata fu *Prionace glauca*, seguita da *Mobula mobular, Lamna nasus, Sphyrna zygaena, Alopias vulpinus, Hexanchus griseus*; gli autori citano anche *Dasyatis violacea* che viene subito ributtata in mare perché priva di valore commerciale.

Considerando la pesca con attrezzi di superficie (reti "spadare", palangresi di superficie reti a circuizione e arpione), Di Natale (1998) ha fornito un elenco degli elasmobranchi catturati come bycatch dalle flottiglie italiane nella pesca dei grandi pelagici in Mar Ligure, Mar Tirreno e Canale di Sicilia: le informazioni erano state raccolte sia attingendo a fonti bibliografiche che attraverso campagne di monitoraggio svolte negli anni 1990-92 (interviste ai pescatori, rilevamenti in banchina, monitoraggio a bordo). Sono state segnalate un numero rilevante di specie, di grande e media taglia. Nell'elenco compaiono alcune specie non censite precedentemente (*Carcharhinus falciformis* e *Sphyrna lewini*) o molto rare (*Alopias superciliosus, C. brachyurus, C. brevipinna, C. obscurus* e *Sphyrna mokarran*). Tuttavia tali informazioni non sono attendibili e discutibili in termini scientifici, poiché le fonti su cui sono basate le segnalazioni (notizie indirette dei pescatori) (Di Natale *et al.*, 1992), non sono verificabili.

Per alcune altre specie l'autore riferisce dati interessanti e più particolareggiati, provenienti dal monitoraggio a bordo di imbarcazioni da pesca operanti con "spadare" e palangresi di superficie: in termini numerici, il condroitto più abbondantemente pescato con ambedue gli attrezzi risulta il trigone viola (*Dasyatis violacea*), seguito dalla verdesca (*P. glauca*). Nelle "spadare" sono state ritrovate anche la mobula, lo squalo volpe e lo squalo elefante, nei palangresi di superficie lo squalo mako (*Isurus oxyrhincus*) e lo squalo martello comune (*Sphyrna zygaena*). Soltanto lo squalo volpe, lo squalo mako e lo smeriglio (*Lamna nasus*) sono abitualmente commercializzati. Altri squali, tra cui la verdesca, vengono rigettati in mare al pari del trigone viola e altri raiformi, particolarmente durante la pesca d'altura, sebbene occasionalmente possano essere venduti (Di Natale, 1998).

L'andamento delle quantità di "squali" pescati mediante palangrese da pesce spada nel Mar Ligure, espresso come catture medie per unità di sforzo (kg per 1000 ami) tra il 1990 e il 1997 è studiato da Orsi Relini *et al.* (1998, 1999a, 1999b): le catture subiscono ampie fluttuazioni; nel porto di Sanremo i valori per unità di sforzo risultano in genere più elevati, e corrispondono in media, ad 1/18 della cattura per unità di sforzo della specie bersaglio (pesce spada). Gli elasmobranchi commercializzati sono *Prionace glauca, Alopias vulpinus, Isurus oxyrinchus, Lamna nasus* e *Carcharhinus plumbeus* mentre il trigone viola *(D. violacea)* e la mobula (*M. mobular*) sono normalmente considerati "scarto di pesca" e rigettati in mare (Orsi Relini *et al.*, 1999a; 1999b).

Nella pesca con reti a circuizione, soltanto la verdesca e la Mobula sono citate (Di Natale, 1998; Notarbartolo di Sciara e Serena, 1988).

Di Natale (1998) fornisce inoltre l'elenco dei pesci cartilaginei che costituiscono catture accessorie nella pesca con l'arpione ai grandi pesci pelagici. Si tratta di 12 specie, tra cui grossi squali pelagici predatori come lo squalo bianco, lo squalo mako, lo smeriglio, lo squalo martello comune (*Sphyrna zygaena*) e la verdesca. Sempre nella pesca con arpione sono citate la Mobula e lo Squalo elefante.

Dati frammentari si hanno sul "bycacth" di elasmobranchi nella pesca ai piccoli pelagici (sardine, acciughe, ecc) effettuata con reti al traino di tipo semipelagico.

In Adriatico questa pratica di pesca viene tipicamente esercitata da due imbarcazioni (pesca con rete "volante"); tra le altre specie lo squalo volpe (*A. vulpinus*) è ritrovato con una certa frequenza in queste reti (Costantini, 1999, com. pers.).

In alcuni compartimenti dell'Alto Tirreno e del mar Ligure da alcuni anni esiste una attività di pesca alle acciughe molto simile a quella delle "volanti" adriatiche. Sporadicamente grossi esemplari di squalo volpe vengono ritrovati (fratelli Giuseppe e Vincenzo Gandolfo, Vacchi, com. pers., 1999) nella speciale rete semipelagica (chiamata rete francese, in questo caso trainata da una sola imbarcazione).

– Tonnare

Attualmente, l'attività di cattura del Tonno rosso (*Thunnus thynnus*) con questo antico sistema di pesca mediterraneo, sopravvive soltanto in alcune località della Sardegna e della Sicilia.

A Camogli, in Liguria, esiste inoltre una "tonnarella", impianto fisso di pesca simile alla tonnara, ma di minori dimensioni. Un tempo diffuse in passato in tutta l'area tirrenica, le tonnarelle basavano la loro attività sulla cattura di pesci pelagici di dimensioni minori rispetto al Tonno rosso.

Durante l'attività delle tonnare venivano talvolta catturati elasmobranchi di grandi dimensioni (Parona, 1919; Sarà, 1969). Tra le specie più frequentemente citate vi sono lo Squalo elefante (*Cetorhinus maximus*), lo Squalo volpe (*Alopias vulpinus*), lo Smeriglio (*Lamna nasus*), la verdesca (*Prionace glauca*) e la Mobula (*Mobula mobular*); anche lo Squalo bianco (*Carcharodon carcharias*) restava con regolarità ammagliato nelle reti delle tonnare (Fergusson, 1996; Moietta *et al.*, 1997). In generale, la presenza di queste specie risultava sgradita agli equipaggi: gli squali spaventavano e disperdevano i tonni, la loro cattura risultava laboriosa e spesso comportava danni agli attrezzi.

Boero e Carli (1979) descrissero l'entità delle catture di elasmobranchi effettuate dalla tonnarella di Camogli tra il 1950 e il 1974. Tra queste furono

riconosciute almeno 15 specie, sia pelagiche (*Alopias vulpinus, Cetorhinus maximus, Isurus oxyrhinchus, Lamna nasus, Carcharodon carcharias, Prionace glauca, Sphyrna mokarran Mobula mobular* e *Myliobatis aquila*), sia demersali (*Mustelus spp., Galeorhinus galeus, Dasyatis pastinaca, Echinorhinus brucus* e *Raja clavata*). La specie più abbondante in termini numerici risultò lo squalo volpe (*A. vulpinus*), seguito dallo squalo mako (*I. oxyrhinchus*) e dallo squalo elefante (*Cetorhinus maximus*). Nell'arco di una decina d'anni le catture totali diminuirono notevolmente: sino al 1955 il numero degli esemplari non scese al di sotto di 18/anno; dal 1956 al 1963 si ebbero da 15 a 7 catture/anno; nell'ultimo decennio esaminato la presenza degli elasmobranchi nella tonnarella divenne ancor più esigua, oscillando fra 7 e 4 esemplari/anno (Fig. 3). La rarefazione più drastica riguardava le famiglie Isuridi, Carcarinidi, Sfirnidi e Miliobatidi mentre Cetorinidi, Alopidi e Triakidi permanevano in numero ridotto, nelle catture. La scomparsa delle specie con abitudini più pelagiche e predatrici venne interpretata come effetto della altrettanto sensibile diminuzione delle catture di Tombarello (*Auxis rochei*), uno scombride che migra in estesi banchi verso costa attirando i grossi predatori (Fig. 3). Non trascurabile per le specie pelagiche fu anche ritenuto il disturbo antropico legato all'aumento del traffico di natanti nei dintorni della tonnarella.

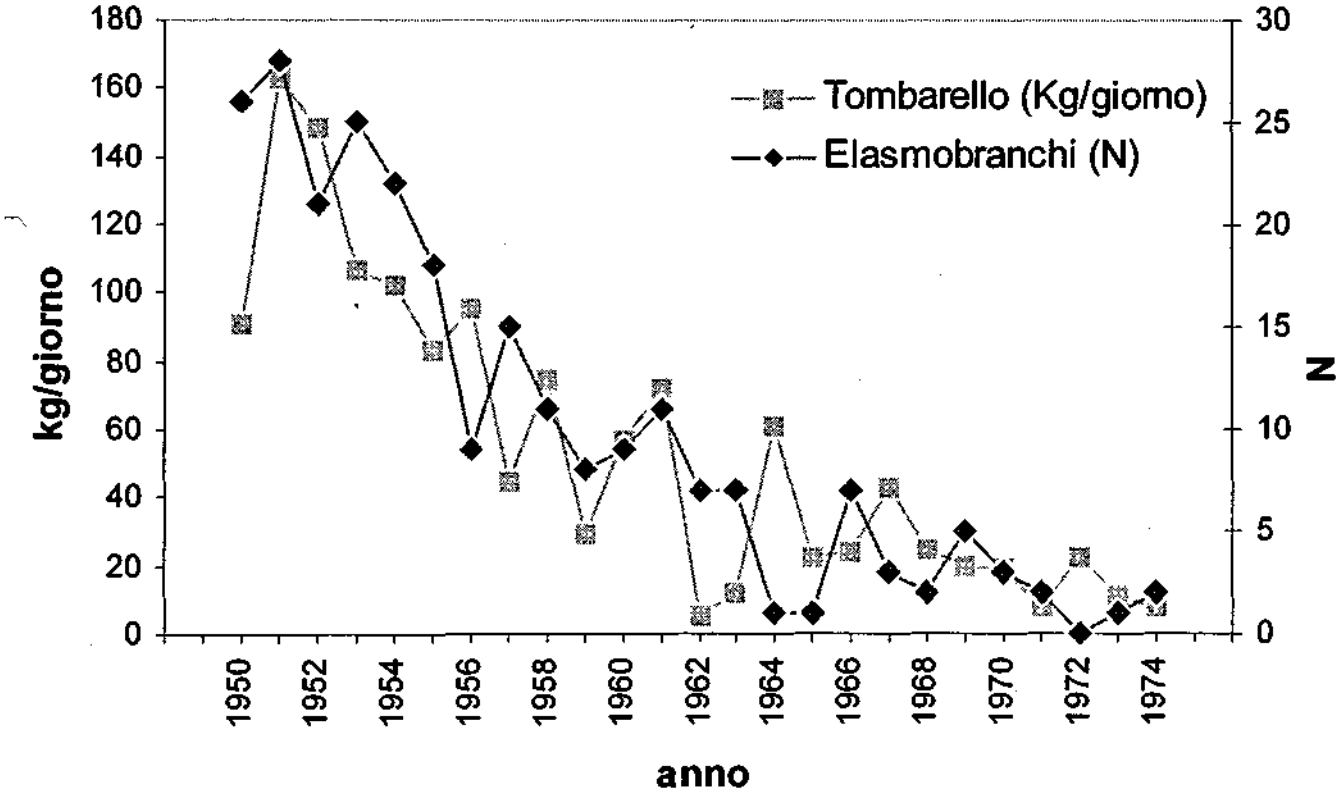


Fig. 3 - Andamento delle catture di elasmobranchi (N) e di *Auxis rochei* (tombarello) (kg/giorno) dalla tonnarella di Camogli nel periodo 1950-1974 (modificato da Boero e Carli, 1979).
Trend of elasmobranch (N) and Auxis rochei *(bullet tuna) (kg/day) catches in the Camogli tuna trap, during the 1950-1974 years (from Boero and Carli, 1979, modified).*

– Pesca bentonica

Tra le varie forme di pesca che impiegano attrezzi di fondo, la rete a strascico è probabilmente l'attrezzo in grado di catturare la maggiore quantità di specie di pesci cartilaginei.

Per alcuni settori dei mari italiani sono disponibili dettagliati resoconti sulla composizione quali-quantitativa delle catture durante la pesca a strascico commerciale.

Nel periodo tra il 1982 e il 1983, l'ESPI (Ente Siciliano per la Promozione Industriale) condusse campagne sperimentali di pesca a strascico nella parte meridionale del Mediterraneo Centrale e del Canale di Sicilia (Arena, 1985). Le indagini furono svolte sia in tratti di mare abitualmente frequentati da motopescherecci italiani sia in aree non ancora soggette a sfruttamento delle strascicanti, o da queste poco frequentate. In totale furono campionate 27 specie di elasmobranchi ed un olocefalo (*Chimaera monstrosa*). In base alle consuetudini della flotta di pesca a strascico di altura di Mazara del Vallo, le seguenti specie furono considerate commerciali: *Heptranchias perlo*, *Hexanchus griseus*, *Galeorhinus galeus*, *Scyliorhinus stellaris*, *Mustelus asterias*, *Mustelus mustelus*, *Squalus blainvillei*, *Centrophorus granulosus*, *Centrophorus uyato*, *Rhinobatos rhinobatos*, *Raja clavata*, *Raja oxyrhyncus*, *Raja asterias* e *Raja radula*. Queste ultime due specie furono anche considerate nel cosiddetto "scarto di pesca" (probabilmente i piccoli esemplari) insieme alle seguenti altre specie: *S. canicula*, *Galeus melastomus*, *Oxinotus centrina*, *Etmopterus spinax*, *Dalatias licha*, *Squatina squatina*, *R. miraletus*, *R. montagui*, *R. polystigma*, *R. naevus*, *R. batis*, *Torpedo marmorata*, *T. nobiliana*, *Chimaera monstrosa*.

Nel complesso i fondali epibatiali (profondità media circa 300 metri) risultarono più ricchi di pesci cartilaginei rispetto ai fondi circalitorali (profondità media di 100 m) e a quelli mesobatiali (profondità media 600 m). In tali fondali i condroitti costituirono mediamente il 25% delle catture, con un complesso di 25 specie: la specie più frequente risultò lo spinarolo bruno (*Squalus blainvillei*).

Relini Orsi *et al.* (1979; 1982) studiarono i fondi batiali liguri, soggetti alle attività di pesca a strascico del gambero rosso (*Aristeus antennatus*), durante il quinquennio 1977-1981. Nel 1978, nelle due zone di pesca furono catturate soltanto 6 specie di condroitti di cui soltanto *G. melastomus* e *S. canicula* di interesse commerciale. Nell'intero quinquennio di osservazioni *G. melastomus* risultò molto abbondante in ambedue le zone campionate, con rendimenti medi di cattura rispettivamente di 7,7 Kg/ora (49,2% del prodotto totale) nella zona con scarso pendio (A) e di 2,3 Kg/ora (27,3% del prodotto totale) nella zona con fondo scosceso. Furono individuate le "nurseries" dello scilliorinide *Galeus melastomus* e dello squalide *Etmopterus spinax* nell'intervallo batimetrico 350-500 m (Vacchi e Relini Orsi, 1979; Relini Orsi *et al.*, 1982).

Per quanto riguarda la piccola pesca le informazioni sono scarse e frammentarie. Dai dati disponibili sembra comunque che la cattura di elasmobranchi nella fascia costiera da parte della "piccola pesca" sia ridotta ed accidentale; ad esempio per la pesca artigianale del Compartimento di Savona negli anni 1990-91, nessun elasmobranco risulta tra le specie comunemente pescate dai tre principali "mestieri" (tramaglio, sciabica e rete a imbrocco) (Vacchi *et al.*, 1992). Anche per la pesca litorale effettuata sulle "secche di Tor Paterno" (Mar Tirreno centrale) non si ha menzione tra le specie catturate di pesci cartilaginei (Ardizzone *et al.*, 1998). Serena e Vacchi (1994), considerando la presenza dello squalo elefante (*Cetorhinus maximus*) nel Mar Ligure e nell'Alto Tirreno, indicarono tuttavia che la maggioranza delle catture di questo colossale elasmobranco avvengono in modo accidentale sotto costa, per mezzo di reti da posta (tramagli ecc.) durante i mesi primaverili.

Consistenti catture di pesci cartilaginei mediante reti da posta, palangresi e altri attrezzi di fondo, si ebbero invece nel corso di prove di pesca sperimentale su fondi mesobatiali della Sardegna, condotte nel 1991-92 in zone non frequentate dalle flottiglie di pesca (Addis *et al.*, 1998). Furono campionate in totale almeno 11 specie di pesci cartilaginei tra cui il raro pesce violino (*Rhinobatos rhinobatos*). Nel caso delle reti da posta gli elasmobranchi costituirono il 75% delle catture in peso e la specie più abbondante risultò il centroforo (*Centrophorus granulosus);* meno rilevante, anche se consistente, risultò la pesca di elasmobranchi con i palangresi e nelle nasse, rispettivamente 15% e 6% della cattura totale in peso.

Gestione e conservazione

In Italia è in corso di definizione il Piano d'Azione Nazionale per la conservazione dei pesci cartilaginei. Il piano sarà sviluppato in accordo con le indicazioni contenute nel Protocollo per le aree specialmente protette e la diversità biologica della Convenzione di Barcellona (il "Protocollo SPA"), che l'Italia ha recentemente ratificato, e delle linee guida del Piano d'Azione Internazionale per conservazione e la gestione dei pesci cartilaginei (IPOA-SHARKS) della FAO.

Il Protocollo SPA prevede, nel suo Allegato 2 (Lista delle specie in pericolo o minacciate), la protezione dello squalo bianco, lo squalo elefante e la mobula, considerate specie minacciate. Nella stesura delle normative indirizzate alla tutela di queste specie, un aspetto da considerare con grande attenzione sarà la protezione di quei tratti delle coste che sono importanti nel loro ciclo biologico. Ad esempio il Canale di Sicilia viene indicato come una "pupping area" per lo squalo bianco (Fergusson, 1996; Moietta *et al.*, 1997; Vacchi e Serena, 1997). Nella fascia costiera del Mar Ligure e dell'Alto Tirreno annualmente si registrano catture accidentali di giovani di squalo elefante, in particolare durante il mese di maggio (Serena e Vacchi, 1996). La mobula sembra relativamente abbondante in Mar Ligure, come dal monitoraggio delle attività di pesca delle "spadare" e dei palangrasi di superficie (Di Natale, 1998; Orsi Relini *et al.*, 1999a). Soltanto studi sul ciclo vitale e sulle migrazioni di questi due planctonofagi potranno chiarire l'importanza dei fattori trofici che, probabilmente, sono legati alla loro concentrazione in queste aree.

Inoltre la Convenzione di Barcellona elenca, nell'Allegato 3 (Lista delle specie il cui sfruttamento è regolamentato), alcune altre specie di elasmobranchi il cui sfruttamento deve essere controllato: la verdesca (*P. glauca*), lo squalo mako (*I. oxyrhincus*), lo squadro (*Squatina squatina*) e la razza bianca (*Raja alba*).

Malgrado si debba ritenere che le specie elencate in entrambi gli Allegati del Protocollo SPA rappresentino solo parzialmente il quadro dei condroitti minacciati del Mediterraneo, come emerge con chiarezza dalle considerazioni precedentemente esposte in questo lavoro, il protocollo rappresenta certamente uno strumento giuridico di grande rilevanza, che costituisce un importante precedente nella normativa internazionale di conservazione di questi pesci. Si profila dunque la necessità di proporne gli appropriati emendamenti, sulla base delle risultanze di attenti studi scientifici mirati all'individuazione delle priorità di conservazione.

Le iniziative nazionali per regolamentare le attività di pesca indirizzate a queste specie dovranno essere affrontate considerando lo stato generale di sfruttamento

ma anche la eventuale presenza di aree di importanza per il loro ciclo biologico. Ad esempio l'Alto Adriatico rappresenta una "nursery" di notevole interesse naturalistico per la Verdesca (Bianchi e Costantini, 1997; Notarbartolo di Sciara e Bianchi, 1998).

Il piano di azione nazionale dovrà considerare con altrettanta attenzione le specie endemiche mediterranee presenti nelle nostre acque. Infatti il loro areale limitato rende queste specie verosimilmente ancora più esposte al pericolo di rapido depauperamento causato dalla pesca.

È evidente che ogni azione di tutela e gestione dovrà prevedere uno sforzo preliminare indirizzato al miglioramento delle conoscenze di base sulla biologia, ecologia e dinamica delle popolazioni. Lo stato di sfruttamento delle specie dovrà essere valutato e controllato con azioni ben articolate su tutto il territorio, in accordo e collaborazione tra realtà scientifiche e professionali. La definizione della normativa più idonea alla gestione dei pesci cartilaginei nelle nostre acque dovrà garantire tutela alle specie minacciate e assicurare al tempo stesso la compatibilità degli interventi di conservazione con le attività dei pescatori e di tutti gli altri fruitori del mare.

Summary

Cartilagineous fishes are represented in Italian waters by approximately seventy species, including sharks, rays, skates and chimaeras. Although some species are endemic, most are widely distributed in the temperate and tropical waters of the world. For some species, such as the basking (*Cetorhinus maximus*), white (*Carcharodon carcharias*) and blue sharks (*Prionace glauca*), the Italian seas include areas of special importance for reproduction and recruitment.

Some ancient artisanal fishing activities targeted to chondrichthyans, such as the deepwater fishery for bluntnose sixgill sharks (*Hexanchus griseus*), have disappeared in Italy. However, some targeted activities exist at the local level, such as the traditional North Adriatic fishery for "dogs" ("*cani*": *Squalus* spp. and *Mustelus* spp.) with trammel nets, and big game fishing for blue sharks, also in the Adriatic Sea. In general, most species are caught as bycatch in bottom trawls, in longlines and in swordfish driftnets; they are usually discarded or marketed as undescribed categories ("*palombi*" and "*razze*") having a minimal commercial value.

Knowledge on the biology of most species, and particularly on the status of stocks, is lacking and fragmented. It is nevertheless clear, judging from historical data, that cartilagineous fishes that once were widely distributed and abundant are now uncommon or rare. For some species there has been no record from the Italian seas for decades.

As apex predators in marine food chains, several species are extremely vulnerable to fishing pressure and to man-induced environmental change. Furthermore, chondrichthyans have usually very low growth rates, reach sexual maturity after a long time, and have long reproductive cycles, with a very limited litter size. Their need for special areas, mostly coastal, known as "nursery" areas, where breeding individuals aggregate, adds further elements of vulnerability to some species.

The global increase of fishing effort and the ensuing depletion of populations have been the subject of debate and decisions by the international bodies charged with the management and conservation of marine resources. Of particular relevance to our subject is the recent formulation by FAO of the "International Plan of Action on the management and conservation of cartilaginous fishes" ("IPOA-SHARKS"). According to the plan, all States that capture sharks, rays or chimaeras, either as target species or as bycatch, shall implement within two years national action plans to ensure sustainable use, conservation and recovery of threatened species.

In this context also Italy must act urgently, using its scientific and management competencies, to establish a plan for the conservation and management of its chondrichthyan fauna, in tight co-ordination with the other Mediterranean riparian countries. ICRAM, along the lines of the FAO recommendations, is now drafting a National Action Plan in co-operation with other relevant national bodies and institutions.

Bibliografia

ADDIS P., CAMPISI S., CUCCU D., FOLLESA M.C., MURENU M., SABATINI A., SECCI E., CAU A. (1998) - Pesca sperimentale mesobatiale con attrezzi fissi. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 638-648.

ARCIDIACONO F. (1931) - La pesca del pesce vacca (*Hexanchus griseus* L.) nella marina di Riposto. *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.*, **7** (4): 608-612.

ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., GRAVINA F., SCHINTU P., MARTINI N., SOMASCHINI A. (1998) - Caratteristiche ambientali e risorse di pesca della Secca di Tor Paterno (Mar Tirreno centrale). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 736-744.

ARENA P. (1985) - Studio sulla possibilità di razionalizzare e rendere più produttiva la pesca a strascico nel Canale di Sicilia e nel Mediterraneo Centro-Meridionale. *Relazione ESPI (Ente Siciliano per la Promozione Industriale) - Palermo al Ministero Marina Mercantile, Direzione Generale pesca marittima, Roma*: 92 pp.

BIANCHI I., COSTANTINI M. (1997) - Med-Tag e Baby Shark: due progetti per la marcatura degli squali. Primi risultati, riflessioni e prospettive. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, **22**: 51-64.

BONFIL R. (1994) - Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper,* **341:** 119 pp.

CAMHI M., FOWLER S.L., MUSICK J.A., BRAUTIGAM A., FORDHAM S.V. (1998) - *Sharks and their relatives – Ecology and Conservation.* IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: iv + 39 pp.

CAPAPÈ C. (1975) - Sélaciens nouveaux et rares le long des cotes tunisiennes. Premiéres observations biologiques. *Arch. Inst. Pasteur*, Tunis, **52**: (1-2): 107-128.

CAPAPÈ C. (1977) - *Raja africana* n. sp., une nouvelle espèce pour le cotes ouest-africaines et tunisiennes. *Bull. Soc. Sci. Tunisie,* **12**: 69-78.

CAPAPÉ C. (1989) - Les selaciens des cotes mediterranéennes: aspects generaux de leur ecologie et exemples de peuplements. *Océanis*, **15** (3): 309-331.

CIGALA FULGOSI F. (1983a) - First record of *Alopias superciliosus* (Lowe, 1840) in the Mediterranean, *Ann. Mus. St. Nat.* Genova, **84**: 211-229.

CIGALA FULGOSI F. (1983b) - Confirmation of the presence of *Carcharhinus brachyurus* (Gunther, 1870) (Pisces, Selachii, Carcharhinidae) in the Mediterranean. *Doriana*, Genova, V, **249**: 1-5.

COMPAGNO L.J.V. (1984) - FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synop.*, (125), **4** (2): 251-655.

COSTANTINI M., BERNARDINI M., CORDONE P., GIULIANINI P.G., OREL G. (2000) - Prime osservazioni sulla pesca, la biologia riproduttiva ed alimentare di *Mustelus mustelus* (Chondrichtyes, Triakidae) in Alto Adriatico. *Biol. Mar. Medit.* **7** (1): 427-432.

D'ANCONA U. (1934) - Ulteriori osservazioni sulle statistiche della pesca dell'Alto Adriatico. *Reg. Comit. Talass. It.* Venezia, *Mem.*, **215**: 27 pp.

D'ANCONA U., RAZZAUTI A. (1937) - Pesci e Pesca nelle acque dell'Arcipelago Toscano. *Rapp. Comm. Int. Expl. Mèdit.*: 15 pp.

DI NATALE A., LABANCHI L., MANGANO A., MAURIZI A., MONTALDO L., MONTEBELLO O., NAVARRA E., PEDERZOLI A., PINCA S., PLACENTI V., SCHIMMENTI O., SIENI E., TORCHIA G., VALASTRO M. (1992) - Gli attrezzi pelagici utilizzati per la cattura del pescespada (*Xiphias gladius* L.) adulto: valutazione comparata della funzionalità, della capacità di cattura, dell'impatto globale e della economia dei sistemi e della riconversione. *Rapporto al Ministero Marina Mercantile*: 349 p.+ all.

DI NATALE A. (1998) - By-catch of shark species in surface gear used by the italian fleet for large pelagic species. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, **48** (3): 138-140.

DODERLEIN P. (1884) - Ricorrenza del *Rhinobatus halavi* Rupp. nelle acque marine della Sicilia. *Il Naturalista Siciliano*, **3**: 169-175.

FABER G.L. (1883) - *The fisheries of the adriatic and the fish thereof.* Bernard Quaritch, London: 174 pp.

FAO (1998) - International Plan of Action for the conservation and management of sharks. *Document FI:CSS/98/3. FAO Fisheries Department Consultation on the management fishing capacity, shark fisheries and incidental catch of seabirds in longline fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, October 1998.

FERGUSSON I.K. (1996) - *Distribution and autoecology of the white shark in the Eastern North Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. Great white sharks: the biology of* Carcharodon carcharias. A.P. Klimley & D.G. Ainley eds.: 321-345.

FILANTI T., MEGALOFONOU P., PETROSINO G., DE-METRIO G. (1986) - Incidenza dei selaci nella pesca del pesce spada con long-line nel Golfo di Taranto. *Nova-Thalassia*, **8** (Suppl. 3): 667-669.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour le besoins de la pêche (Rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés.* Rome, FAO: 761-1530.

FREDY G., MAURIN C. (1987) - Les poissons dans la banque de données *Médifaune.* Applicationa l'étude des caractéristiques de la faune ichthyologique mediterranéenne. *Cybium,* **11** (3): 217-298.

MATARRESE A., D'ONGHIA G., TURSI A., BASANISI M. (1996) - New information on the ichthyofauna of the South-Eastern Italian Coasts (Ionian Sea). *Cybium,* **20** (2): 197-211.

MOIETTA A., STORAI T., ZUFFA M. (1997) - Segnalazioni di squalo bianco (*Carcharodon carcharias*) in acque italiane. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.,* **22**: 23-38.

MORENO J.A., HOYOS A., (1983) - *Carcharhinus acarenatus*, nov. sp., nouveau requin Carcharhinidae de l'Atlantique Nord-Oriental et de la Mediterranèe Occidentale. *Cybium*, **7** (1): 57-64.

NOTARBARTOLO DI SCIARA G., BIANCHI I. (1998) - *Guida degli squali e delle razze del Mediterraneo.* Franco Muzzio Editore, Padova: 388 pp.

NOTARBARTOLO DI SCIARA G., SERENA F. (1988) - Term embryo of *Mobula mobular* (Bonnaterre, 1788) from the northern Tyrrhenian Sea (Chondrichthyes: Mobulidae). *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. St. Nat.,* Milano, **129**.

ORSI RELINI L. (1998) - *Carcharhinus brachyurus* (Gunther, 1870) nel Museo dell'Istituto di Zoologia, Università di Genova. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ.,* Genova, **62-63**: 93-98.

ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., RELINI M., CIMA C., TORCHIA G. (1998) - Studi sui grandi pelagici del Mar Ligure: pesca, biologia, relazioni con l'ambiente. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 199-214.

ORSI RELINI L., CIMA C., GARIBALDI F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1999a) - La pesca professionale con i palamiti galleggianti nel "santuario dei cetacei" del Mar Ligure: si tratta di attività ecocompatibili? *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 100-109.

ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., CIMA C. (1999b) - Longline swordfish fishery in the Ligurian Sea: eight years of observations on target and by-catch species. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, **49** (1): 146-150.

PARONA C. (1919) - Il tonno e la sua pesca. *Reg. Comit. Talass. It.* Venezia, *Mem.* **68**: 1-260.

PASTORE M., TORTONESE E. (1984) - Prima segnalazione in Mediterraneo dello squalo *Rhizoprionodon acutus* (Ruppell). *Thalassia Salentina,* **14**: 11-15.

QUIGNARD J.P., TOMASINI J.A. (2000) - Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Medit.* **7** (3): 1-66.

RELINI G., PICCINETTI C. (1991) - Stato attuale dei censimenti ittici nei mari italiani. *Atti II Seminario Italiano Censimenti Faunistici dei Vertebrati. Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina,* **16**: 29-54.

RELINI ORSI L., COSTA M.R., FANCIULLI G., MORI M., RELINI G., VACCHI M., WURTZ M. (1979) - Campagna di pesca a strascico batiale nel Mar Ligure: risultati e problemi. *Atti Convegno Scientifico Naz. P.F. "Oceanografia e Fondi Marini"*, CNR, Roma: 243-255.

RELINI ORSI L., ISOLA G., MORI M., RELINI G., VACCHI M. (1982) - Risultati di un quinquennio di osservazioni sulla pesca a strascico profonda in Liguria. *Atti II Convegno Scientifico Naz. P.F. "Oceanografia e Fondi Marini"*, CNR, Roma: 321-337.

SARÀ R. (1969) - La pesca del tonno in Tirreno nel 1969. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **24** (2): 159-164.

SERENA F., VACCHI M. (1996) - La presenza dello squalo elefante (*Cetorhinus maximus*, Gunnerus) nel Tirreno Settentrionale e nel Mar Ligure. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 387-388.

SERENA F., SILVESTRI R., VOLIANI A. (1999) - Su una cattura accidentale di *Taeniura grabata* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Chondrichthyes, Dasyatidae). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 617-618.

TORTONESE E. (1986) - Gli Squali mediterranei del genere *Hexanchus*. *Atti Soc. It. Sci. Nat.*, **126** (3-4): 137-140.

TORTONESE E. (1987) - Pesci del Mediterraneo. Recenti studi intorno alla sistematica e distribuzione. *Quaderni dell'Istituto di Idrobiologia e Acquacoltura "G. Brunelli", (Numero speciale)*: 111 pp.

VACCHI M., RELINI ORSI L. (1979) - Aspetti riproduttivi in *Etmopterus spinax* L. (Chondrichthyes, Squalidae). *Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano*, **7**: 63-74.

VACCHI M., LA MESA M., GIANNÌ A. (1992) - La "piccola pesca" nel Compartimento di Savona: tipologia degli attrezzi e composizione delle catture. *Atti X Congr. A.I.O.L.*: 503-511.

VACCHI M., SERENA F., BIAGI V. (1996) - Cattura di *Carcharhinus brachyurus* (Gunther, 1870) (Pisces, Selachii, Carcharhinidae), nel Mar Tirreno Settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 389-390.

VACCHI M., SERENA F. (1997) - Squaliformi di notevoli dimensioni nel Mediterraneo Centrale (Finding of large sharks in the Central Mediterranean Sea). *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, **22**: 39-45.

VINCIGUERRA D. (1883) - Risultati ittiologici delle crociere del "Violante". *Ann. Mus. Storia Nat. Genova*. **18**: 465-590 (3 tavv.).

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 312

A.P. KLYMLEY, B.J. LE BOEUF *, K. CANTARA

Bodega Marine Laboratory, University of California, Davis, P.O. Box 247
Bodega Bay, California 94923, USA
apklimley@ucdavis.edu
*Biology Department, University of California, Santa Cruz, California 95064, USA.
lebouef@cats.ucsc.edu

THE BEHAVIOR AND ECOLOGY OF THE WHITE SHARK, *CARCHARODON CARCHARIAS*

Abstract

During the last fifteen years, we have learned much about the behavior and ecology of the white shark. The earliest observations of the species involved attracting white sharks to bait suspended from a boat using chemical stimulants and watching the sharks from a cage as they fed. The highly motivated feeding that occurred in this context, documented in many nature films, led the public to view the species as a simple reflexive feeding "machine". During the late 1980's a study at the South Farallon Islands of natural white shark feeding provided a more diverse view of the behavior and ecology of species. Not only were white sharks shown to have a complex mechanism of prey capture but to communicate among themselves by a "Tail Slap" display. However, the sharks and their prey were observed only at the surface and the underwater link in the attack sequence was inferred from the shark's surface behavior.

I would like to describe a recent effort at remotely sensing the underwater behavior and monitoring the spacing of white sharks (Carcharodon carcharias) at a seal colony off Central California. The sharks were tagged with ultrasonic transmitters when they surfaced to investigate a decoy at the surface. The sharks were tracked by a triangular array of three sonobuoys that communicated by radio transceiver to a shore-based station that displayed their positions on a computer monitor before storing the coordinates on disk. Three white sharks were tagged with position-determining beacons at Año Nuevo Island during 13 Oct., a fourth on 16 Oct., and a fifth on 26 Oct. 1997. A sixth shark was tagged with a temperature and depth-sensing transmitter on 22 Oct. 1998. The sharks were tracked for periods ranging from 5 to 28 days. The five sharks tracked during 1997 spent 32% of each day near the island. The percent of time was distributed evenly between daytime, nighttime, and twilight. The sharks were detected in the presence other tagged sharks more frequently than alone. The three sharks tagged on 13 Oct. visited the island more frequently with each other than with a fourth shark tagged three days later, suggesting that the former were a social grouping. The individuals appeared not to be territorial, spending equal amounts of the time within the range of each buoy. The frequency of movement was greatest along an axis paralleling a deep channel leading away from the island where seals swam back and forth from the island along this corridor. We calculated rates of movement and separation distances between the sharks in order to detect feeding bouts and social encounters. Analysis of video records of predatory attacks suggest that sharks seize their prey, carry them underwater, then release them when loss of blood results in death. Some of our records are consistent with this hypothesis. We implanted a multisensor transmitter into the stomach of the sixth white shark by hiding the unit within a seal carcass eaten by the shark. This technique has promise for identifying feeding by recording the elevation in stomach temperature when a warm-bodied seal is consumed. Remote sensing such as used in this study will greatly increase our understanding of the behavior and ecology of this apex predator.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 313-323

L. ORSI RELINI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale,
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,
Via Balbi, 5 – 16126 Genova, Italia.

PESCHE PROFESSIONALI D'ALTURA, CATTURE DI VERDESCA, *PRIONACE GLAUCA* L., E PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

LONGLINE FISHERIES, BLUE SHARK CATCHES AND CONSERVATION PROBLEMS

Abstract

In Italy, the blue shark, Prionace glauca, *has been indicated as a threatened species. Some recent literature about distribution and abundance of* P. glauca *in the Atlantic and Mediterranean is reviewed to verify if conservation measures are necessary. In the Atlantic the major densities of the shark (CPUE in number for 1000 hooks = 10 or more) are coincident with the most exploited fishing grounds, suggesting the hypothesys that this species may thrive where discards are abundant and competition with top predators is reduced. In the Central Mediterranean, where densities are apparently lower than in the Atlantic, according to different fishing habits, the shark represents a resource fully used by professional artisanal fisheries or becomes a discard when long fishing trips are effected. The incidence of sport fishery, till now limited to the Adriatic, needs to be assessed, however other species of pelagic Selachians should be given priority in conservation.*

Key-words: Prionace glauca, *Atlantic, Mediterranean, professional fisheries, conservation.*

L'attuale interesse sugli squali da parte degli enti internazionali che si occupano di gestione delle risorse, ha avuto anche una controparte divulgativa, curata da strutture commerciali che ritengono conveniente presentarsi come tutori dell'ambiente e portatori di messaggi educativi al vasto pubblico. La verdesca è diventata rapidamente lo squalo da salvare, con tanto di raccolta di firme e petizione al ministro. Viene spontanea la domanda: perché la verdesca?

Alla ricerca di un supporto scientifico alle motivazioni di protezione, sembra opportuno passare in rassegna la più recente letteratura sulla specie in questione, per un aggiornamento sulla distribuzione ed abbondanza e per verificare se esistano problemi di conservazione.

Su scala mondiale, la verdesca è sicuramente lo squalo pelagico più pescato da parte delle attività di pesca professionali e sportive. Esistono serie storiche delle catture e sono state accumulate numerose osservazioni di distribuzione e biologia. Hoey e Scott (1998) hanno riunito i dati di serie di pescate con il palamito, effettuate dal 1957 al 1996, in ambienti costieri e del largo, lungo gli Stati Uniti Orientali, dalla Florida ai Grandi Banchi e rilevate a cura del National Marine Fisheries Service degli Stati Uniti. Si tratta di serie in cui le catture accessorie o accidentali sono state registrate a bordo. L'insieme delle catture di 8.266 operazioni di pesca è illustrato in Tab. 1.

Si vede subito che la verdesca è stata catturata in numero più elevato di qualunque altra specie commerciale e che si presenta circa 11 volte più abbondante dell'insieme di tutti gli altri squali pelagici d'altura (n = 10.843); il rapporto col secondo squalo pelagico, il mako, *Isurus oxyrinchus*, è circa 16 a 1.

Parte di questi dati è servita ad elaborare un CPUE standardizzata (Hoey e Scott, 1998): dove il numero di individui catturati per mille ami all'inizio è modesto, poi cresce fino ad un culmine negli anni '70, poi scende e negli ultimi vent'anni sembra oscillare tra 10 e 40, come alla fine degli anni '60 (Fig. 1).

Tab. 1 - Catture totali, in numero di individui, di 8.266 operazioni di pesca al palamito con registrazione a bordo delle catture (Hoey e Scott, 1998).
Total catches, in number of individuals, during 8.266 long-line fishing operations, by means of direct on board record (Hoey & Scott, 1998).

Species	N°	Species	N°
Thunnus obesus	91.151	*Prionace glauca*	118.997
Thunnus albacares	47.921	*Isurus oxyrinchus*	7.495
Thunnus thynnus	42.670	*Alopias sp.p.*	1.729
Xiphias gladius	39.640	*Lamna nasus*	1.619
Thunnus alalunga, Sarda sarda, Katswonus pelamis	46.064	*Carcharhinidae* e altri squali costieri	18.259

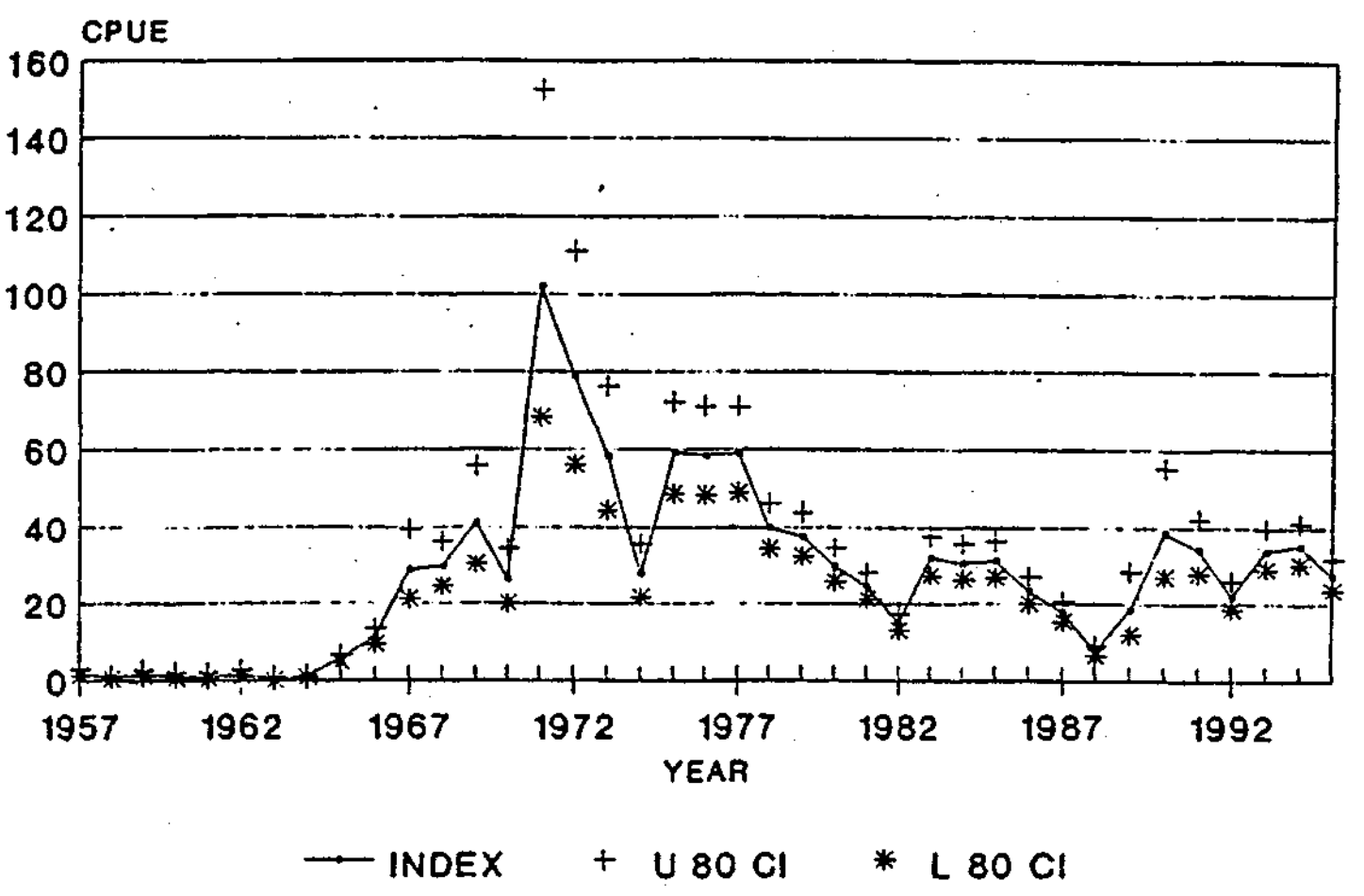


Fig. 1 - Andamento delle catture di verdesca, in numero di individui per 1000 ami, lungo le coste atlantiche degli Stati Uniti (da Hoey e Scott, 1988).
Blue shark catches, as CPUE, i.e. number per 1000 hooks, along the U.S. Atlantic coasts (Hoey and Scott, 1988).

Analizzando le catture della pesca professionale statunitense effettuata con palamiti pelagici dal periodo 1987-1995, Cramer (1997) riferisce sulle catture di verdesca in rapporto a differenti aree geografiche.

Dall'ottobre 1986 la flottiglia statunitense è stata obbligata a fornire le registrazioni giornaliere dello sforzo, del posizionamento dell'attrezzo (in genere palamiti) e delle catture, sia commerciali che di scarto. Le catture di verdesca, in numero di individui per 1.000 ami, sono circa 1 nelle zone costiere del Sud -Mar delle Antille, Golfo del Messico e Atlantico a Sud di 35°N-, circa 10 a Nord di questo parallelo e circa 100 nella regione dei Grandi Banchi. In particolare in questa ultima area, nel periodo 1987-1994, la tendenza delle CPUE è risultata in aumento e quella del pesce spada in diminuzione.

Anche i Giapponesi hanno riassunto in serie spaziali e temporali l'andamento delle catture di squali nella loro pesca atlantica sulla base di uno shark file che incamera molte migliaia di catture per anno. Le CPUE della verdesca nel periodo 1971-1994 è illustrata per aree di 5 × 5 gradi (Nakano e Honma 1997) (Fig. 2). Le catture totali di squali d'altura mostrano a partire dal '75 una fase in ascesa, con culmine nel '77-'80, e poi una tendenza costante dall"82 al '93 (Nakano, 1998), anno a cui si ferma lo studio. Il valore della CPUE che rappresenta mediamente l'Atlantico è pari a circa 2,5 (notare confrontando Fig. 2 con Fig. 3c che lo studio di Nakano (1998) utilizza aree atlantiche relativamente "povere" di verdesca) per l'insieme degli squali pelagici, di cui la verdesca è l'elemento più numeroso (Fig. 3a e b).

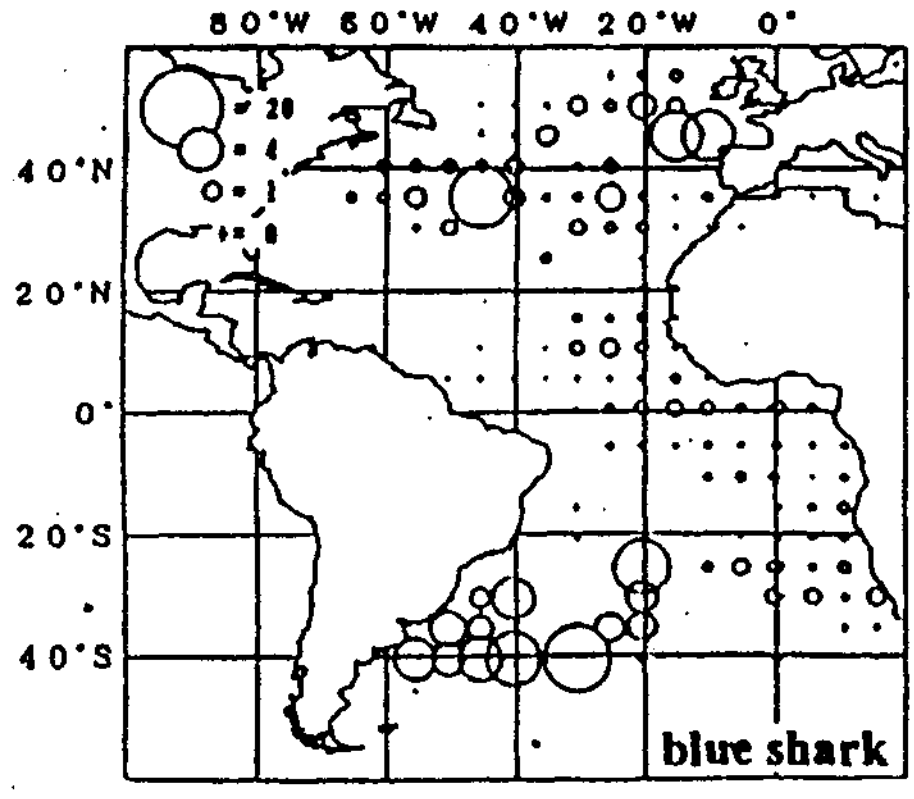


Fig. 2 - CPUE della verdesca registrate dai palamiti giapponesi per superfici di 5x5 gradi (da Nakano e Honma, 1997).

Blue shark catches, as CPUE, of Japanese longlines, figured per areas of 5x5 degrees of latitude and longitude (Nakano and Honma, 1997).

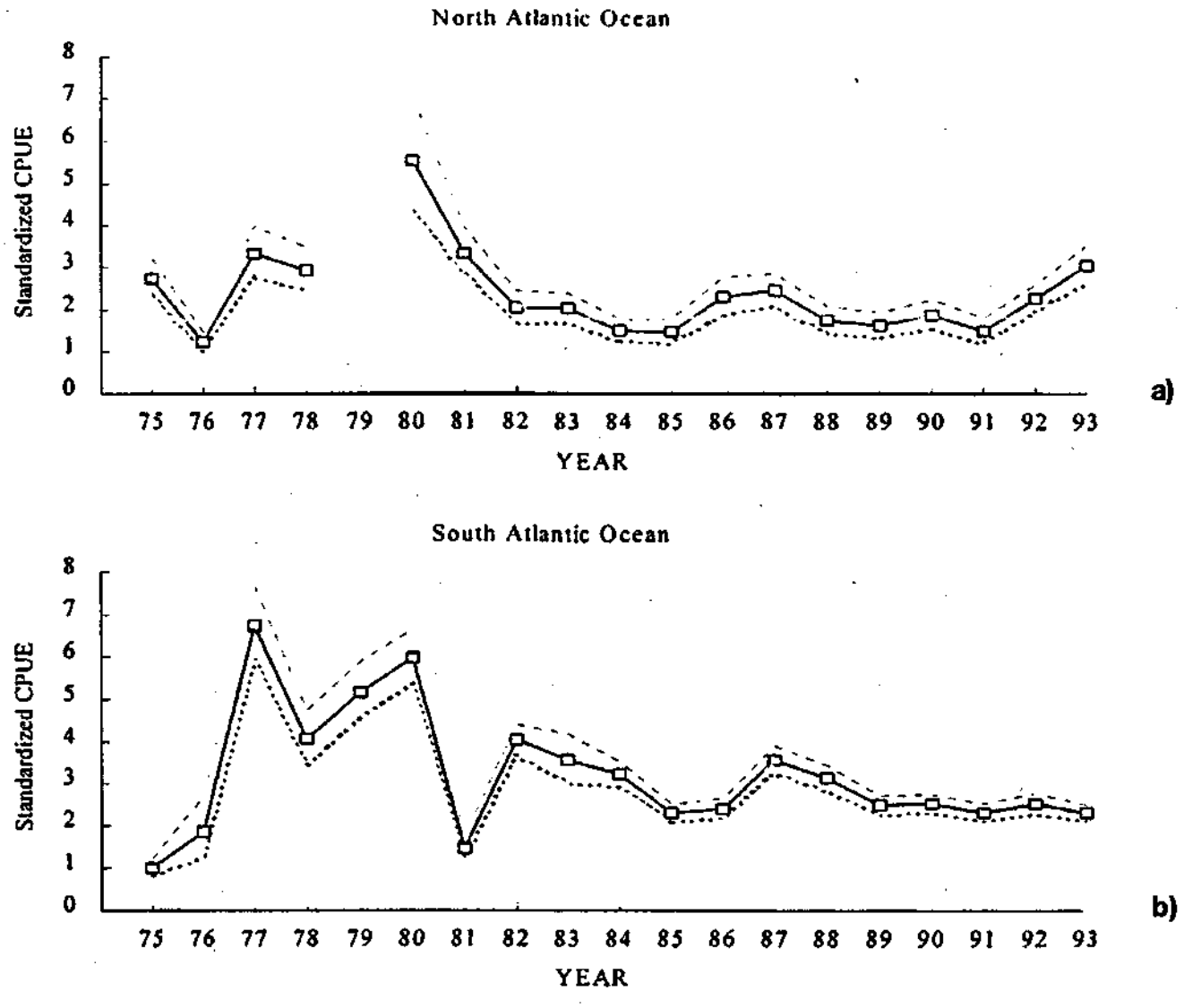


Fig. 3 - a) e b) CPUE degli squali catturati dai palamiti giapponesi nell'Atlantico Nord e Sud (da Nakano, 1998), c) Aree usate per l'analisi.

a) e b) Standardized CPUE of shark caught by Japanese longlines in the North and South Atlantic Ocean, c) areas used for the analysis.

Nell'Atlantico orientale un settore seguito per un arco temporale interessante è quello di Gibilterrra e coste adiacenti, lusitaniche e mauritaniche, dove opera principalmente la flotta spagnola avendo come specie bersaglio il pesce spada. Già Moreno (1982) aveva illustrato le cospicue catture di squali che provengono da questa attività. Pochi anni dopo Munoz - Chapuli (1985), ha studiato un insieme di 12.210 individui appartenenti a 16 specie, con *Prionace glauca* al primo posto (N = 6.782), *Sphyrna zigaena* al secondo (N = 2.408) e *Isurus oxyrinchus* al terzo (N = 2.073). Il rapporto verdesca/squali pelagici, incluse le specie costiere, risultava di poco superiore al 50%.

Più recentemente Buencuerpo *et al.* (1998) hanno censito un totale di 40.198 squali, provenienti dalle stesse aree studiate da Munoz - Chapuli: la verdesca vi figura con 32.661 individui. Gli autori avvertono che questo insieme di verdesche, ottenuto dall'osservazione di 175 sbarchi, (106 operazioni da palamiti e 69 da spadare), può essere sottostimato rispetto alla cattura reale perché le barche che operano nei settori più lontani potrebbero immagazzinare gli squali a bordo solo negli ultimi giorni della loro attività; è verosimile, inoltre, che dovendo scegliere cosa mettere in stiva e cosa scartare, il makò e gli squali volpe, più pregiati, abbiano la precedenza sulla verdesca. Supponendo che le abitudini della flottiglia spagnola siano rimaste invariate dagli anni '80 agli anni '90, si constata che nello sbarcato totale di squali, la verdesca è passata dal 55,54% (Munoz - Chapuli, 1985) all'81,25% (Buencuerpo *et al.* 1998); tra le specie che mostrano una riduzione delle catture si distingue in particolare *Sphyrna zigaena*, che passa dal 20% al 2%. Più in dettaglio, si osserva che la verdesca compare in quantità progressivamente più importanti nelle acque al largo delle coste africane secondo un gradiente latitudinale (Tab.2), col minimo nel settore più meridionale, settore 1, di Capo Bianco, valori intermedi nel settore 2, intorno alle Isole Canarie, e massimo nei settori 3 e 4, da Madera alla Penisola Iberica; il settore 5 corrisponde a Gibilterra. Il settore 4, ad ovest della Penisola Iberica, corrisponde in buona parte all'area in cui nel 1984 Mejuto (1985) aveva stimato un rapporto verdesca-pesce spada pari a 3:1. Nello studio di Buencuerpo *et al.* (1998) il rapporto in questione è diventato circa 10:1.

Tab. 2 - CPUE del pesce spada e della verdesca in 5 settori est atlantici, da Capo Bianco a Gibilterra (Buencuerpo *et al.*, 1998)

Swordfish and blue shark CPUEs in 5 sectors of the Eastern Atlantic from Capo Blanco to Gibraltar (Buencuerpo et al, 1998).

	1	2	3	4	5
Prionace glauca	6,17	14,53	30,69	33,69	21,98
Xiphias gladius	7,97	4,54	3,94	3,22	4,66

L'aumento di densità della verdesca nei settori atlantici più sfruttati dalla pesca professionale suggerisce l'ipotesi che questa specie prosperi dove abbonda lo scarto di pesca, in accordo colla tendenza ad utilizzare carogne (Stevens, 1973; Kohler e Stillwell, 1981; Garibaldi e Orsi Relini, in questo volume) e dove i predatori di vertice sono sistematicamente abbattuti. In conclusione, considerando ampie aree oceaniche e lunghe serie temporali, le catture appaiono stabilizzate; osser-

vando aree più ristrette si possono evidenziare CPUE crescenti. Non sembra quindi che la verdesca ponga problemi di conservazione, ma anzi che tenda a sostituirsi ad altre specie più vulnerabili.

La realtà mediterranea, ed in particolare le catture di verdesca della pesca professionale esercitata nei mari italiani, si confrontano male con i dati fin qui esposti, perché gli attrezzi messi a punto per pescare il pesce spada, sono diversi da quelli usati dalle flottiglie che esercitano la pesca oceanica. In letteratura scarseggiano i confronti sulle modalità d'azione di palamiti differenti. È quindi di notevole interesse un recente lavoro di Marin *et al.* (1998) che confronta sperimentalmente in acque uruguaiane due palamiti da pesce spada, uno di tipo "Florida" (o americano) ed uno di tipo spagnolo. Il primo tipo di palamito porta un galleggiante ogni due braccioli e consente un'immersione degli ami, che sono di tipo ricurvo, fino a circa 60 metri; il secondo ha un galleggiante ogni otto braccioli; questi hanno parte terminale in acciaio, ami di tipo non ricurvo, e possono immergersi fino a circa 80 metri. Col sistema "Florida" il gruppo dominante nelle catture (% del numero delle catture) era formato da squali (8 specie, 54%) con *Prionace glauca* al primo posto (50%), il pesce spada, cioè la specie bersaglio, al 23% ed un insieme di specie di tonni al 17%. Col sistema spagnolo, il gruppo dominante risultava ugualmente quello degli squali con 10 specie (76%) di cui *P. glauca* al 60%. Il pesce spada rappresentava l'11% e l'insieme di tonni il 7%.

Sarebbe interessante confrontare il palamito spagnolo con quello delle marinerie italiane. In attesa di uno studio specifico, si può osservare che sul palamito italiano da pesce spada i braccioli non sono d'acciaio e si tende a costruirli "leggeri", in modo che siano poco visibili. Sicuramente non sono braccioli da squali.

Nelle catture dei palamiti d'altura del Mediterraneo il pesce spada di solito è più numeroso della verdesca: si può ipotizzare che all'origine la densità della verdesca sia minore o che la tecnica di pesca centri meglio il bersaglio (pesce spada) o che entrambi i motivi si sovrappongano.

Nello Ionio, uno studio di De Metrio *et al.* (1984) illustra le catture di verdesca nel palamito da pesce spada e da alalunga negli anni 1978-1981. Col primo il numero per 1.000 ami è risultato, nei quattro anni di osservazione, 1,5; 1,1; 0,9; 2,2; quello del pesce spada 2,8; 3,1; 2; 1,5 con un rapporto medio pesce spada/verdesca pari a 1,6 a 1. Col palamito da alalunga la CPUE in numero è stata 0,6; 0,6; 0,6; e 0,1, con individui nettamente più piccoli in rapporto alla dimensione minore degli ami.

Una bella serie storica delle catture del palamito da pesce spada dell'Adriatico Meridionale, basata sugli sbarchi del porto di Monopoli, è presentata da De Zio *et al.,* in questo volume). Sono stati registrati complessivamente 54.969 pesci spada e 16.063 verdesche (3,4:1). Lo sforzo di pesca e quindi le catture totali mostrano una tendenza a diminuire; invece le catture per unità di sforzo in numero di verdesca sono stazionarie e mediamente uguali a 1,19; quelle in peso in lieve diminuzione. Nello stesso periodo il peso medio del pesce spada è diminuito più sensibilmente.

Il dibattito sulla possibilità di sfruttare gli squali in modo durevole (Holden, 1973; Stevens *et al.,* 1997; Walker, 1998) ha portato a distinguere diverse possibilità, legate strettamente alle caratteristiche biologiche delle specie sfruttate. Le stesse caratteristiche che rendono gli squali vulnerabili agli effetti di un

sovrasfruttamento, forniscono popolazioni stabili e pesca stabile (Walker, 1998). Gli squali nascono di grandi dimensioni e ciò rende la sopravvivenza ed il reclutamento meno fluttuante in rapporto ai parametri dell'ambiente di quanto non siano quelli di larve e post-larve di pesci ed invertebrati. Ci sono casi di pesca stazionaria in una lunga serie temporale: Walker (1998) cita *Squalus acanthias* della British Columbia, *Mustelus antarcticus* dell'Australia meridionale e *P. glauca* nei palamiti da tonni. Il problema dello sfruttamento sostenibile sta naturalmente nello stabilire quale frazione di uno stock può essere prelevata annualmente. Per alcune specie longeve, a tarda maturazione e bassa fecondità, la situazione può essere comparabile a quella dei mammiferi marini, dove un ipotetico prelievo si collocherebbe tra l'1,5% e l'8%. Peraltro ci sono specie a crescita e maturazione più veloce e a maggiore fecondità che permettono un prelievo maggiore (Walker, 1998).

Smith *et al.* (1998), hanno fatto uno studio della resilienza alla pesca di 26 specie di squali del Pacifico. Il modello usato utilizza parametri biologici come l'età di maturazione della femmina, la durata dell'età riproduttiva e la fecondità media. Quest'analisi porta a classificare le 26 specie secondo una graduatoria di produttività in cui la verdesca occupa il 7° posto. Alla luce di quanto sopra esposto, ci si può meravigliare di questa posizione; ma il modello, che gli autori considerano un primo tentativo, introduce per prudenza una fecondità dimezzata. La verdesca è una specie molto feconda: dalla letteratura risulta che può produrre fino a 135 neonati (Compagno, 1984) ed ha una fecondità media pari a 25 (Nakano, 1994). E' possibile quindi che il modello di Smith *et al.* (1998) in proporzione ne penalizzi di più la resilienza.

Il gran numero di piccole verdesche catturate in Adriatico dalla pesca sportiva è stato messo in relazione con possibili aree preferenziali di nascita; in altre parole l'Adriatico rappresenterebbe una nursery area (Bianchi *et al.,* 1997; Politi, 1997). Tuttavia verdesche giovanissime sono state osservate anche negli altri mari italiani e in mancanza di informazioni sugli ami impiegati e di dati quantitativi sia delle catture, sia dello sforzo, è difficile stimare quanto l'Adriatico si distingua dagli altri bacini. Come si è già riferito a parità di attrezzi (palamiti per il pesce spada), le CPUE dello Ionio (De Metrio *et al.*, 1984) e dell'Adriatico Meridionale (De Zio *et al.,* 2000) sono risultate molto simili .

Nelle acque del largo del Mar Ligure centro-occidentale, un ambiente di grande pregio naturalistico, diventato per la legge italiana "Santuario dei cetacei", i palamiti professionali d'altura catturano la verdesca in quantità esigue, non solo rispetto all'Atlantico, ma anche agli altri mari italiani: il rapporto pesce spada/verdesca è infatti circa 18:1 (Garibaldi e Orsi Relini, 1999). Ciò in parte è dovuto alla stagione di pesca che esclude gran parte della primavera, ma si ripropone anche il quesito se sia il palamito ligure particolarmente selettivo per il pesce spada o se la verdesca sia particolarmente rarefatta; infatti, dove sono presenti in gran numero i predatori di vertice, come i Cetacei Odontoceti ed il pesce spada, la competizione potrebbe portare la verdesca ai minimi di densità. In ogni caso le catture della pesca professionale, che ha una dimensione artigianale, vengono pienamente utilizzate.

In conclusione, la verdesca in ambienti oceanici è risultato lo squalo pelagico più diffuso e apparentemente in aumento dove la pesca industriale incide più pesantemente; nel Mediterraneo presenta una densità inferiore a quella media dell'Atlantico, ma rimane lo squalo pelagico più abbondante. È difficile stabilire

quanta parte nell'accertamento delle densità relative abbiano gli attrezzi da pesca, ma la specie non appare in pericolo. Se esistono preoccupazioni, queste riguardano l'uso scorretto dello squalo catturato. Gli aspetti negativi della pesca professionale sono, in ambienti oceanici, il fatto che questo squalo sia considerato scarto oppure che se ne prelevino soltanto le pinne (ma bisogna ricordare che il "finning" diventa una pratica di pesca dove le densità della verdesca sono molto elevate, per esempio nell'Atlantico Nord-americano o nell'Atlantico occidentale in prossimità della Penisola Iberica, tanto che non sarebbe possibile conservare l'intero animale, dati gli spazi disponibili a bordo; insomma profitto e necessità si intrecciano variamente). La FAO (1998) cerca di promuovere l'uso pieno degli squali catturati sia come fonte di cibo, sia di materiali diversi (Walker, 1998). Il prelievo delle pinne non rientra nelle abitudini di pesca delle flottiglie italiane; ma lo scarto dell'intero animale è praticato da quelle unità che pescano nelle acque internazionali del Mediterraneo con bordate di settimane.

La pesca sportiva dello squalo azzurro, per quanto riguarda le marinerie italiane, è effettuata solo in Adriatico: appare un'attività discutibile se non prevede alcuna utilizzazione dello squalo, se non quella del divertimento del pescasportivo (è inevitabile ricordare per analogia la caccia grossa in Africa degli anni '50, uno "sport" che oggi nessuno si sentirebbe di sostenere).

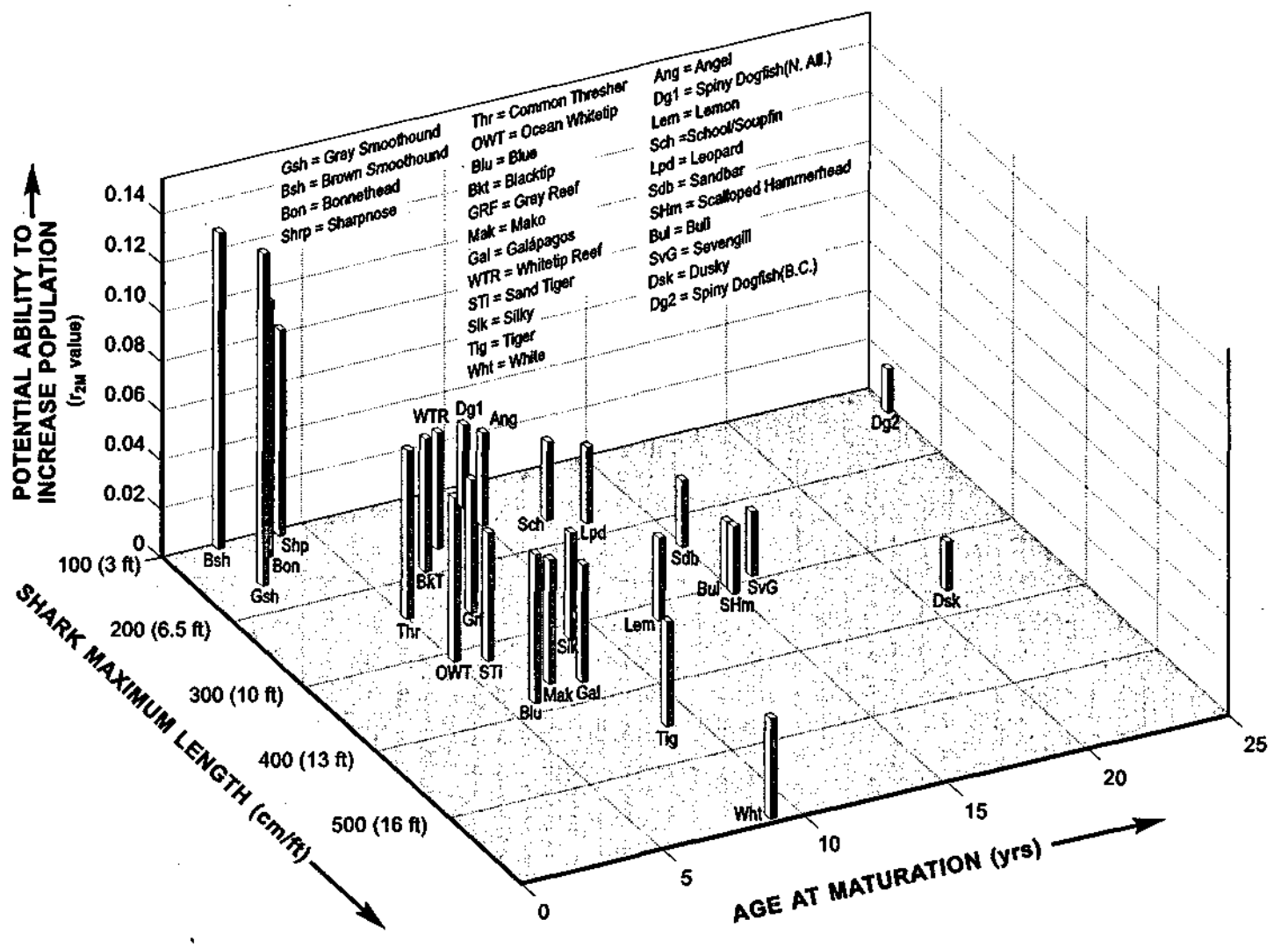


Fig. 4 - Produttività di 26 specie di squali del Pacifico in funzione della lunghezza massima e dell'età di maturazione (da Smith *et al.*, 1998).

Productivity as a function of both age at maturity and maximum total length in 26 species of Pacific sharks (Smith et al., *1998).*

È stata tentata una collaborazione dei pescasportivi con la ricerca mediante l'avvio di campagne di marcatura, finora con esito non soddisfacente (Bianchi *et al.,* 1997). Una puntuale valutazione dell'attività di pesca sportiva in Adriatico in termini di catture e sforzo appare indispensabile per procedere ad una regolamentazione.

Ma forse in Adriatico, più che le catture di verdesca, dovrebbe suscitare preoccupazione la riduzione o la scomparsa delle specie che una volta affluivano regolarmente ai mercati e che, in coincidenza con la prima guerra mondiale, rappresentavano fino ad un terzo del totale delle specie bentoniche commerciali (D'Ancona, 1922, 1926) La familiarità di questi prodotti era indicata dai nomi sui mercati locali. Un secolo fa, nel Medio Adriatico, dove oggi si localizzerebbero principalmente le nurseries della verdesca (Politi 1997), i mercati potevano offrire una serie di prodotti oggi rari oppure introvabili: il pesce manzo *(Hexanchus griseus);* il pesce porco *(Oxynotus centrina)*; l'archilao comune e macchiato *(Squalus acanthias* e *blainvillei)*; la cranicia *(Isurus oxyrinchus)*; le gattuccie *(Scyliorhinus canicula* e *stellaris)*; il cane da denti *(Galeorhinus galeo)*; i palombi (*Mustelus sp. p*); lo squadro *(Squatina squatina)*; la razza grande *(Dasyatis pastinaca)*; il matano (*Myliobatis aquila)*; la mucosa *(Raja batis)*; la baraccola spinosa macchiata *(Raja clavata)*; la baraccola spinosa castagna *(Raja asterias)*; la baraccola spinosa senza macchie *(Raja fullonica)*; la baraccola comune *(Raja alba)*; l'occhialina *(Raja miraletus)*; il tremolo *(Torpedo marmorata)*. La verdesca, canizza, appariva "raramente in estate, in maniera accidentale" (Paolucci 1901).

Ce n'è abbastanza per suggerire che l'attuale abbondanza della verdesca anche in Adriatico sia un fatto recente, espressione di uno squilibrio indotto dall'eccessivo sfruttamento. Un approfondimento della questione appare necessario, a partire da puntuali misure di cattura per unità di sforzo.

Summary

As a contribution to the debate which in 1998 arose in Italy about the protection of sharks, the question if *Prionace glauca* needs protection is examined and a review of recent investigations concerning Mediterranean and Atlantic distribution of blue sharks is presented, with particular attention to temporal trends in catches.

Generally *P. glauca* is not a target species, but it represents a by-catch of surface longliners fishing swordfish and various species of tuna. In oceanic waters blue sharks represent the most numerous catches of such gears.

In two heavily fished areas of the North Atlantic, the Great Banks and the west side of the Iberian peninsula, blue shark catches by longlines showed increasing CPUEs, while those of swordfish and more prized sharks, such as Isurids, decreased. This suggests that blue sharks thrive were fishery discards are abundant, and/or the competition with other top predators is diminished.

In the Mediterranean fisheries the ratio blue shark/swordfish in the longline catches appears reduced compared to the Atlantic and particularly low where the offshore ecosystem is rich of top predators (e.g. Ligurian Sea, where a sanctuary for Cetaceans was enforced by Italy in 1990); however, some uncertainties remain, due to the fact that specific comparative studies on different gears targeting sharks and swordfish in the oceans and in the Mediterranean are lacking.

The fished blue sharks can be landed or discarded according to the fishing areas; in general, where fishing trips are long (i.e. weeks) the sharks are discarded.

In the Adriatic, in recent time, sport fishing for blue sharks has developed, but information about catches per effort is scarce. Due to the fact that this fishing activity seems to catch mainly young individuals, it was suggested that nurseries of the blue shark were present along the central-northern Italian coasts of this sea. In the same areas, about a century ago, a lot of shark and skate species used to form, on a regular basis, local commercial products, while the presence of

P. glauca was occasional. At present Selachians are much less abundant in commercial landings, prompting the need verify if the present abundance of blue sharks can be related to local overfishing.

Bibliografia

BIANCHI I., CLÒ S., COSTANTINI M. (1997) - Med-Tag e Baby Shark: due progetti per la marcatura degli squali. Primi risultati, riflessioni e prospettive. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, **22**: 51-64

BUENCUERPO V., RIOS S., MORON J. (1998) - Pelagic shark associated with the sworfish, *Xiphias gladius,* fishery.in the eastern North Atlantic Ocean and the Strait of Gibraltar. *Fish. Bull.*, **96** (4): 667-685.

COMPAGNO L.J.V. (1984) - FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synop.*, (125) **4** (1): 249 pp.

CRAMER J. (1997) - By-catch of blue sharks (*Prionace glauca*) reported by U.S. pelagic longline vessels from 1987-1995. ICCAT *Coll. Vol. Sci. Pap.*, **46** (4): 456-464.

D'ANCONA U. (1922) - Notizie sulla pesca nel Golfo di Fiume. *Memorie Comit. Talass. Ital.*, **94**: 28 pp., 5 fg.

D'ANCONA U. (1926) - Dell'influenza della stasi peschereccia nel periodo 1914-18 sul patrimonio ittico dell'alto Adriatico. *Memorie Comit. Talass. Ital.*, **126**: 95 pp.

DE METRIO G., PETROSINO G., MONTANARO C., MATARRESE A., LENTI M., CECERE E. (1984) - Survey on summer - autumn population of *Prionace glauca* L. (Pisces, Chondrichthyes) in the Gulf of Taranto (Italy) during the four year period 1978-1981and its incidence on swordfish (*Xiphias gladius* L.) and albacore (*Thunnus alalunga* (Bonn)) fishing. *Oebalia*, **10**: 105-116.

DE ZIO V., PASTORELLI A.M., ROSITANO L. (2000) - Catture accessorie di *Prionace glauca* (L.) durante la pesca dei grandi pelagici nel basso Adriatico (1984-1998). *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 444-446

F.A.O. (1998) - Consultation on the managment of fishing capacity, shark fisheries and incidental catch of sea bird in longline fisheries. *FI: CSS/98/3 International plan of action for the conservation and managment of sharks. Rome, 26-30 October 1998.*

GARIBALDI F., ORSI RELINI L. (2000) - Abbondanza estiva, struttura di taglia e nicchia alimentare della verdesca, *Prionace glauca*, nel Santuario Pelagico del Mar Ligure. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 324-333.

HOEY J.J., G.P. SCOTT (1998) - Standardized catch rates for pelagic and large coastal shark based on research survey, logbook and observer data from the Western North Atlantic. ICCAT *Coll. Vol. Sci. Pap.*, **48** (3): 103-112.

HOLDEN M.J. (1973) - Are long-term sustainable fisheries for elasmobranchs possible? In "Fish Stocks and Recruitment". *Rapports et Procés-Verbaux des Réunions Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, **64**: 360-367.

KOHLER N.E., STILLWELL C.E. (1981) - Food habits of the blue shark (*Prionace glauca*) in the Northwest Atlantic. *Int. Counc. Explor. Sea Comm. Meet. (Pelagic Fish Comm.) H*: **61**: 1-7.

MARIN Y.H., BRUM F., BAREA L.C., CHOCCA J.F. (1998) - Incidental catch associated with swordfish longline fisheries in the south-west Atlantic Ocean. *Mar. Fresh. Res.*, **49**: 633-9.

MEJUTO, J. (1985) - Associated catches of sharks, *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* and *Lamna nasus*, with NW and N Spanish swordfish fishery in 1984. *ICES C.M. 1985/H*, **42**: 16 pp.

MORENO J.A. (1982) - Jaquetones. Tiburones del genero *Carcharhinus* del Atlantico Nor-Oriental y Mediterraneo Occidental. *Ministerio de Agricoltura, Pesca y Alimentacion*, Madrid: 205 pp.

MUNOZ-CHAPULI R. (1985) - Analisis de las capturas de escualos pelagicos en el Atlantico nororiental. *Inv. Pesq.*, **49** (1): 67-79.

NAKANO H. (1994) - Age, reprodution and migration of blue shark in the North Pacif Ocean. *Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fisheries.*, **31**: 141-256.

NAKANO H. (1998) - Standardized CPUE for shark caught by japanese longline fishery in the Atlantic Ocean. ICCAT *Coll. Vol. Sci. Pap.*, **48** (3): 72-76.

NAKANO H., HONMA M. (1997) - Historical CPUE of pelagic sharks caught by the Japanese longline fishery in the Atlantic Ocean. ICCAT *Coll. Vol. Sci. Pap.*, **46** (4): 393-401.

PAOLUCCI L. (1901) - Le pescagioni nella zona italiana del Medio Adriatico. Dipart. Maritt. di Ancona al secondo congresso naz. di pesca di Palermo, 1901. Ed. Camera di Commercio, Ancona: 59 pp.

POLITI E. (1997) - Analisi dei contenuti gastrici di *Prionace glauca* nell'Alto e Medio Adriatico. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, **22**: 65-78.

STEVENS J.D. (1973) - Stomach contents of the blue shark (*Prionace glauca*) off Southwest England. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **53**: 357-361.

STEVENS J.D., WALKER T.I., SIMPFENDORFER C.A. (1997) - Are southern Australian shark fisheries sustainable? In: D.A. Hancock, D.C Smith, A. Grant, J.P. Beumer (eds), *Developing and Sustaining World Fisheries Resources: The State of Science and Management. Second World Fisheries Congress*, 28 July-2 August 1996, Brisbane, CSIRO Publishing: Melbourne: 62-66.

SMITH S.E., AU D.W., SHOW C. (1998) - Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. *Mar. Fresh. Res.*, **49**: 663-48.

WALKER T. I. (1998) - Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Mar. Fresh. Res.*, **49**: 553-572.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 324-333

F. Garibaldi, L. Orsi Relini

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università degli Studi di Genova, Via Balbi 5 - 16126 Genova, Italia.

ABBONDANZA ESTIVA, STRUTTURA DI TAGLIA E NICCHIA ALIMENTARE DELLA VERDESCA, *PRIONACE GLAUCA*, NEL SANTUARIO PELAGICO DEL MAR LIGURE

SUMMER ABUNDANCE, SIZE AND FEEDING HABITS OF THE BLUE SHARK, PRIONACE GLAUCA, *IN THE PELAGIC SANCTUARY OF THE LIGURIAN SEA*

Abstract

In the Western Ligurian Sea, where a Cetacean sanctuary was enforced in 1990, the blue shark, Prionace glauca *(Chondrichthyes, Carcharhinidae), represents a by-catch of the professional longline fishery targeting the swordfish. The fishing activity of the small fleet of Sanremo (3-7 units) was monitored during nine years, both at landings and directly onboard the fishing vessels. An account of shark catches is given, with emphasis on the abundance, size distribution and seasonal variation of CPUE of blue shark. The overall ratio swordfish/blue shark catches was 18,5/1 in number.*

The stomach content analysis of 85 individuals ranging from 65 to 268 cm total length, showed the great importance of the cephalopods (mainly Histioteuthidae) in the diet, but fish, birds, cetaceans and crustaceans were also present. Most vertebrate prey and part of cephalopod prey were consumed after death; hence the role of the blue shark in the area resulted mainly that of a scavenger.

Key-words: Prionace glauca, *abundance, diet, Cetacean Sanctuary, Ligurian Sea.*

Introduzione

La verdesca, *Prionace glauca* L., 1758, è specie cosmopolita, diffusa nelle acque temperate e tropicali. Oggetto in alcuni casi di pesche mirate, sia professionali che sportive, costituisce soprattutto la principale cattura accessoria commerciale delle pesche professionali d'altura che hanno come specie bersaglio i grandi scombriformi.

Capace di ampie migrazioni, che sono state attribuite sia alle variazioni di temperatura dell'acqua, sia alla riproduzione, sia alla disponibilità di cibo (Strasburg, 1958; Neave e Hánavan, 1960; Beckett, 1970; Clarke e Stevens, 1974; Casey, 1976, 1985), è anche in grado di compiere importanti spostamenti verticali (Sciarrotta e Nelson, 1977; Carey e Gibson, 1987; Nelson, 1990; Carey e Scharold, 1990). Il regime alimentare è stato studiato soprattutto in acque oceaniche (Bigelow e Schroeder, 1948; Strasburg, 1958; LeBrasseur, 1964; Stevens, 1973; Clarke e Stevens, 1974; Tricas, 1979; Kohler e Stillwell, 1981; Harvey, 1989) e più recentemente anche nei mari italiani (Bello, 1990, 1994; Orsi Relini *et al.*, 1993; Politi, 1997; Clò e Bianchi, 1997).

Il presente studio è basato sulle catture di verdesca osservate nel corso di nove anni nel porto di Sanremo: vuole portare un contributo alla conoscenza della distribuzione ed abbondanza estivo-autunnale di *P. glauca* nel Mar Ligure occidentale, dove questo squalo costituisce una cattura accessoria pienamente utilizzata della pesca pelagica professionale con i palamiti, e soprattutto ha lo

scopo di descriverne la nicchia alimentare nell'area che dall'inizio degli anni '90 è interdetta alle reti derivanti pelagiche (Orsi Relini *et al.*, 1992, 1999), cioè nel "Santuario dei Cetacei".

Materiali e metodi

Nel periodo compreso tra l'agosto 1990 e il dicembre 1998 è stata studiata l'attività della flottiglia professionale per la pesca del pesce spada del porto di Sanremo, nel quadro di osservazioni sui grandi pelagici promosse dal Ministero delle Politiche Agricole e dalla Comunità Europea. Tutte le unità, in numero variabile da 3 a 7, operano con palamiti; sono stati rilevati quotidianamente lo sforzo di pesca e le catture allo sbarco, sia delle specie bersaglio che delle specie accessorie.

L'area di pesca copre generalmente una zona compresa tra 6 e 30 miglia dalla costa, con una profondità variabile da 1000m a 2500m; in alcuni casi le unità da pesca si spingono fino al margine delle acque territoriali della Corsica.

I dati su *P. glauca* sono stati raccolti in parte agli sbarchi ed in parte direttamente a bordo delle imbarcazioni. Quando possibile, gli esemplari di *P. glauca* sono stati misurati, ma nella maggior parte dei casi, considerate le modalità di preparazione per la vendita, che consistono nell'eviscerazione e asportazione della testa e delle pinne, è stato possibile solamente registrarne un peso parziale (= peso commerciale). È stata preparata una correlazione peso commerciale-lunghezza totale (LT) a partire da misure effettuate prima e dopo tale trattamento, ricavate da 68 individui (intervallo di taglia 65-268 cm LT). Tale correlazione è

$$y = 4 \cdot 10^{-6} x^{2,8756}$$

dove y è il peso commerciale in kg e x la LT in cm.

In questo modo, delle 297 catture registrate è stato possibile avere la misura di 191 individui.

Dai dati raccolti allo sbarco si è risaliti ai rendimenti di pesca in CPUE, calcolati secondo la formula:

CPUE = Peso (kg) / 1000 ami ovvero Numero /1000 ami

Lo studio dell'alimentazione è stato condotto su un totale di 85 contenuti gastrici appartenenti ad individui compresi tra 65 e 268 cm di LT, campionati durante le nove stagioni di pesca osservate, nel periodo maggio - ottobre. Gli stomaci sono stati isolati e congelati nel più breve tempo possibile dalla cattura. In laboratorio ogni contenuto è stato pesato complessivamente e poi suddiviso in quattro gruppi principali (Cefalopodi, Pesci, Crostacei e Altro). Si è poi proceduto alla determinazione delle specie presenti, fino al più preciso livello tassonomico possibile, e alla determinazione dei pesi delle singole frazioni.

Risultati

Abbondanza estiva

La tabella 1 mostra il dettaglio delle specie di selaci sbarcate nel porto di Sanremo tra il 1990 ed il 1998, in numero e peso, in rapporto a quelle della specie bersaglio, il pesce spada. Di tutti i selaci commerciali, *P. glauca* è risultata la specie più frequente, ma con un numero di catture (297) che rappresenta solamente il 4,5% delle catture totali dell'attrezzo e il 5,4% delle catture in numero di pesce spada (per un rapporto di 18,5/1).

Tab. 1 - Catture di pesce spada e selaci della flottiglia di Sanremo.
Swordfish and sharks catches caught by the Sanremo fleet.

		X. gladius		*P. glauca*		*A. vulpinus*		*I. oxyrhincus*		*C. plumbeus*		*L. nasus*	
	Ami	**N°**	**Peso [1]**	**N°**	**Peso [2]**	**N°**	**Peso [1]**	**N°**	**Peso [1]**	**N°**	**Peso [1]**	**N°**	**Peso [1]**
1990	21397	157	2811,8	6	72,5	-	-	1	15	-	-	-	-
1991	75835	324	7153,6	40	664	1	110	-	-	1	10	-	-
1992	45501	160	3309,4	50	625	-	-	-	-	1	12,5	-	-
1993	82634	400	6369,9	7	93	-	-	1	20	-	-	-	-
1994	153940	1019	14538,6	28	260	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	109990	651	11060,8	72	614,4	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	110050	573	11843	43	412,3	1	96	2	49,5	-	-	-	-
1997	157860	889	21103,8	33	342	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	153240	1315	23864	18	179,4	1	90	10	173,5	-	-	1	6
Totali	**910447**	**5488**	**102054,9**	**297**	**3262,6**	**3**	**296**	**14**	**258**	**2**	**22,5**	**1**	**6**

Note: **Peso [1]**: peso eviscerato (kg); **Peso [2]**: peso commerciale (kg).

Considerando il numero di ami impiegati, la CPUE totale è di 0,32/1000 ami in numero e 3,58kg/1000 ami in peso. L'andamento delle CPUE in numero e peso ed il peso commerciale medio degli individui sono riassunti in tabella 2.

Tab. 2 - Peso commerciale medio e CPUE in numero e peso di *P. glauca* catturate dalla flottiglia di Sanremo
Average dressed weight and CPUE (n°/1000 hooks and kg/1000 hooks) of P. glauca *caught by the Sanremo fleet.*

	1990	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**Totale**
Peso medio (kg)	12,08	16,6	12,5	13,3	9,28	8,5	9,6	10,4	9,96	**11,0**
CPUE (N)	0,28	0,52	1,09	0,08	0,18	0,65	0,4	0,2	0,12	**0,32**
CPUE (kg)	3,38	8,75	13,73	1,12	1,68	5,58	3,74	2,16	1,17	**3,58**

Le catture di *P. glauca* risultano più abbondanti in primavera e all'inizio dell'estate e mostrano un decremento con il procedere della stagione (Tab. 3).

Tab. 3 - Variazione stagionale delle catture di *P. glauca*.
Seasonal variation of blue shark catches.

	Maggio	**Giugno**	**Luglio**	**Agosto**	**Settembre**	**Ottobre**	**Novembre**	**Dicembre**	**Totale**
Ami	3770	33495	173005	256354	237095	125845	66484	14399	**910447**
Numero	9	36	99	66	43	31	13	0	**297**
Peso*	147	547,9	987,8	691	397,5	380,4	111	0	**3262,6**
CPUE N	2,39	1,07	0,57	0,26	0,18	0,25	0,20	0	**0,33**
CPUE P	38,99	16,36	5,71	2,70	1,68	3,02	1,67	0	**3,64**

* Peso commerciale (kg)

Taglie

La distribuzione taglia - frequenza degli individui sbarcati a Sanremo (Fig. 1) mostra il prevalere di taglie comprese tra 130 e 200 cm LT (100-180 cm LF), che corrispondono ad una fase giovanile prematurativa di questa specie. L'intervallo totale va da 65 cm a 304 cm LT, con una taglia media di 161 cm LT.

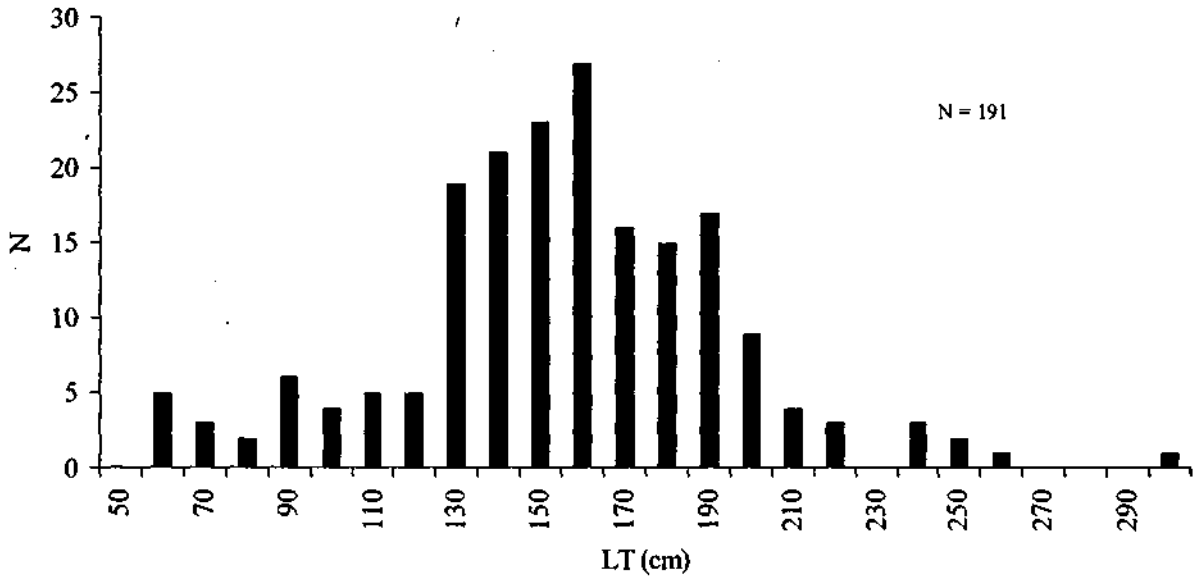


Fig. 1 - Distribuzione taglia-frequenza di *P. glauca* catturate dalla flottiglia di Sanremo.
Length-frequency distribution of P. glauca *caught by the Sanremo fleet.*

Alimentazione

Lo studio delle dieta è stato condotto su 85 stomaci, di cui 14 sono risultati vuoti, per un indice di vacuità del 16,5%. Le taglie degli 85 esemplari utilizzati per lo studio delle abitudini alimentari erano comprese tra 65 e 268 cm LT (Fig. 2).

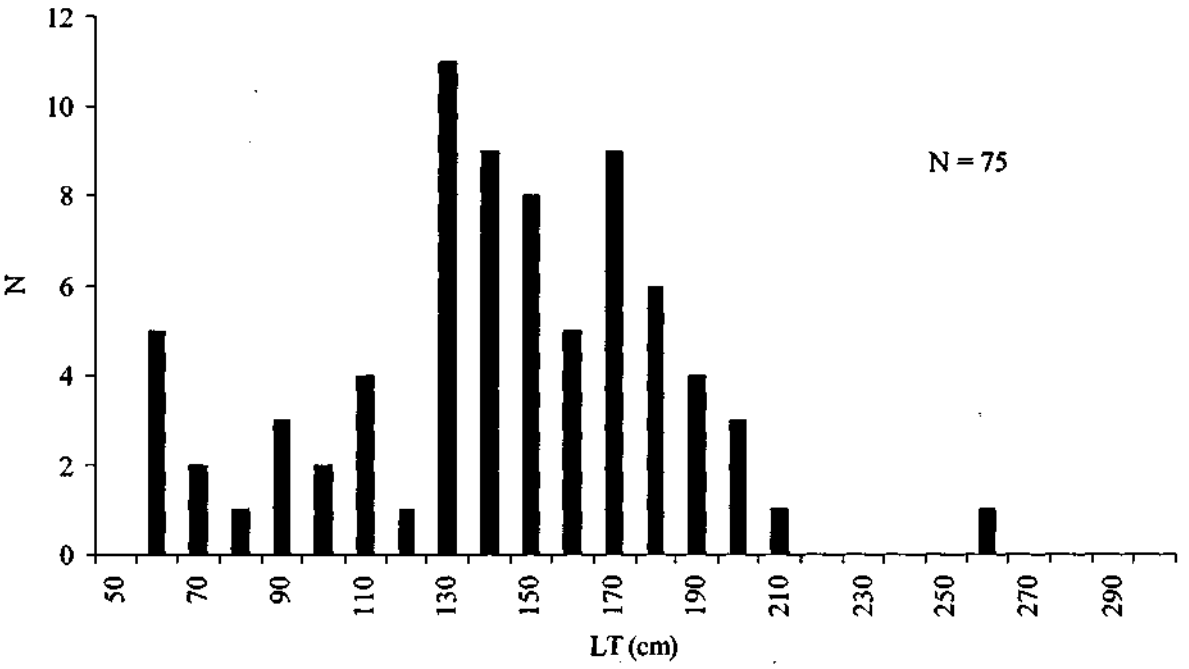


Fig. 2 - Distribuzione taglia-frequenza degli individui di *P. glauca* utilizzati per l'analisi della dieta.
Length-frequency distribution of P. glauca *used for the stomach contents analysis.*

Il numero totale di prede rinvenute è di 621; in tabella 4 sono elencati i dettagli dei contenuti gastrici esaminati e delle prede rinvenute.

Il contenuto più importante in peso (3834 g) è risultato formato da numerosi pezzi di un solo individuo di tonno, *Thunnus thynnus*, mentre il peso medio (calcolato su 71 contenuti gastrici dopo aver escluso i 14 contenuti vuoti) è risultato di 146,0 g.

Tab. 4 - Caratteristiche riassuntive della dieta di *P. glauca* in Mar Ligure. N = numero di individui di una data specie; F = frequenza con cui compare nei contenuti una data specie; N% e F% = percentuale del numero e della frequenza rispetto al numero totale delle prede e al numero totale dei contenuti (N = 85).

Results of the stomach content analysis of P. glauca *of the Ligurian Sea. N = number of individuals of a species; F = frequency of occurrence; N% and F% = percentage of number and percentage of frequency against total number of prey items and total number of stomach contents (N = 85).*

Contenuti gastrici	N°	%
Stomaci esaminati	85	
Stomaci contenenti cefalopodi	69	81,2
Stomaci contenenti pesci	11	15,3
Stomaci contenenti crostacei	4	4,7
Stomaci contenenti altro	24	28,2
Uccelli	*10*	*11,8*
Cetacei	*6*	*7,1*
Uova	*2*	*2,4*
Alghe	*2*	*2,4*
Plastica e legno	*5*	*5,9*
n.i.	*3*	*3,5*
Stomaci vuoti	14	16,5

Prede	N	%
Prede totali	621	
Cefalopodi	569	91,6
Pesci	14	2,3
Crostacei	9	1,4
Altro	29	4,7
Uccelli	*11*	*1,8*
Cetacei	*6*	*1,0*
Uova	*2*	*0,3*
Alghe	*2*	*0,3*
Plastica e legno	*5*	*0,8*
n.i.	*3*	*0,5*

CEPHALOPODA	N	%N	F	%F
Histioteuthis bonnellii	120	19,3	45	52,9
Histioteuthis reversa	293	47,2	45	52,9
Histioteuthidae n.i.	19	3,1	6	7,1
Galiteuthis armata	24	3,9	17	20,0
Argonauta argo	34	5,5	17	20,0
Chiroteuthis veranyi	34	5,5	17	20,0
Ancistroteuthis lichtensteini	2	0,3	2	2,3
Onychoteuthis banksii	31	5,0	13	15,3
Ancistrocheirus lesueuri	3	0,5	3	3,5
Tremoctopus violaceus	2	0,3	1	1,2
Octopoteuthis sicula	1	0,2	1	1,2
Tysanoteuthis rhombus	1	0,2	1	1,2
Brachioteuthis riisei	1	0,2	1	1,2
Ocythöe tubercolata	1	0,2	1	1,2
Octopodidae	1	0,2	1	1,2
Cephalopoda n.i.	2	0,3	2	2,3
Totale	**569**	**91,6**	**69**	**81,2**
OSTEICHTHYES				
Mola mola	1	0,2	1	1,2
Paralepididae	1	0,2	1	1,2
Thunnus thynnus	1	0,2	1	1,2
Zu cristatus	1	0,2	1	1,2
Osteichthyes n.i.	8	1,3	7	8,2
Totale	**12**	**1,9**	**11**	**15,3**
CHONDRICHTHYES				
Chondrichthyes n.i.	**2**	**0,3**	**2**	**2,3**

CRUSTACEA	N	%N	F	%F
Pasiphaea sivado	1	0,2	1	1,2
Pasiphaea multidentata	1	0,2	1	1,2
Meganyctiphanes norvegica	6	1,0	1	1,2
Acanthephyra pelagica	1	0,2	1	1,2
Totale	**9**	**1,4**	**4**	**4,7**
CETACEA				
Stenella coeruleoalba	2	0,3	2	2,3
Cetacea n.i.	4	0,6	4	4,7
Totale	**6**	**0,9**	**6**	**7,1**
AVES				
Averla capirossa	1	0,2	1	1,2
Apus apus	3	0,5	3	3,5
Hippolais sp.	1	0,2	1	1,2
Phyloscopus sp.	1	0,2	1	1,2
Turdus merula	1	0,2	1	1,2
Aves n.i.	4	0,6	4	4,7
Totale	**11**	**1,8**	**10**	**11,8**
ALIA				
Cystoseira sp.	1	0,2	1	1,2
Enteromorpha sp.	1	0,2	1	1,2
Uova di *Cypselurus heterurus*	2	0,3	2	2,3
Plastica e legno	5	0,8	5	5,9
n.i.	3	0,5	3	3,5
Totale	**12**	**1,9**	**11**	**12,9**

n.i. = oggetto preda non identificato

Cephalopoda

Il gruppo più rappresentato in assoluto è risultato quello dei cefalopodi, presenti in oltre l'80% dei contenuti con 569 individui, che costituiscono il 91,6% delle prede totali. Per la maggior parte sono state rinvenute solamente le mandibole

o becchi che, com'è noto, possono rimanere nello stomaco anche per più giorni, potendo determinare così una sovrastima dell'importanza dei cefalopodi. Pertanto non ci è sembrato opportuno calcolare l'indice IRI (Index of Relative Importance), che sarebbe sicuramente troppo influenzato dal numero dei becchi rinvenuti. Tra i cefalopodi i più predati sono gli Histioteutidi, con *Histioteuthis reversa*, che da sola costituisce la metà in numero di tutti i cefalopodi, e *H. bonnellii*. Altre 4 specie predate con una certa frequenza sono: *Galiteuthis armata, Argonauta argo, Chiroteuthis veranyi e Onychoteuthis banksii*. Le altre 7 specie rinvenute sono occasionali.

H. reversa (N = 293) è la specie più frequente: presenta taglie comprese tra 2 e 23 cm di lunghezza dorsale del mantello (LM), con netta prevalenza di quelle più grandi, che corrispondono alle femmine in età riproduttiva.

H. bonnellii (N = 120) è predata per taglie comprese tra 2 e 25 cm LM, con picchi sia nei giovani che negli adulti.

A. argo (N = 34) comprende taglie di 1-8 cm LM, abbastanza uniformemente rappresentate.

C. veranyi (N = 34) include solo individui di grande taglia, circa 15-25 cm LM.

G. armata (N = 24) è presente con taglie di 5-40 cm LM.

O. banksii è rappresentato da un intervallo di taglie molto ristretto, intorno ai 10cm LM.

Chondrichthyes

Sono stati rinvenuti due reperti di pesci cartilaginei di difficile determinazione. In un caso si può ipotizzare trattarsi di *Squatina* sp., ma i dati per l'identificazione sono scarsi.

Osteichthyes

I pesci sono poco rappresentati. Nella maggior parte dei casi si tratta di resti minimi, costituiti da poche vertebre. Sono tre i reperti importanti:

a) il tonno di quasi 4 kg predato da una verdesca di 208 cm LT era completo, ma suddiviso in grossi pezzi, corrispondenti a morsi. Questo fa ritenere che sia stato attaccato sul palamito.
b) il becco di un individuo di *Mola mola*, rinvenuto nel contenuto di una verdesca di 188 cm LT.
c) i resti di un trachipteride, probabilmente uno *Zu cristatus* di piccola taglia, nel contenuto di un esemplare di 140 cm LT.

Crustacea

Dei 9 reperti, 6 appartengono a *Meganyctiphanes norvegica* e i tre rimanenti a specie presenti comunemente nella dieta di altri predatori pelagici: *Pasiphaea sivado, P. multidentata* e *Acanthephyra pelagica*; si tratta sicuramente di catture occasionali (Tab. 4).

Cetacea

Resti di cetacei sono stati rinvenuti in 6 contenuti gastrici, per una percentuale pari al 7,1% in frequenza. Si tratta di pezzi di cute completa del pannicolo adiposo e di parti di muscolo, nella maggior parte dei casi a forma di morso, rinvenuti in contenuti di squali di varia dimensione.

Due verdesche, catturate a distanza di poche miglia al largo di Capo Corso nel luglio 1991, nel periodo dell'epidemia di *Morbillivirus* che attaccò le stenelle, avevano entrambi resti di cetaceo nello stomaco: uno della cute di un adulto e l'altro di frammenti come i precedenti, più una porzione di mandibola di feto. Ciò ha suggerito l'ipotesi dell'attacco alla carcassa di una stenella gravida. Un altro reperto, in data 09-08-97, proveniente da una verdesca di 187 cm LT, era costituito dal peduncolo e pinna caudale e dalla pinna dorsale di una giovane stenella (larghezza della caudale 23 cm).

Aves

Degli 11 esemplari di volatili di cui sono state trovate tracce nei contenuti, è stato possibile determinare la specie o il genere di 8; si tratta per lo più di specie migratrici.

Alia

Questa categoria include in ammassi di uova di pesce volante (*Cypselurus heterurus*) che galleggiano assicurate a materiali eterogenei, resti di alghe (*Cystoseira* sp. e *Enteromorpha* sp.) e pezzi di legno o plastica, tra cui un frammento di robusta rete in filato di nylon blu, simile a quella impiegata per rivestire i galleggianti del palamito.

Discussione e conclusioni

In Mar Ligure *P. glauca* è sottoposta ad una pressione di pesca moderata, per cui le catture totali appaiono di modesta entità se paragonate a quelle di aree vicine, sia in Mediterraneo, sia in Atlantico (Buencuerpo *et al.*, 1998). I valori di CPUE e di peso medio appaiono molto variabili e pertanto di difficile interpretazione; tuttavia la taglia media sembra in diminuzione, come è stato registrato anche nell'Adriatico meridionale (De Zio *et al.*, 2000). Occorre forse osservare che una certa quota degli animali più grandi potrebbe sfuggire alla cattura, considerando che l'attrezzo non è specificatamente mirato ai selaci ed ha subito, dal '90 ad oggi, variazioni che lo hanno reso sempre più adatto al pesce spada, quali ad esempio una modesta diminuzione della dimensione dell'amo, ma soprattutto, una notevole riduzione dello spessore del bracciolo.

Le catture sono rappresentate per la maggior parte da individui compresi in un intervallo di taglie che li colloca in una fase giovanile e preriproduttiva; appare curioso osservare come l'intervallo delle taglie di verdesche catturate in Mar Ligure sia assai simile (130/200 cm LT, corrispondenti a 100-180 cm LF) a quello dell'Adriatico meridionale (De Metrio *et al.*, 1984) e del Pacifico californiano (Harvey, 1989). E' interessante rilevare inoltre la presenza di individui di piccola taglia, catturati soprattutto nei mesi di luglio e agosto e presumibilmente appartenenti all'anno 0, da cui si deduce che l'area ligure, come gli altri mari italiani, è sede di riproduzione.

Il massimo valore di CPUE, registrato nel 1992, ha coinciso con il minimo delle catture di pesce spada del periodo osservato; questa complementarità, più volte menzionata in letteratura (De Metrio *et al.*, 1982, 1984; Buencuerpo *et al.*, 1998), tra verdesca e pesce spada ricorre non solo tra un anno e l'altro, ma anche tra una stagione e l'altra della stessa annata di pesca. Questo suggerisce una competizione con altri predatori di pari taglia.

La dieta osservata nell'area di studio si discosta da quella a prevalenza di pesci dell'Atlantico (Stevens, 1973), del Pacifico (Harvey, 1989) e dell'Adriatico settentrionale (Politi, 1997) e presenta affinità con quelle del Basso Adriatico e dello Ionio per l'importanza dei cefalopodi (Bello, 1990, 1994; Clò e Bianchi, 1997).

I cefalopodi mesopelagici, se da un punto di vista qualitativo figurano quasi tutti come prede comuni per i predatori di vertice (Orsi Relini *et al.*, 1993), dall'altro si differenziano notevolmente per quanto riguarda il numero e la frequenza e quindi l'importanza che rivestono nelle varie diete. Basti ricordare che *Todarodes sagittatus*, preda principale per numero e biomassa del pesce spada e importante componente della dieta di numerosi cetacei odontoceti, non compare assolutamente tra le prede di *P. glauca.* L'unico altro totano muscolare che compare con una certa frequenza, *O. banksii*, è rappresentato da individui di piccole dimensioni.

Riassumendo, i cefalopodi predati si possono far rientrare in 3 categorie:

1) specie rappresentate da individui molto grandi, ai limiti massimi noti; ciò fa ritenere che si tratti di animali morti, specialmente se è nota la conclusione del ciclo vitale con la riproduzione, come sembra indicato da almeno due specie, *H. reversa* e *C. veranyi.* La verdesca sembra pertanto sfruttare al massimo questa fase.
2) specie per cui ad un aumento di taglia del predatore corrisponde un aumento di taglia della preda (*H. bonnellii* e *G. armata*)
3) specie occasionali, in genere rappresentate da individui giovani. Fa eccezione un esemplare di *O. tubercolata* di ca 21 cm di LM.

Oltre che dei cefalopodi del gruppo 1, il consumo di carogne emerge dall'esame di tutti i vertebrati preda ritrovati nei contenuti gastrici.

Anche in Atlantico è stata descritta una predazione su cetacei, ma sempre su carcasse (Stevens, 1973; Kohler e Stillwell, 1981).

I resti di uccelli rinvenuti sono tutti appartenenti a specie migratrici e sono probabilmente ascrivibili ad individui precipitati in mare per sfinimento; se si considerano poi i pochi reperti di pesci, il più importante come si è detto, cioè il tonno completo, ma suddiviso in bocconi, è probabilmente stato predato direttamente sul palamito.

In conclusione *P. glauca* appare principalmente un divoratore di carogne o di organismi al termine del ciclo vitale, ruolo cui è probabilmente costretto, nelle acque del Santuario pelagico, dalla competizione con un gran numero di predatori di vertice.

Le condizioni alimentari nell'area indagata peraltro sembrano più che soddisfacenti. Infatti in Atlantico il peso medio del contenuto gastrico è risultato pari a ca 155,2 g (Kholer e Stillwell, 1981), contro i 146 g del Mar Ligure, con un rapporto percentuale medio rispetto al peso dello squalo di 0,34% in Atlantico e 0,9% in Mar Ligure.

Summary

Prionace glauca, represents a by-catch prey of the professional long-line fishery targeting the swordfish in the Ligurian Sea, where a Cetacean Sanctuary were enforced in 1990.

During the period 1990-1998, in the framework of national and EC research programs on large pelagic stocks, on the basis of observations made directly onboard the fishing vessels and at landings, 297 blue shark catches were recorded and 191 individuals measured in Sanremo harbour (Western Ligurian Sea).

The overall ratio swordfish/blue shark catches resulted 18.4/1; the CPUEs in number and weight were respectively 0,32 and 3,58 per 1000 hooks.

Among Selachians, blue shark is the second most abundant species, following the pelagic sting ray *Dasyatis violacea* and preceding other pelagic species, such as *Isurus oxyrinchus*, *Alopias vulpinus*, *Lamna nasus*, *Mobula mobular*, *Carcharhinus plumbeus*.

The temporal distribution of the present sampling was related to the fishing season (June-October), with a peak in July-August; within this limit of time the CPUE trends of *P. glauca*, showed a maximum in late spring, followed by a gradual decrease, resulting in an opposite trend to swordfish CPUE.

The size structure of the fished stock (size range 65-304 cm LT) showed a majority of pre-adult individuals (ranging from 130 to 200 cm LT) and, especially during July and August, also of 0 + age group (60-70 cm LT) and juveniles.

85 stomach contents were sampled for diet analysis and 14 of these resulted to be completely empty (16.5 %). In 71 stomachs 617 prey items belonging to about 30 species were identified: Cephalopods (N = 569), Fish (N = 14), Birds (N = 10), Crustaceans (N = 9), Cetaceans (N = 6) and others, with an average number of 8.7 prey items per stomach.

In addition to the fact that the great amount of preys were represented by large sized ammoniacal cephalopods, it seems that blue sharks feed upon slow swimming or dead individuals of both vertebrates and invertebrates.

In general, the population of blue shark of the Ligurian Sea does not seem to be abundant (nevertheless we have to bear in mind that the recorded data derives from the use of one single type of fishing gear, used to target fish instead of selachians), but in good dietary conditions; it is suggested that the effect of the natural competition with a great number of top predators reduces the blue shark to the role of scavenger.

Ringraziamenti

Si ringraziano i pescatori del porto di Sanremo per la fattiva collaborazione nella raccolta dei dati; il prof. Silvio Spanò (Università di Genova) ed il Dott. Enrico Borgo (Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria" di Genova) per il riconoscimento delle specie di uccelli.

Bibliografia

BECKETT J.S. (1970) - Swordfish, shark and tuna tagging 1961-69. *Fish. Res. Bd. Can. Tech. Rept.*, **193**: 1-13.

BELLO G. (1990) - Cephalopod remains from blue sharks, *Prionace glauca*, caught in the Gulf of Taranto. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **32** (1): 242.

BELLO G. (1994) - *Histioteuthis bonnellii* (Cephalopoda: Histioteuthidae) in the Adriatic Sea : evidence from predator stomach contents. *Boll. Malacol.*, **30**: 43-48.

BIGELOW H.B., SCHROEDER W.C. (1948) - Sharks. In: Tee-Van, J., Bieder C.M., Hildebrand S.F., Parr A.E., Schroeder W.C. (eds), *Fishes of the Western North Atlantic, Part I.* Mem. Sears Found. Mar. Res., *Yale Univ.*, 1: 59-546.

BUENCUERPO V., RIOS S., MORON J. (1998) - Pelagic sharks associated with the swordfish, *Xiphias gladius*, fishery in the eastern North Atlantic Ocean and the Strait of Gibraltar. *Fish. Bull.*, **96**: 667-685.

CAREY F.G., GIBSON Q.H. (1987) - Blood flow in the muscle of free-swimming fish. *Physiol. Zool.*, **60** (1): 138-148.

CAREY F.G., SCHAROLD J.V. (1990) - Movements of blue shark (*Prionace glauca*) in depth and course. *Mar. Biol.*, **106**: 329-342.

CASEY J.G. (1976) - Migrations and abundance of sharks along the Atlantic coast. In: Seaman, W. Jr (ed), *Sharks and man – a perspective,* Fla. Sea Grant Program, Rep. 10: 13-14.

CASEY J.G. (1985) - Transatlantic migrations of the blue shark; a case history of cooperative shark tagging. In: Stroud R.H. (ed), *World angling resources and challenges,* Proc. 1st World Angling Conf., Cap d'Adge, France, 1984. Int. Gamefish Ass., Ft Lauderdale, Florida: 253-268.

CLARKE M.R., STEVENS J.D. (1974) - Cephalopods, blue sharks and migration. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **54**: 949-957.

CLÒ S., BIANCHI I. (1997) - Osservazioni sul comportamento alimentare della verdesca, *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes: Carcharhinidae). *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, **22**: 79-93.

DE METRIO G., PETROSINO G., TURSI A. (1982) - La pesca di *Prionace glauca* (Pisces, chondrichthyes) lungo le coste del Salento nel quadriennio 1978-1981. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50**: 381.

DE METRIO G., PETROSINO G., MONTANARO C., MATARRESE A., LENTI M., CECERE E., (1984) - Survey on summer-autumn population of *Prionace glauca* L. (Pisces, Chondrichthyes) in the Gulf of Taranto (Italy) during the four year period 1978-1981 and its incidence on swordfish (*Xiphias gladius* L.) and albacore (*Thunnus alalunga* (Bonn)) fishing. *Oebalia*, **10**: 105-116.

DE ZIO V., PASTORELLI A.M., ROSITANO L. (2000) - Catture accessorie di *Prionace glauca* (L.) durante la pesca dei grandi pelagici nel basso Adriatico (1984-1998). *Biol. Mar. Medit.* **7** (1): 444-446.

HARVEY J.T. (1989) - Food habits, seasonal abundance, size and sex of the blue shark, *Prionace glauca*, in Monterey Bay, California. *Calif. Fish and Game*, **75** (1): 33-44.

KOHLER N.E., STILLWELL C.E. (1981) - Food habits of the blue shark (*Prionace glauca*) in the Northwest Atlantic. *Int. Counc. Explor. Sea Comm. Meet. (Pelagic Fish Comm.) H*: **61**: 1-7.

LEBRASSEUR R.J. (1964) - Stomach contents of blue shark (*Prionace glauca* L.) taken in the Gulf of Alaska. *J. Fish. Res. Board. Can.*, **21**: 861-862.

NEAVE F., HANAVAN M. (1960) - Seasonal distribution of some epipelagic fishes in the Gulf of Alaska region. *J. Fish. Res. Board Can.*, **17**: 221-233.

NELSON D.R. (1990) - Telemetry studies of sharks: a review with applications in resource management. In: Pratt, H.L.Jr, Gruber, S.H., Taniuchi, T. (eds), *Elasmobranchs as living resources: recent advances in fisheries biology, ecology, life history, captive biology and systematics,* Proc. 2nd USA – Japan elasmobranch conference held 9 to 14 Dec., 1987 at the East-West Center, Honolulu, Hawaii. U.S. Departement of Commerce, NOAA-NMFS, NOAA Tech. Rep. NMFS 90, US Government Printing Office, Washington, D.C.: 245-262.

ORSI RELINI L., RELINI G., CIMA C., FIORENTINO F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1992) - Una zona di tutela biologica ed un parco pelagico per i cetacei del Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol.Univ. Genova*, **56-57**: 247-281.

ORSI RELINI L., GARIBALDI F., PALANDRI G., CIMA C. (1993) - La comunità mesopelagica e i predatori "di superficie". *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 105-112.

ORSI RELINI L., CIMA C., GARIBALDI F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G., (1999) - La pesca professionale con i palamiti galleggianti nel "santuario dei cetacei" del Mar Ligure: si tratta di attività' ecocompatibili? *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 100-109.

POLITI E. (1997) - Analisi dei contenuti gastrici di *Prionace glauca* nell'Alto e Medio Adriatico. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, **22**: 65-78.

SCIARROTTA T.C., NELSON D.R. (1977) - Diel behaviour of the blue shark (*Prionace glauca*) off near Santa Catalina Island, California. *Fish. Bull. U.S.*, **75**: 519-528.

STRASBURG D.W. (1958) - Distribution, abundance, and habits of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. *U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull.*, **58**: 335-361.

STEVENS J.D. (1973) - Stomach contents of the blue shark (*Prionace glauca*) off Southwest England. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **53**: 357-361.

TRICAS T.C. (1979) - Relationship of the blue shark, *Prionace glauca*, and its prey species near Santa Catalina Island, California. *Fish. Bull.*, **77** (1): 175-182.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 334-345

G. De Metrio, M. Cacucci, M. Deflorio, S. Desantis*, N. Santamaria

Dipartimento di Sanità e Benessere degli Animali, Università di Bari,
Prov. per Casamassima Km 3 - 70010 Valenzano, Bari, Italia.
* Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Italia.

INCIDENZA DELLA PESCA AI GRANDI PELAGICI SULLE CATTURE DI SQUALI

INCIDENCE OF THE LARGE PELAGIC FISHING ON THE SHARK CATCHES

Abstract

In the framework of the EU project N. 97/0050 DG XIV/C1, the activity of the large pelagic fishing, in the southern Italian seas, was investigated during 1998 with the aim to evaluate its incidence on the catches of sharks. Most of the catches of sharks were represented by Prionace glauca *(Linnaeus, 1758), but* Alopias vulpinus *(Bonnaterre, 1788) and* Lamna nasus *(Bonnaterre, 1788) were caught too.*

Key-words: *sharks, large pelagic fish, by-catch.*

Introduzione

Una notevole frazione del by-catch della pesca ai grandi pelagici con attrezzi di superficie è dovuta a diverse specie di squali, tra le quali *Prionace glauca* (L. 1758) è certamente la più rappresentata. Consistenti catture accidentali di questa specie e di altri squaliformi furono già segnalate da De Metrio *et al.* (1984), nello Ionio settentrionale, e da Marano *et al.* (1987) nell'Adriatico meridionale. Queste specie, per quanto finora trascurate a causa del loro scarso valore commerciale, hanno recentemente attratto l'attenzione degli studiosi sulla necessità di assicurare la loro conservazione. Si tratta di specie con ciclo biologico notevolmente lungo (Pratt e Casey, 1990) ed un eccessivo sfruttamento potrebbe influire negativamente sull'equilibrio dell'ecosistema marino. La grande importanza del problema ha consigliato di avviare un progetto comunitario (DG XIV/97/0050), condotto con osservatori a bordo, con la partecipazione di Italia, Spagna e Grecia, al fine di acquisire informazioni sia sull'entità delle catture accidentali di squali, realizzate nel corso della pesca del pesce spada e dei tunnidi in differenti aree del Mediterraneo, sia sulla biologia delle specie pescate, da utilizzare per l'eventuale valutazione degli stocks. In questa nota sono riportati i risultati preliminari ottenuti nello Ionio settentrionale e nell'Adriatico meridionale, nel corso del primo anno d'indagine.

Materiali e metodi

Le indagini furono condotte in Adriatico meridionale e nello Ionio settentrionale nel periodo compreso tra giugno e dicembre 1998. Furono individuati due porti pilota: Savelletri in Adriatico e Porto Cesareo nello Ionio. Le indagini furono svolte mediante osservazioni a bordo di barche armate con long-line per la pesca del pesce spada a Savelletri, e del pesce spada e dell'alalunga a Porto Cesareo, dove furono anche rilevati dati relativi alla pesca con rete derivante. In quest'ultimo

porto, inoltre, fu anche utilizzato un osservatore allo sbarco. Gli osservatori a bordo seguirono 78 operazioni di pesca, delle quali 37 in Adriatico e 41 nello Ionio e, per ogni operazione, rilevarono le coordinate geografiche di inizio e fine messa a mare e inizio e fine recupero dell'attrezzo, che consentirono la precisa individuazione di tutte le aree esplorate (Fig. 1). Essi, inoltre, collezionarono i dati di cattura e sforzo e, per gli squali catturati, determinarono il sesso e rilevarono i seguenti parametri: lunghezza totale (LT), alla forca (LF), standard (LS), del margine anteriore della prima pinna dorsale (D1A), del margine dorsale della pinna caudale (CDM), del margine anteriore della pinna pettorale (P1A), del margine anteriore della pinna pelvica (P2A) e del margine anteriore della pinna anale (ANA); nonché misure di peso totale (PT) ed eviscerato (PE). Gli osservatori rilevarono il sesso di 208 esemplari di *P. glauca* (66 femmine e 142 maschi), di 19 *Alopias vulpinus* (9 femmine e 10 maschi) e di 7 *Lamna nasus*. Per lo studio delle distribuzioni delle frequenze delle taglie fu utilizzata la lunghezza totale. Per il calcolo delle correlazioni fra i parametri biometrici, fu utilizzato il modello moltiplicativo ($Y=aX^b$) per le variabili lunghezza e peso, e quello lineare ($Y=a+bX$) per le restanti. Inoltre, gli osservatori condussero osservazioni sullo stato di vitalità degli squali issati a bordo utilizzando la seguente scala di vitalità: buona, discreta, scarsa e nulla (morti).

Risultati

Aree di pesca

La pesca fu effettuata nell'Adriatico meridionale e nello Ionio settentrionale nelle aree riportate in Fig. 1.

Statistiche di pesca

I dati statistici di cattura, relativi alle osservazioni a bordo, sono riportati in Tab. 1, mentre quelli relativi allo sbarco a Porto Cesareo in Tab. 2.

Le percentuali degli squali, osservate sia a bordo sia allo sbarco, rispetto al numero totale di esemplari catturati, sono riportate nelle Figg. 2, 3, 4, 5 e 6.

Dati biometrici

Furono rilevate differenti misure di lunghezza su un totale di 267 esemplari di *P. glauca*, 100 catturati in Adriatico e 167 nello Ionio, di 24 *A. vulpinus*, 8 in Adriatico e 16 nello Ionio, e di 10 *L. nasus* catturati nello Ionio.

Misure di peso furono rilevate su 131 *P. glauca*, 63 in Adriatico e 68 nello Ionio, di 21 *A. vulpinus*, 8 in Adriatico e 13 nello Ionio, e di 10 *L. nasus* catturati nello Ionio.

I dati statistici delle differenti misure biometriche rilevate sono riportati nelle Tabb. 3, 4 e 5, rispettivamente per *P. glauca*, *A. vulpinus* e *L. nasus*, mentre quelli relativi agli animali di cui è stato determinato il sesso sono riportati nelle Tabb. 6, 7 e 8.

Distribuzione delle taglie

Le distribuzioni di frequenza percentuale della lunghezza totale, per specie e per area, calcolate separatamente per sesso e per entrambi i sessi insieme agli esemplari di sesso non determinato, sono riportate in Fig. 7 per *P. glauca*, in Fig. 8 per *A. vulpinus* ed in Fig. 9 per *L. nasus*.

Tab. 1 - Catture totali osservate a bordo, riportate per attrezzo ed area.
Total catches observed on board, reported by gear and area.

Attrezzo	LL pesce spada		rete pesce spada	LL alalunga
Area di pesca	Adriatico mer.	Ionio sett.	Ionio sett.	
GG pesca	37	30	3	8
Catture totali (No.)	1046	265	17	1562
X. gladius (SWO) (No.)	719	126	6	659
T. alalunga (ALB) (No.)	9			698
P. glauca (BSH) (No.)	130	53	2	6
A. vulpinus (THSH) (No.)	8			
D. violacea (BST) (No.)	108	23		49
*altre specie *(OTH)* (No.)	72	63	9	150
X. gladius (kg)	8356,1	2045,0	68,5	790,5
T. alalunga (kg)	79,0			3754,0
P. glauca (kg)	2430,0	1277,3	33,0	137,2
A. vulpinus (kg)	921,6			
X. gladius peso medio (kg)	11,6	16,2	11,1	1,2
T. alalunga peso medio (kg)	8,8			5,4
P. glauca peso medio (kg)	18,7	24,1	16,5	22,9
A. vulpinus peso medio (kg)	115,2			
E (x 1000 ami/m)	89,1	58,6	15,0	22,4
CPUE (N) *X. Gladius*	8,1	2,1	0,4	29,4
CPUE (kg) *X. Gladius*	93,8	34,9	4,6	35,3
CPUE (N) *T. alalunga*	0,1			31,2
CPUE (kg) *T. alalunga*	0,8			167,6
CPUE (N) *P. glauca*	1,5	0,9	0,1	0,3
CPUE (kg) *P. glauca*	27,3	21,8	2,2	6,1
CPUE (N) *A. vulpinus*	0,1			
CPUE (kg) *A. vulpinus*	1,3			
CPUE (N) *D. violacea*	1,2	0,4		3,1

* *C. caretta, C. hippurus, E. alletteratus, L. caudatus, M. mola, R. pretiosus, S. sarda, T. belone, T. thynnus.*

Correlazioni biometriche

Le rette di regressione, fra le differenti misure biometriche, furono calcolate separatamente per sesso per *P. glauca*, e complessivamente sia per *A. vulpinus* che per *L. nasus*, essendo gli esemplari di queste due ultime specie in numero piuttosto esiguo. Nelle tabb. 9, 10 e 11 si riportano le variabili correlate, i valori di intercetta e pendenza delle rette ottenute, i coefficienti di correlazione ed il numero degli esemplari.

Vitalità degli animali pescati

Le osservazioni sulla vitalità degli squali catturati furono condotte a bordo su 122 *P. glauca* e su 8 *A. vulpinus* catturati con long-line per pesce spada, nelle due differenti aree di pesca (Figg. 10 e 11). I pochi esemplari di *P. glauca* (No. 6) catturati con long-line per alalunga presentarono buona vitalità, mentre altri due catturati con rete derivante furono issati a bordo già morti.

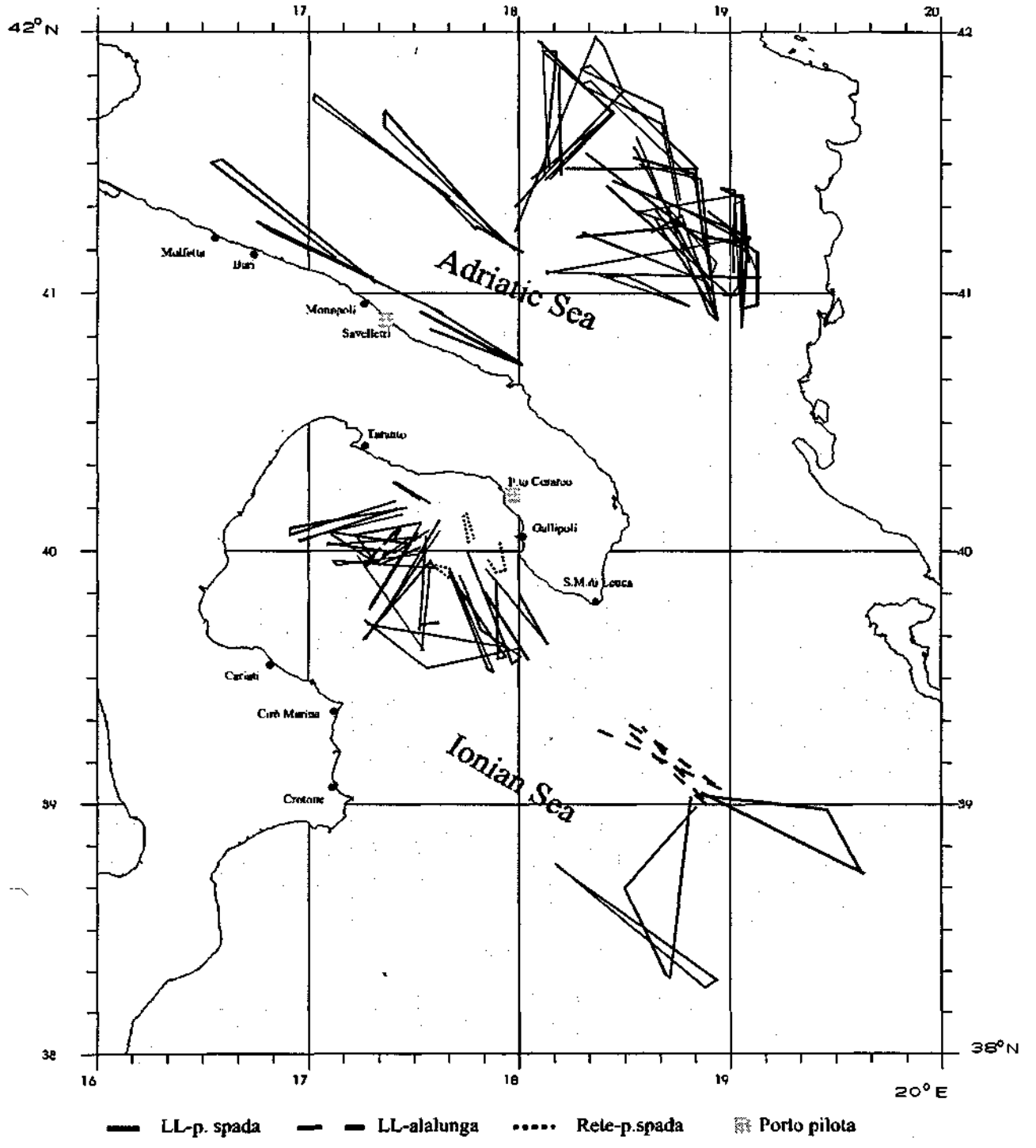


Fig. 1 - Aree di pesca al pesce spada con long-line e rete derivante, ed all'alalunga con long-line, investigate nel 1998 durante l'osservazione a bordo di pescherecci della flotta adriatica e ionica.

Swordfish long-line and drift net and albacore long-line fishing areas, investigated in 1998 during the observation on board of boats of the adriatic and ionian fleets.

Sex ratio

P. glauca

In Adriatico fu individuato il sesso di 100 esemplari, di cui 62 maschi e 38 femmine, con un rapporto *m/f* pari a 1,6, mentre nello Ionio fu individuato il sesso di 108 esemplari, di cui 80 maschi e 28 femmine, con un rapporto *m/f* pari a 2,9. Considerando insieme tutti gli esemplari delle due aree, il rapporto *m/f* fu pari a 2,2.

Tab. 2 - Catture osservate allo sbarco a Porto Cesareo, riportate per attrezzo.
Catches observed at landing at Porto Cesareo, reported by gear.

Attrezzo	LL pesce spada	rete pesce spada	rete tonno rosso	LL alalunga
GG pesca	183	181	154	85
Catture totali (No.)	1305	3388	2347	23101
X. gladius (*BFT*) (No.)	875	652	378	16235
T. thynnus (No.)	34	24	1575	543
T. alalunga (No.)	66	45	184	6091
Auxis spp. (*BLT*) (No.)	18	2467	49	
P. glauca (No.)	161	25	30	11
A. vulpinus (No.)		1	8	
L. nasus (POSH) (No.)			10	
*altre specie (No.)	151	174	113	221
X. gladius (kg)	13761,8	20399,7	8665,6	17856,0
T. thynnus (kg)	1839,5	617,2	17876,2	2072,1
T. alalunga (kg)	375,5	322,9	1294,1	40319,0
Auxis spp. (kg)	47,0	3839,6	40,1	
P. glauca (kg)	4089,8	1747,4	1166,5	251,7
A. vulpinus (kg)		145,2	1134,0	
L. nasus (kg)			506,3	
X. gladius peso medio (kg)	15,7	31,3	22,9	1,1
T. thynnus peso medio (kg)	54,1	25,7	11,3	3,8
T. alalunga peso medio (kg)	5,7	7,2	7,0	6,6
Auxis spp. Peso medio (kg)	2,6	1,6	0,8	
P. glauca peso medio (kg)	25,4	69,9	38,9	22,9
A. vulpinus peso medio (kg)		145,2	141,8	
L. nasus peso medio (kg)			50,6	
E (x 1000 ami/m)	422,6	1865,0	1786,5	179,8
CPUE (N) *X. Gladius*	2,1	0,4	0,21	90,3
CPUE (kg) *X. Gladius*	32,6	10,9	4,85	99,3
CPUE (N) *T. thynnus*	4,35	0,01	0,9	3,0
CPUE (kg) *T. thynnus*	0,08	0,33	10,0	11,5
CPUE (N) *T. alalunga*	0,16	0,02	0,10	33,9
CPUE (kg) *T. alalunga*	0,89	0,17	0,72	224,2
CPUE (N) *Auxis* spp.	0,04	1,32	0,03	
CPUE (kg) *Auxis* spp.	0,11	2,06	0,02	
CPUE (N) *P. glauca*	0,4	0,01	0,02	0,06
CPUE (kg) *P. glauca*	9,7	0,94	0,65	1,40
CPUE (N) *A. vulpinus*		0,001	0,005	
CPUE (kg) *A. vulpinus*		0,078	0,635	
CPUE (N) *L. nasus*			0,006	
CPUE (kg) *L. nasus*			0,283	

* *C. caretta, C. hippurus, E. alletteratus, L. caudatus, L. imperialis, M. mola, R. pretiosus, S. dumerilii, S. sarda, T. belone.*

A. vulpinus

In questa specie, fu individuato il sesso di 19 esemplari, di cui 8 in Adriatico (4 maschi e 4 femmine) e 11 nello Ionio (6 maschi e 5 femmine). Il complessivo rapporto *m/f* fu pari a 1,1.

L. nasus

In questa specie, fu individuato il sesso di 7 esemplari catturati nello Ionio (5 maschi e 2 femmine). Il rapporto *m/f* fu pari a 2,5.

Fig. 2 - Percentuali in numero, osservate a bordo, delle specie catturate in Adriatico meridionale con long-line per pesce spada. No tot. 1046

Percentage in number, observed on board, of species caught in the South Adriatic Sea by swordfish long-line. No tot. 1046

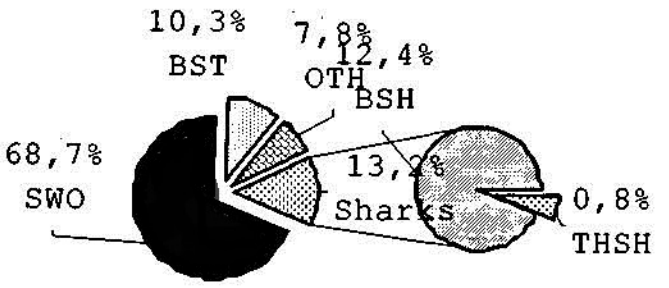


Fig. 3 - Percentuali in numero, osservate a bordo (No tot. 265) e allo sbarco (No tot. 1305), delle specie catturate nello Ionio con long-line per pesce spada.

Percentage in number, observed on board (Total No 265) and at landing, (Total No 1305) of species caught in the Ionian Sea by swordfish long-line.

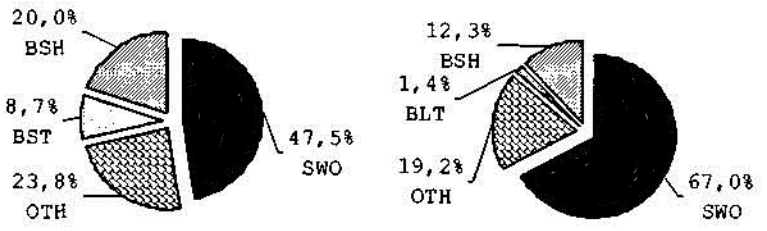


Fig. 4 - Percentuali in numero, osservate a bordo (No tot. 17) e allo sbarco (No tot. 3388), delle specie catturate nello Ionio settentrionale con rete derivante per pesce spada.

Percentage in number, observed on board (Tot. No 17) and at landing (Tot. No 3388), of species caught in the North Ionian Sea by swordfish drift net.

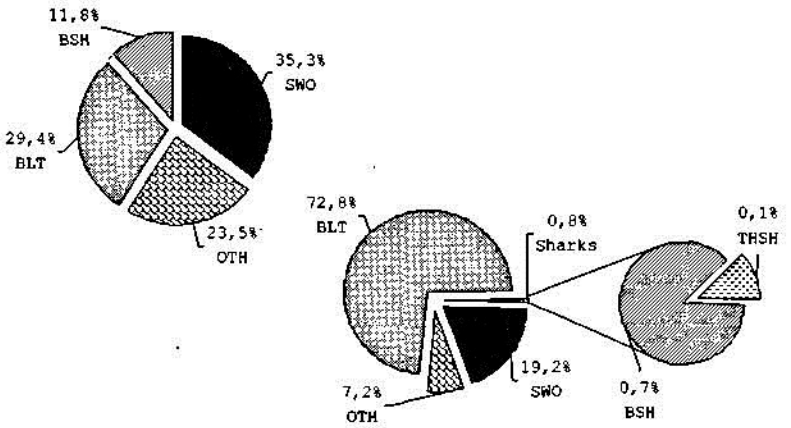


Fig. 5 - Percentuale in numero, osservata a bordo (No tot. 1562) e allo sbarco (No tot. 23101), delle specie catturate nello Ionio settentrionale con long-line per alalunga.

Percentage in number, observed on board (Total No 1562) and at landing (Total No 23101), of species caught in the North Ionian Sea by albacore long-line.

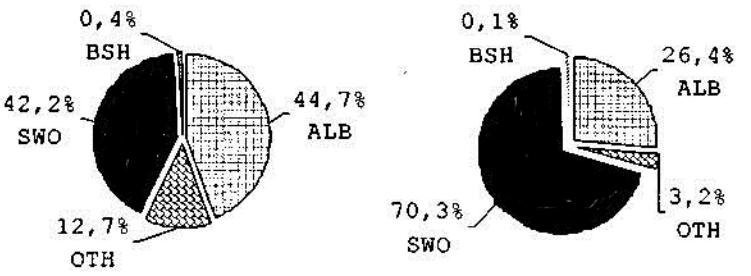
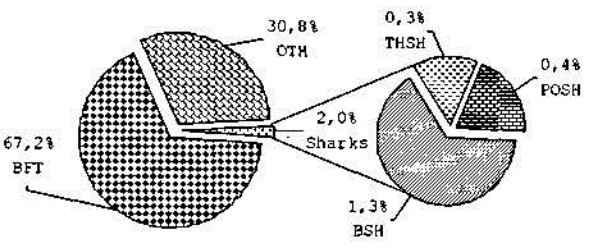


Fig. 6 - Percentuali in numero, osservate allo sbarco (No tot. 2347), delle specie catturate nello Ionio settentrionale con rete per tonno rosso.

Percentage in number, observed at landing (Total No 2347), of species caught in the North Ionian Sea by bluefin tuna drift net.



Tab. 3 - Dati statistici delle misure biometriche di *P. glauca*.
Statistical data of P. glauca *biometric measurements.*

	No.	Media	Min	Max	Dev. st.
Adriatico meridionale					
LT (cm)	99	166,8	70,0	283,5	34,6
LF (cm)	99	141,4	73,0	237,0	27,4
LS (cm)	100	128,1	63,5	216,5	25,3
PT (kg)	53	20,7	2,4	90,0	15,5
PE (kg)	63	18,2	1,8	72,0	13,1
Ionio settentrionale					
LT (cm)	152	158,0	74,0	300,0	48,0
LF (cm)	167	132,5	54,0	277,0	44,6
LS (cm)	52	115,3	55,0	198,5	25,6
PT (kg)	52	18,0	0,8	115,0	22,7
PE (kg)	68	27,0	1,5	105,0	29,3

Tab. 4 - Dati statistici delle misure biometriche di *A. vulpinus*.
Statistical data of A. vulpinus *biometric measurements.*

	No.	Media	Min	Max	Dev. st.
Adriatico meridionale					
LT (cm)	6	358,5	273,5	406,0	51,1
LF (cm)	8	206,8	155,5	238,0	25,2
LS (cm)	8	186,6	139,5	213,5	22,6
PT (kg)	6	121,8	55,5	170,8	38,3
PE (kg)	8	116,1	50,3	154,6	32,9
Ionio settentrionale					
LF (cm)	9	366,5	273,5	410,0	47,2
LF (cm)	16	203,1	130,0	240,0	31,9
PT (kg)	6	143,7	108,8	187,0	29,4
PE (kg)	13	115,8	49,0	158,0	35,2

Tab. 5 - Dati statistici delle misure biometriche di *L. nasus*.
Statistical data of L. nasus *biometric measurements.*

	No.	Media	Min	Max	Dev. st.
Ionio settentrionale					
LT (cm)	10	149,5	98,7	282,0	49,4
LF (cm)	10	121,6	77,0	244,0	45,4
PE (kg)	10	14,9	5,0	50,0	12,6

Tab. 6 - Dati statistici delle misure biometriche di *P. glauca*, riportate per sesso.
Statistical data of P. glauca *biometric measurements, reported by sex.*

	No.		Media		Min		Max		Dev. st.	
	f	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*
Adriatico meridionale										
LT (cm)	38	58	162,6	172,1	70,0	88,0	241,0	283,5	31,1	34,9
LF (cm)	36	62	140,0	142,5	78,3	73,0	200,0	237,0	22,6	30,2
PT (kg)	21	32	17,5	22,8	2,9	2,4	35,5	90,0	8,2	18,6
PE (kg)	23	40	16,7	19,1	2,2	1,8	46,0	72,0	9,1	15,0
Ionio settentrionale										
LT (cm)	25	71	131,6	160,7	81,7	74,0	210,0	280,0	34,1	45,1
LF (cm)	28	80	110,5	132,9	68,0	59,5	197,0	265,0	32,8	40,3
PT (kg)	11	33	10,2	18,7	1,9	1,1	60,0	115,0	17,1	22,2
PE (kg)	10	15	7,8	17,4	1,5	1,5	42,0	69,0	12,4	17,8

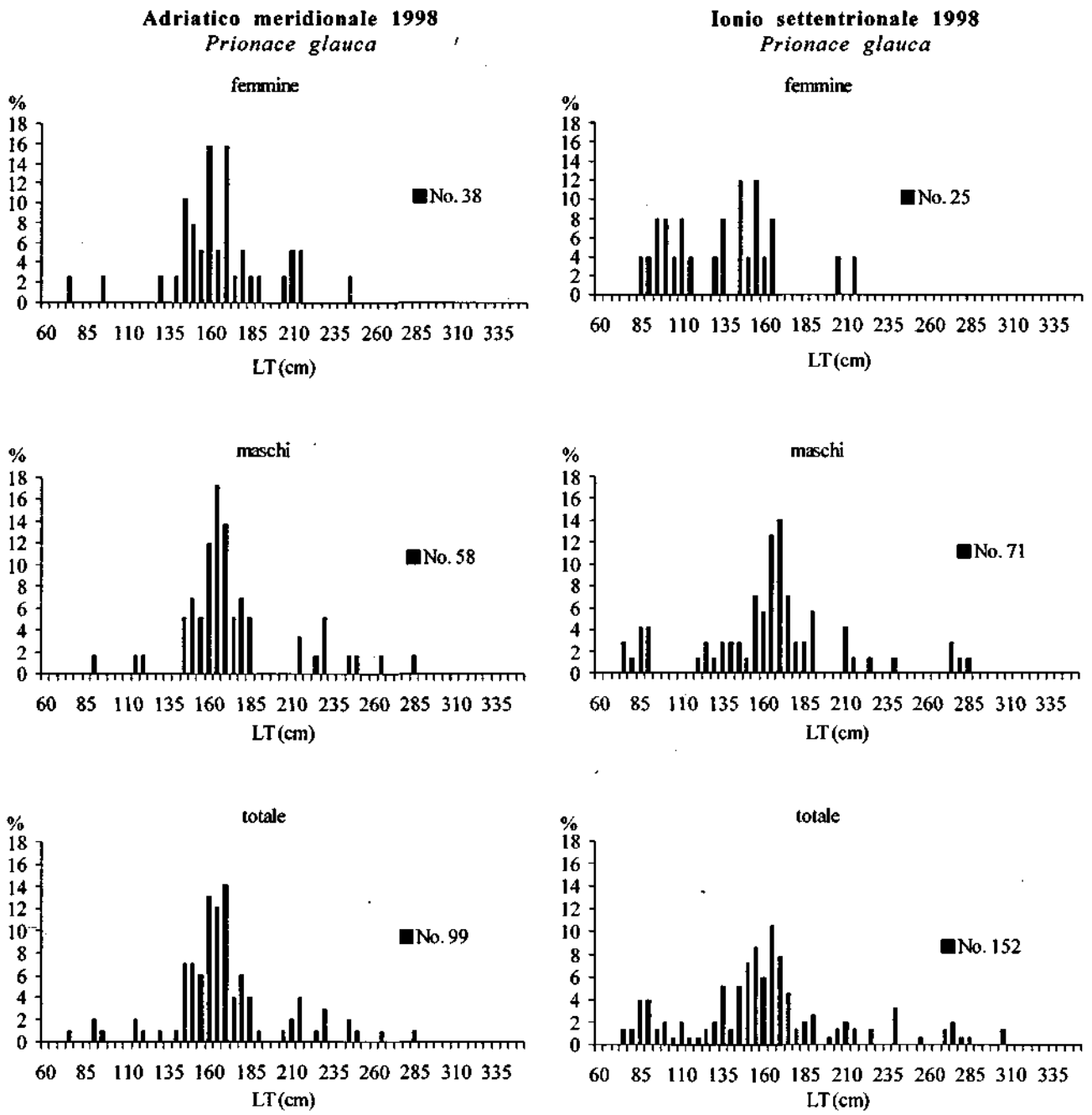


Fig. 7 - Distribuzione delle frequenze di lunghezza totale di *P. glauca* in Adriatico meridionale e nello Ionio settentrionale.

Total lenght frequency distribution of P. glauca *in the South Adriatic and North Ionian seas.*

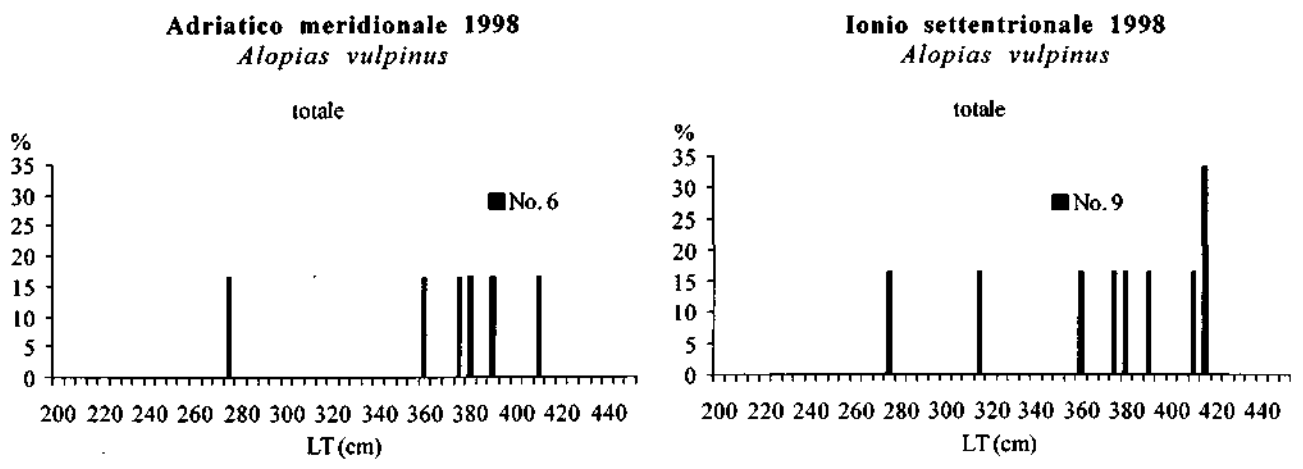


Fig. 8 - Distribuzione delle frequenze di lunghezza totale di *A. vulpinus* in Adriatico meridionale e nello Ionio settentrionale.

Total lenght frequency distribution of A. vulpinus *in the South Adriatic and North Ionian seas.*

Tab. 7 - Dati statistici delle misure biometriche di *A. vulpinus*, riportate per sesso.
Statistical data of A. vulpinus *biometric measurements, reported by sex.*

	No.		Media		Min		Max		Dev. st.	
	f	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*
Adriatico meridionale										
LT (cm)	3	3	345,5	377,3	273,5	356,0	387,0	406,0	62,6	25,8
LF (cm)	4	4	203,4	210,3	155,5	194,0	238,0	232,0	34,6	15,8
PT (kg)	2	4	91,6	136,9	55,5	108,8	127,7	170,8	51,1	25,8
PE (kg)	4	4	108,8	123,4	50,3	99,3	154,6	154,0	43,2	22,9
Ionio settentrionale										
LT (cm)	3	5	345,5	370,4	273,5	310,0	387,0	410,0	62,6	40,9
LF (cm)	5	6	207,9	196,8	155,5	130,0	238,0	232,0	31,6	34,9
PT (kg)	2	4	157,4	136,9	127,7	108,8	187,0	170,8	41,9	25,8
PE (kg)	4	4	108,8	123,4	50,3	99,3	154,6	154,0	43,2	22,9

Tab. 8 - Dati statistici delle misure biometriche di *L. nasus*, riportate per sesso.
Statistical data of L. nasus *biometric measurements, reported by sex.*

	No.		Media		Min		Max		Dev. st.	
	f	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*	*f*	*m*
Ionio settentrionale										
LT (cm)	2	5	141,3	157,3	135,0	98,7	147,5	282,0	8,8	71,9
LF (cm)	2	5	112,5	129,2	105,0	77,0	120,0	244,0	10,6	66,0
PE (kg)	2	5	11,5	17,8	10,0	5,0	13,0	50,0	2,1	18,3

Tab. 9 - Variabili correlate, intercetta, pendenza e coefficienti di correlazione di *P. glauca*.
Variables correlated, intercept, slope and correlation coefficients of P. glauca.

Femmine						
X	**Y**	**a**	**b**	**r**	**r2**	**n**
LT	PT	$2{,}7\times10^{-6}$	3,06	0,99	0,99	32
LT	PE	$2{,}5\times10^{-6}$	3,05	0,98	0,95	29
LS	LT	3,34	1,28	0,99	0,98	44
LF	LT	3,03	1,17	0,99	0,99	42
D1A	LT	28,39	8,82	0,97	0,94	34
CDM	LT	3,16	3,89	0,99	0,98	34
P1A	LT	32,49	4,05	0,99	0,98	34
P2A	LT	23,50	14,60	0,98	0,96	34
ANA	LT	10,62	17,83	0,97	0,94	34
Maschi						
X	**Y**	**a**	**b**	**r**	**r2**	**n**
LT	PT	$2{,}7\times10^{-6}$	3,06	0,99	0,99	32
LT	PE	$1{,}2\times10^{-6}$	3,17	0,96	0,91	67
LF	LT	11,98	1,12	0,97	0,94	89
LS	LT	13,80	1,22	0,97	0,94	89
D1A	LT	44,68	7,56	0,95	0,94	75
CDM	LT	7,02	3,65	0,96	0,93	75
P1A	LT	42,30	3,70	0,95	0,91	74
P2A	LT	40,20	13,80	0,94	0,88	74
ANA	LT	33,41	15,54	0,93	0,87	75

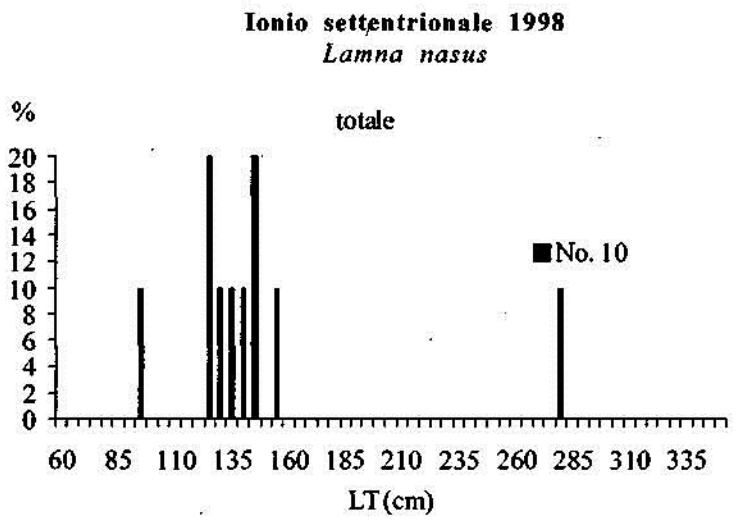


Fig. 9 - Distribuzione delle frequenze di lunghezza totale di *L. nasus* nello Ionio settentrionale.
Total lenght frequency distribution of L. nasus *in the North Ionian Sea.*

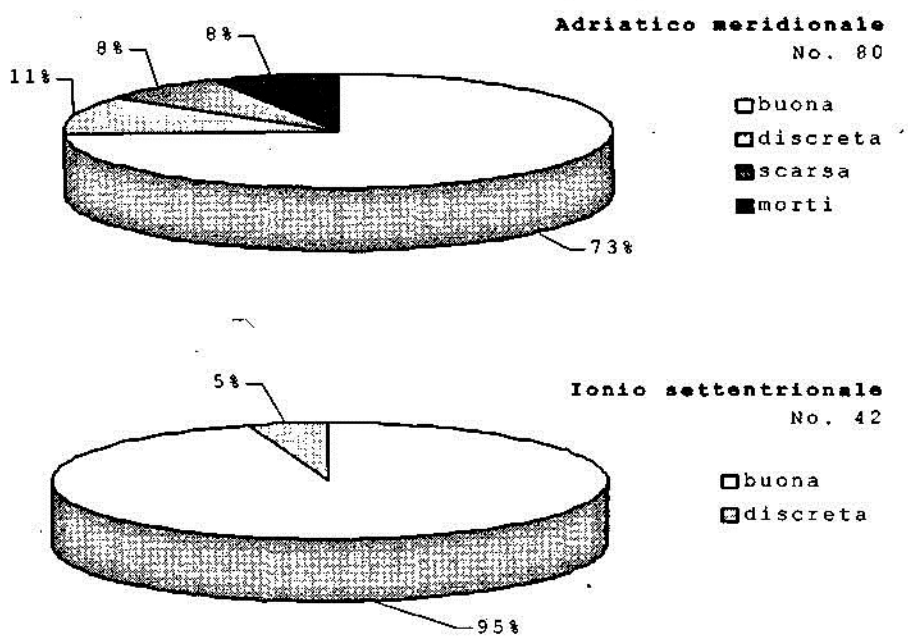


Fig. 10 - Vitalità osservata in esemplari di *P. glauca* catturati con long-line per pesce spada.
Observed vitality of P. glauca *specimens caught by swordfish long-line.*

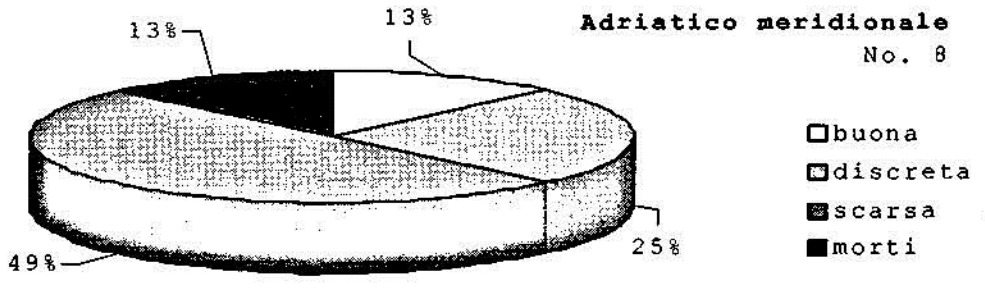


Fig. 11 - Vitalità osservata in esemplari di *A. vulpinus* catturati con long-line per pesce spada.
Observed vitality of A. vulpinus *specimens caught by swordfish long-line.*

Tab. 10 - Variabili correlate, intercetta, pendenza e coefficienti di correlazione di *A. vulpinus*. *Variables correlated, intercept, slope and correlation coefficients of* A. vulpinus.

X	Y	a	b	r	r2	n
LT	PT	$1,5x10^{-5}$	2,70	0,99	0,98	5
LT	PE	$1,5x10^{-5}$	2,68	0,99	0,98	6
LS	LT	4,42	1,96	0,99	0,98	6
LF	LT	2,85	1,78	0,99	0,98	6
D1A	LT	73,14	9,35	0,93	0,87	6
CDM	LT	-22,17	2,03	0,98	0,97	5
P1A	LT	47,62	5,41	0,92	0,85	6
P2A	LT	-18,21	15,59	0,92	0,85	6
ANA	LT	115,91	53,23	0,95	0,90	5

Tab. 11 - Variabili correlate, intercetta, pendenza e coefficienti di correlazione di *L. nasus*. *Variables correlated, intercept, slope and correlation coefficients of* L. nasus.

X	Y	a	B	r	r2	n
LT	PE	$3,0x10^{-4}$	2,12	0,99	0,98	10
LF	LT	17,267	1,09	0,99	0,98	10

Discussione e conclusioni

I dati riportati nel presente lavoro consentono di valutare alcuni aspetti riguardanti le catture occasionali degli squali durante la pesca ai grandi pelagici in Adriatico meridionale e nello Ionio settentrionale. Dalle osservazioni sia a bordo che allo sbarco, in entrambe le aree di pesca, si può constatare che l'attrezzo con la maggiore incidenza sulle catture degli squali è sicuramente il long-line per pesce spada (12,3%-20,0% in numero di esemplari). Inoltre, tra gli squali, la specie più frequentemente pescata è certamente *P. glauca* (93,8%-94,2%), seguita da *A. vulpinus* (2,9%-5,8%) e, almeno nello Ionio, da *L. nasus* (3,3%). Quest'ultima specie, infatti, è ritenuta rarissima in Adriatico (Tortonese, 1956). Per quanto riguarda le taglie medie di *P. glauca*, non sembra esserci differenza tra le due aree di pesca. Le distribuzioni delle taglie degli esemplari di *A. vulpinus* e di *L. nasus*, invece, non permettono di fare alcuna considerazione, a causa della limitatissima dimensione dei campioni.

Le osservazioni condotte a bordo sulla vitalità di *P. glauca*, mostrano che la maggiore parte degli esemplari appena issati a bordo (73%-95%) presentano buona vitalità e presumibilmente potrebbero essere rilasciati a mare con buone probabilità di sopravvivenza. In Adriatico meridionale gli squali che presentano buona vitalità risultano percentualmente meno di quelli catturati nello Ionio settentrionale. Ciò probabilmente è dovuto alla maggiore lunghezza del long-line utilizzato in Adriatico (65 Km in Adriatico e 50 Km nello Ionio) che causa una più lunga permanenza dell'animale all'amo e quindi uno stress più prolungato. Il rapporto tra i sessi per *P. glauca*, in entrambe le aree, e per *L. nasus* nello Ionio settentrionale, è nettamente a favore dei maschi, mentre per *A. vulpinus* il complessivo rapporto *m/f* è pari a 1,1.

Ringraziamenti

Gli A.A. ringraziano i Sigg. Annunziata Marinelli, Vincenzo Pesola e Martino Cacucci per la loro collaborazione tecnica prestata in laboratorio ed in campo nel corso della realizzazione del presente lavoro.

Bibliografia

DE METRIO G., PETROSINO G., MONTANARO C., MATARRESE A., LENTI M., CECERE E. (1984) - Survey on summer-autumn population of *Prionace glauca* L. (Pisces, Chondrichthyes) in the Gulf of Taranto (Italy) during the four year period 1978-1981 and its incidence on swordfish (*Xiphias gladius,* L.) and albacore (*Thunnus alalunga,* Bonn) fishing. *Oebalia,* **10**, N.S.: 105-116.

MARANO G., ROSITANI L., UNGARO N., DE ZIO V. (1987) - Cours des prises avec palangre de surface dans l'Adriatique du Sud (cotes Italiennes), triennat 1984–86. *FAO Fisheries Report,* **394**: 112-120.

PRATT H.L. JR., CASEY J.G. (1990) - Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth-parameters. *NOAA Technical Report,* **90**: 97-109.

TORTONESE E. (1956) - *Fauna d'Italia. Leptocardia, Ciclostomata, Selachii.* Volume 2. Ed. Calderini, Bologna: 110 pp.

Il presente lavoro è stato realizzato con il supporto finanziario della Comunità Europea DG XIV – Progetto U.E. No 97/0050/DGXIV/C1

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 346

A.P. KLIMLEY, C.F. HOLLOWAY *

Bodega Marine Laboratory, University of California, Davis, P.O. Box 247
Bodega Bay, California 94923, USA.
apklimley@ucdavis.edu
*Joint Institute for Marine and Atmospheric Research, University of Hawaii,
1000 Pope Road - Honolulu, Hawaii 96822, USA.
holloway@soest.hawaii.edu

SCHOOL FIDELITY AND HOMING SYNCHRONICITY OF YELLOWFIN TUNA, *THUNNUS ALBACARES*

Abstract

Thirty-eight yellowfin tunas (Thunnus albacares) *were tagged with coded ultrasonic beacons between 6 March and 4 December 1996 near two buoys off the western coast of Oahu, Hawaii. Two to four tunas were captured, tagged, and released on the same day in as rapid succession as possible to try to tag members of the same school. Automated "listening" monitors attached to the buoys recorded when these marked individuals entered within a radius < 1.1 km of the buoys during a 13-month period. Twenty-seven of the tunas returned to the site of tagging. The mean number of returns was 4.2 per tuna (maximum = 17) and visits ranged from 1 to 910 min (median = 2.7 min, mean = 40.1 min). The intervals between successive returns varied from 1 to 257 days (median = 3.0 days, mean = 17.4 days). Seventy-three percent of the tunas returned with tunas tagged on the same day, exceeding the frequency of returns of tunas tagged on another day or arriving alone. This social cohesion is supported by the pattern of return visits by five tunas tagged on 6 March at the R monitoring station. Two or more of these tunas arrived together on 24 of 35 days when tagged tunas were detected. All five individuals visited R on 11 April, a month after tagging, three arrived together five months later on 4 August, and three returned six months later on 1 December 1996. Tunas often arrived at the same time of day, e.g., individuals 1 and 3 visited the R monitoring station at 0915 hr on 12 April and at 0900 hr 8 months later. The returns were also site specific. The 22 tunas tagged at R made 182 return visits to R (92.4%) and only 15 visits to K (7.6%), 10 km away. An allegiance of tunas to one school, a predilection for returning to the site of tagging, and precise timing when visiting sites are consistent with tunas having migratory pathways that consist of "way-points" that are visited with temporal regularity.*

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 347-384

G. Relini, F. Biagi, F. Serena, A. Belluscio, M.T. Spedicato, P. Rinelli, M.C. Follesa, C. Piccinetti, N. Ungaro, L. Sion, D. Levi

GRU.N.D. - Gruppo Nazionale Risorse Demersali

I SELACI PESCATI CON LO STRASCICO NEI MARI ITALIANI

SELACHIANS FISHED BY OTTER TRAWL IN THE ITALIAN SEAS

Abstract

Data on Selachians collected from 1985 to 1998 during 22 trawl surveys as part of the Italian national project (GRUND) are presented and discussed. Trawlable bottoms from 5 to 700 (800) m depth in all Italian seas were investigated: 44 species (1 rabbit fish, 17 sharks and 26 skates) were caught by otter trawl. The highest number of species was found in the Strait of Sicily; only six species were common to all seas. Vertical distribution is also considered. For the main species, the number of individuals per hour and kg/h per stratum and per survey are given.

Key words: *Elasmobranchs, trawl survey, geographical and vertical distribution, catch rates, Italian seas, Mediterranean Sea.*

Introduzione

Nel corso delle campagne di pesca a strascico per la valutazione delle risorse demersali che si svolgono dal 1985 nei mari italiani fino ad 800 m di profondità, con campionamento prevalentemente stratificato casuale (Levi 1988, Piccinetti 1988, Relini 1985,1998 a,b) è stata raccolta una notevole mole di dati anche sui Selaci. In base a questi dati è possibile fornire un quadro sulla distribuzione quali / quantitativa, geografica e batimetrica, nonché temporale dei Selaci pescati con lo strascico nei mari italiani. I ricercatori delle singole unità operative sulla scorta dei dati raccolti durante le sopra menzionate campagne a strascico hanno già pubblicato (si veda SIBM 1998 ed in particolare De Ranieri *et al.* 1991, D'Onghia *et al.* 1995, Matarrese *et al.* 1996, Serena *et al.* 1988, Tursi *et al.* 1993, Ungaro *et al.* 1996, 1997) e presentato al 30° Congresso SIBM di Vibo e quindi presenti in questo volume, una considerevole quantità di informazioni sui Selaci dell'area marina di loro competenza (anche per quanto riguarda gli aspetti più prettamente biologici ed ecologici (Baino *et al.* 2000, Belluscio *et al.* 2000, Maiorano *et al.* 2000, Marsan *et al.* 2000, Ragonese *et al.* 2000, Sion *et al.* 2000). Una sintesi delle conoscenze biologiche ed ecologiche sulle specie di Selaci più comunemente pescati con lo strascico nei mari italiani ed intorno alla Corsica è pubblicata nel volume Syndem (Relini *et al.*, 1999). Relini e Piccinetti (1991) avevano fornito una prima lista di pesci e quindi anche di Selaci pescati con lo strascico durante le campagne sperimentali 1985-88 citando 38 Selaci (17 Squaliformi, 20 Raiformi ed 1 Olocefalo). Relini (1995) ricorda per i fondali batiali italiani 42 specie di Selaci di cui 35 pescate anche durante le campagne di pesca a strascico prima del 1994.

Scopo del presente lavoro, svolto nell'ambito del GRU.N.D., è quello di riunire le principali informazioni quali / quantitative sopra ricordate, per metterle a disposizione della comunità scientifica anche in considerazione della scarsità di dati quantitativi rinvenibili nella letteratura mediterranea.

Ove possibile, vengono forniti anche dati di rendimento di cattura per strato e per campagna.

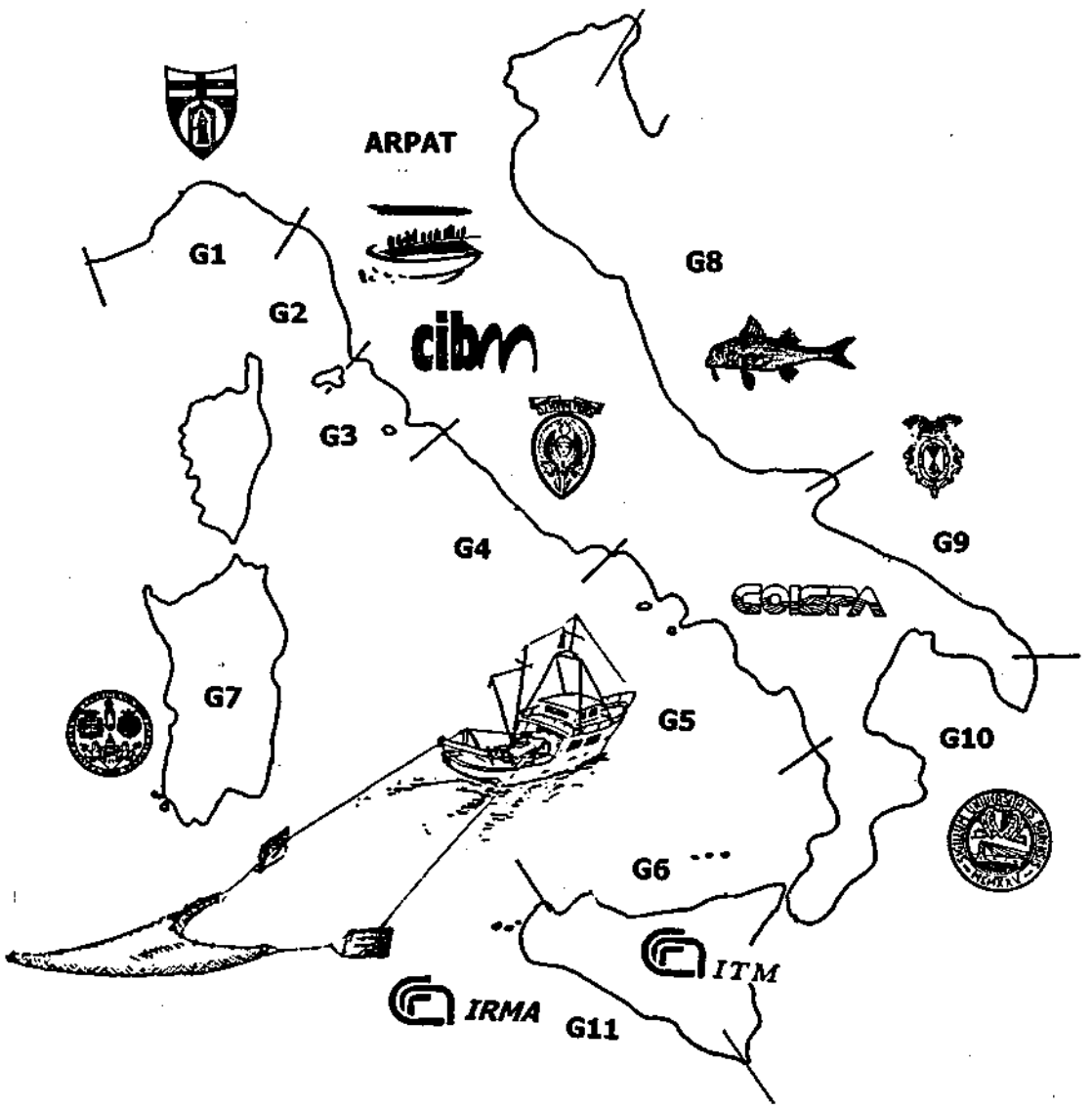


Fig. 1 – Le aree marine studiate dalle 11 Unità Operative del GRU.N.D. durante le campagne per la valutazione delle risorse demersali.
Marine zones studied by the 11 GRU.N.D. Operative Units during trawl surveys.

Viene fatto qualche tentativo di rappresentazione dei dati per grandi zone, alcune delle quali corrispondono alle aree recentemente identificate dalla FAO-CGPM quali Unità di gestione.

Essendo i Selaci, o perlomeno alcune specie, buoni indicatori della qualità dell'ambiente ed in particolare dello stato di sfruttamento dei fondali, il loro monitoraggio nel tempo consente di fornire utili informazioni anche in tal senso (Bonfil 1994, D'Ancona 1934, Holden 1974).

Altri aspetti più prettamente biologici (maturità, accrescimento, nutrizione, etc.), come già accennato, vengono trattati negli interventi delle singole UU.OO.

Materiali e metodi

Le modalità seguite per il campionamento come tempo e disegno sono quelle delle campagne di pesca a strascico nazionali finanziate dal 1985 nell'ambito della legge 41/82 (si veda Relini 1998a, b).

Le aree di competenza delle 11 Unità Operative facenti parte del GRU.N.D. sono riportate in figura 1.

Complessivamente sono state eseguite 22 campagne in mare per un totale di 9281 cale (Tabella 1) suddivise tra le unità, per strato e negli anni:

Tabella 1 – Numero di cale effettuate dalle Unità Operative nei diversi strati e numero di campagne per anno.
Number of hauls per Operative Units/per stratum. Number of surveys in each year.

Strato	UO1	UO2	UO3	UO4	UO5	UO6	UO7	UO8	UO9	UO10	UO11	Totale
0-50	77	123	62	122	108	120	286	494	142	120	143	1797
51-100	79	101	106	106	84	112	331	403	208	104	466	2100
101-200	35	174	132	96	106	86	321	272	196	79	245	1742
201-500	141	135	122	143	184	126	333	71	106	180	305	1846
501-800	170	53	110	129	220	118	370	2	86	198	340	1796
Totale	**502**	**586**	**532**	**596**	**702**	**562**	**1641**	**1242**	**738**	**681**	**1499**	**9281**

1985, 86, 87 due campagne annuali (primavera – estate)
1990 una campagna annuale (autunno)
1991, 92 tre campagne annuali (primavera – estate – autunno)
1993 due campagne annuali (primavera - estate)
1994, 95 due campagne annuali (primavera – autunno)
1996, 97, 98 una campagna annuale (autunno) coordinata con la campagna Meditsit (primavera-estate).

I Selaci sono stati suddivisi per specie, per ognuna delle quali sono stati contati gli individui e sono stati pesati (generalmente per singolo individuo), ove possibile misurati (LT) e divisi per sesso; sono state anche rilevate altre caratteristiche biologiche non trattate in questa nota quali lo stato di maturità, il tipo di alimentazione, parassitosi.

Risultati

Durante le 22 campagne svolte dal 1985 al 1998, sono state catturate 44 specie di Elasmobranchi, 1 Olocefalo, 17 Squaliformi, 26 Raiformi riportati in Tabella 2 in ordine di frequenza (valore percentuale su 22 campagne per ogni U.O. e valore medio tra le 11 UU.OO.). Le prime 8 specie della Tabella 2 hanno una presenza superiore al 45%, però solo 6 specie sono state trovate in tutti i mari durante le campagne. *D. tortonesei* è stata riportata nonostante la validità della specie sia in discussione (Seret e Mc Eachran, 1986).

I rendimenti medi in numero e peso per campagna e per strato limitatamente alle specie più importanti sono riportati nelle tabelle 3-26. Per i rendimenti in numeri è stata riportata solo la prima cifra decimale, per i pesi sono state riportate le prime due cifre decimali; pertanto nelle tabelle compaiono valori 0,0 e 0,00 quando le cifre significative erano alla seconda decimale per i numeri e alla terza decimale per i pesi.

Tab. 2 – Presenza percentuale nelle 22 campagne GRU.N.D. effettuate tra il 1985 ed il 1998 (1 Olocefalo, 17 Squaliformi e 26 Raiformi).

Percent presence in 22 GRU.N.D. surveys carried out from 1985 to 1998.

	% PRESENZA											
Specie	UO1	UO2	UO3	UO4	UO5	UO6	UO7	UO8	UO9	UO10	UO11	MEDIA %
Galeus melastomus Rafinesque, 1810	100,00	95,45	100,00	100,00	100,00	100,00	95,45	27,27	77,27	81,82	50,00	84,30
Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)	90,91	95,45	100,00	95,45	86,36	95,45	95,45	72,73	59,09	72,73	59,09	83,88
Etmopterus spinax (Linnaeus, 1758)	100,00	95,45	100,00	90,91	100,00	95,45	81,82	0,00	72,73	63,64	50,00	77,27
Chimaera monstrosa Linnaeus, 1758	72,73	95,45	81,82	40,91	100,00	54,55	45,45	0,00	59,09	63,64	54,55	60,74
Raja clavata Linnaeus, 1758	31,82	95,45	45,45	90,91	95,45	45,45	59,09	72,73	36,36	4,55	59,09	57,85
Raja asterias Delaroche, 1809	68,18	95,45	63,64	40,91	68,18	45,45	55,00	72,00	40,91	27,27	59,09	57,83
Raja miraletus Linnaeus, 1758	18,18	95,45	50,00	13,64	40,91	63,64	86,36	77,27	31,82	18,18	59,09	50,41
Torpedo marmorata Risso, 1810	54,55	77,27	77,27	18,18	31,82	59,00	41,00	36,36	36,36	50,00	59,09	49,17
Raja oxyrhynchus Linnaeus, 1758	4,55	81,82	36,36	13,64	63,64	72,73	72,73	4,55	4,55	0,00	59,09	37,60
Raja montagui Fowler, 1910	0,00	81,82	59,09	45,45	22,73	9,09	59,09	18,18	13,64	4,55	59,09	33,88
Dalatias licha (Bonnaterre, 1788)	68,18	22,73	50,00	18,18	40,91	9,09	4,55	0,00	40,91	36,36	59,09	31,82
Squalus acanthias Linnaeus, 1758	9,09	72,73	31,82	4,55	18,18	0,00	18,00	77,27	31,82	4,55	22,73	26,43
Centrophorus granulosus (Schneider, 1801)	0,00	27,27	9,09	9,09	36,36	4,55	81,82	0,00	9,09	9,09	59,09	22,31
Mustelus mustelus (Linnaeus, 1758)	18,18	0,00	4,55	9,09	27,27	27,27	§0	68,18	4,55	22,73	59,09	21,90
Myliobatis aquila (Linnaeus, 1758)	0,00	22,73	4,55	22,73	45,45	54,55	22,73	40,91	4,55	4,55	18,18	21,90
Torpedo torpedo (Linnaeus, 1758)	0,00	45,45	4,55	27,27	36,36	27,00	41,00	0,00	0,00	18,18	27,27	20,64
Squalus blainvillei (Risso, 1826)	0,00	27,27	4,55	0,00	54,55	0,00	77,00	4,55	0,00	0,00	59,09	20,64
Scyliorhinus stellaris (Linnaeus, 1758)	9,09	27,27	13,64	4,55	31,82	36,36	0,00	22,73	9,09	0,00	59,09	19,42
Torpedo nobiliana Bonaparte, 1835	0,00	9,09	0,00	4,55	0,00	41,00	36,00	0,00	4,55	27,27	54,55	16,09
Dasyatis pastinaca (Linnaeus, 1758)	0,00	4,55	4,55	0,00	0,00	13,64	45,45	27,27	0,00	13,64	45,45	14,05
Raja circularis Couch,1838	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09	18,18	0,00	45,45	31,82	45,45	13,64
Oxynotus centrina (Linnaeus, 1758)	0,00	22,73	0,00	0,00	27,27	0,00	13,64	4,55	0,00	0,00	40,91	9,92
Raja polystigma Regan, 1923	0,00	18,18	0,00	0,00	4,55	18,18	59,09	0,00	4,55	0,00	4,55	9,92
Raja batis Linnaeus, 1758	0,00	0,00	0,00	0,00	31,82	22,73	0,00	0,00	0,00	4,55	45,45	9,50
Raja alba Lacépède,1803	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	9,09	4,55	59,09	7,85
Dasyatis violacea (Bonaparte, 1832)	0,00	0,00	0,00	4,55	13,64	40,91	0,00	4,55	0,00	0,00	4,55	6,20
Heptranchias perlo (Bonnaterre, 1788)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	4,55	0,00	0,00	0,00	59,09	6,20
Mustelus asterias Cloquet, 1821	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,73	0,00	0,00	45,45	6,20
Raja melitensis Clark, 1926	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,00	5,36
Hexanchus griseus (Bonnaterre, 1788)	0,00	0,00	22,73	13,64	0,00	9,09	4,55	0,00	0,00	0,00	4,55	4,96
Raja fullonica Linnaeus, 1758	0,00	31,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09	0,00	3,72
Raja radula Delaroche, 1809	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,64	0,00	0,00	0,00	22,73	3,31
Raja brachyura Lafont, 1873	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	18,18	0,00	0,00	0,00	9,09	2,89
Mustelus punctulatus Risso, 1826	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,18	0,00	0,00	4,55	2,48
Raja naevus Muller & Hente, 1841	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,64	0,00	0,00	0,00	9,09	2,07
Pteromylaeus bovinus (Geoffroy Saint-Hilarie, 1817)	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	§0	0,00	0,00	13,64	0,00	1,65
Centrophorus uyato (Rafinesque, 1788)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,10	0,83
Dasyatis centroura (Mitchill, 1815)	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83
Raja rondeleti Bougis, 1959	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83
Raja undulata Lacépède,1802	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	0,82
Mobula mobular (Bonnaterre, 1788)	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82
Squatina squatina (Linnaeus, 1758)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	§0	0,00	0,00	0,00	4,50	0,41
Dasyatis tortonesei Capapè, 1977	-	-	-	-	-	-	§0	-	-	-	-	-
Galeorhinus galeo (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	§0	-	-	-	-	-
N° specie per U.O.	13	24	22	21	23	24	33	19	20	22	37	

§: specie pescate dalla U.O.7 per le quali non sono disponibili i dati dei rendimenti.

Tab. 3 – *Galeus melastomus*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Galeus melastomus*: average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	101-200									2,3	0,35												
p85	201-450	45,1	3,46	14,7	6,74	11,3	0,18	1,6	0,50	27,3	1,28	2,0	0,46	0,6	0,02					71,8	3,95		
p85	451-700	55,9	12,85	51,3	4,78	5,6	0,82	14,6	2,30	7,4	0,48	1,0	0,23	6,9	0,45					109,7	8,21		
e85	201-450	35,7	2,70	49,5	2,69	9,5	0,15			16,9	0,65	2,0	0,33	10,1	0,54			24,0	3,24	6,9	0,39		
e85	451-700	75,0	12,18	122,5	6,23	5,6	0,22	13,8	3,40	1,7	1,35	1,0	0,32	4,5	0,21			55,0	11,58	177,4	7,21		
p86	101-200					0,9	0,40																
p86	201-450	1,0	0,17	17,1	1,61	49,4	2,59			39,5	2,40	4,0	0,58	13,4	0,48			7,0	0,52	30,1	0,72		
p86	451-700	15,9	3,35	1,8	0,48	6,4	0,74	16,5	4,30	35,5	3,82	1,0	0,43	18,6	1,23			33,0	5,74	36,3	1,52		
e86	101-200																	0,7	0,28				
e86	201-450	4,3	3,65	22,2	0,73	45,7	1,16			8,6	0,82	1,0	0,23					17,0	3,82	0,1	0,00		
e86	451-700	48,1	8,23	72,0	3,72	21,8	1,52	64,5	12,70	1,2	0,13	5,0	1,25	33,2	1,51			34,0	8,79	144,1	6,28		
p87	101-200			0,1	0,02	0,2	0,10																
p87	201-450	19,4	1,83	92,6	5,75	31,8	3,65	1,0	0,20	66,9	3,98	5,0	1,33					6,0	0,75	63,4	1,77		
p87	451-700	15,1	2,78	48,5	7,44	11,9	3,12	27,7	3,65	28,7	2,63	5,0	1,50					22,0	5,65	60,9	4,75		
e87	101-200	0,7	0,07																				
e87	201-450	17,8	2,57			84,5	3,58			41,4	2,29	2,0	0,73	60,6	2,16								
e87	451-700	38,3	5,84			6,6	0,91	1,8	1,85	62,8	7,66	3,0	1,60	20,2	1,33		0,17						
a90	101-200																					29,7	0,67
a90	201-450	57,5	1,71	65,8	3,09	17,7	1,45	14,5	2,21	3,1	1,79	27,0	5,43					9,0	0,91	40,8	1,83	60,8	4,16
a90	451-700	24,5	4,57	29,5	2,92	51,8	3,69	5,5	3,36	27,6	3,58	3,0	3,20	4,3	0,29			24,0	7,20			50,2	7,15
p91	101-200																	0,5	0,10				
p91	201-450	17,2	2,17	30,8	1,49	21,7	1,14	1,1	0,35	36,4	1,63	4,0	0,43	60,2	3,26			36,0	0,85	20,5	0,84		
p91	451-700	24,1	4,42	12,0	2,00	77,8	11,25	27,3	4,20	6,9	1,38	2,0	0,28	116,1	7,81			37,0	2,47	112,9	4,10		
e91	101-200																					5,0	0,22
e91	201-450	0,3	0,30	58,9	2,45	9,2	0,46	2,1	0,40	12,3	0,25	4,0	1,44	276,4	6,33							30,4	2,48
e91	451-700	15,6	2,96	16,9	2,29	35,0	1,79	34,0	6,60	2,0	1,76			394,9	26,08							28,5	6,44
a91	101-200													18,3	0,11			0,5	0,30			19,1	0,40
a91	201-450	0,8	0,80	35,6	0,84	23,3	1,14	26,0	0,93	2,7	0,45	26,0	4,18	44,2	2,39			88,0	3,90	94,9	4,10	52,2	4,31
a91	451-700	2,7	0,72	25,4	3,33	71,8	4,45	11,0	3,96	17,1	2,50	3,0	3,46	322,3	14,66			61,0	4,80	82,0	4,71	43,0	9,07
p92	101-200																					35,6	0,52
p92	201-450	0,1	0,60	61,6	2,58	16,8	1,82	3,9	2,60	3,5	0,64	5,0	0,63	722,6	25,75			2,0	0,24			59,6	4,18
p92	451-700	3,3	0,47	37,4	7,53	16,7	2,80	8,9	2,60	9,3	1,10	3,0	0,45	280,3	18,87			147,0	28,78	117,2	10,80	24,7	4,87
e92	201-450			39,8	1,11	11,7	0,49	0,3	0,80	6,7	0,93	5,0	0,70	122,3	6,61								
e92	451-700	2,5	0,18	33,4	4,85	18,7	2,51	2,8	4,30	12,8	0,84	2,0	0,23	165,7	7,53								
a92	101-200																	0,7	0,48				
a92	201-450	3,5	0,56	71,1	2,02	21,8	0,90	3,0	6,87	44,0	4,90	19,0	3,80	190,8	6,80			233,0	9,10	121,3	3,76		
a92	451-700	2,0	0,70	71,0	9,03	23,7	3,92	1,5	4,10	2,3	0,46	29,0	3,41	144,9	9,76			98,0	6,20	271,7	12,07		
p93	201-450	3,0	0,11	31,7	0,26	2,8	0,69	1,6	0,20	5,8	2,33	26,0	1,81	245,9	5,63			71,0	1,70	96,1	1,66		
p93	451-700	4,1	0,58	25,9	4,22	35,2	3,10	4,7	2,30	9,4	0,60	36,0	4,13	210,9	14,19			118,0	1,61	26,2	1,46		
e93	201-450	72,6	0,58	155,0	2,42	2,7	0,16			58,1	1,20	5,0	0,68	193,3	4,42								
e93	451-700	32,0	4,70	58,3	7,57	43,0	3,75	43,2	13,23	5,1	0,19	3,0	0,40	55,9	3,69								
p94	101-200																					0,8	0,12
p94	201-450	123,4	4,90	33,0	1,77	41,1	1,87	25,1	1,20	22,8	0,80	1,0	0,16	538,1	10,45			11,0	2,43	11,5	0,33	32,3	0,56
p94	451-700	13,9	2,15	54,4	4,55	25,5	4,60	21,8	4,95	25,8	2,73	1,0	0,30	194,5	8,23			218,0	9,98	35,4	4,17	51,9	6,51
p94	<800																					9,6	3,00
a94	101-200													0,3	0,10			0,2	0,20				
a94	201-450	66,6	4,88	117,2	6,32	72,6	2,67	19,5	1,96	12,8	6,49	2,0	0,17	186,1	4,87	89,5	1,83	69,0	4,19	97,4	2,20	28,8	0,81
a94	451-700	25,4	3,71	37,7	4,67	14,4	5,27	38,6	6,50	112,8	14,16	1,0	0,80	64,9	4,21			14,0	3,47	58,8	4,83	62,2	7,06
a94	<800																					4,8	1,35
p95	201-450	17,8	0,77	46,3	2,48	55,9	2,61	7,1	1,70	59,0	1,90	1,0	1,26	357,8	13,90	3,5	0,88	12,0	0,57	3,0	0,28	36,9	0,97
p95	451-700	58,8	11,10	12,4	0,88	2,7	2,98	133,8	14,50	6,8	5,74	6,0	1,31	81,7	6,43			49,0	2,71	86,8	11,12	71,5	6,85
p95	<800																					10,7	3,40
a95	101-200																	0,8	0,10			0,1	0,00
a95	201-450	31,0	2,76	9,0	0,59	15,6	1,00	32,4	7,50	92,4	3,78	1,0	0,10	315,7	11,00	2,0	0,11	59,0	1,19	28,8	0,53	24,6	0,82
a95	451-700	33,3	5,37	60,2	5,21	18,7	3,36	83,7	22,60	28,6	2,94	18,0	2,90	182,9	14,69			21,0	5,44	31,3	1,53	50,8	5,78
a95	<800																					8,7	2,46
a96	101-200							0,3	0,08							0,3	0,20	0,1	0,10				
a96	201-500	214,0	5,57	115,8	5,78	38,3	1,37	27,9	1,46	74,5	4,52	14,0	1,76	233,6	5,35	0,4	0,56	37,0	1,28	49,6	1,87	16,2	0,31
a96	501-800	23,9	4,32	58,6	9,92	21,4	2,86	18,6	3,44	41,9	5,50	16,0	1,87	156,1	10,31			66,0	6,40	116,7	4,76	46,6	8,12
a97	101-200													0,1	0,00	0,9	0,50						
a97	201-500	81,5	3,40	85,5	4,68	29,9	0,99	38,6	2,50	1,1	7,23	28,0	1,90	180,1	6,42	1,3	0,24	7,0	0,30	28,7	0,73	0,8	0,03
a97	501-800	43,9	7,94	99,3	8,54	32,1	4,46	19,5	15,52	65,4	11,19	37,0	4,22	114,5	7,71			83,0	8,19	95,1	6,37	26,7	4,39
a98	101-200					0,2	0,48	1,2	0,23					0,5	0,10			0,8	0,18				
a98	201-500	35,0	2,25	81,3	6,47	47,4	2,29	7,8	4,14	118,6	9,76	8,0	0,56	114,3	6,18			12,0	0,52	9,5	0,64	5,8	0,24
a98	451-800	42,2	8,46	110,1	15,36	11,7	12,57	85,8	11,88	67,8	9,56	14,0	2,42	257,3	11,70			61,0	7,10	71,7	5,89	15,0	2,53

Tab. 4 – *Scyliorhinus canicula*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Scyliorhinus canicula*: average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50			0,4	0,01												0,18						
p85	51-100			2,4	0,79									6,2	0,67	0,7	0,07						
p85	101-200	0,6	0,11	50,5	7,12	4,7	0,44	1,5	0,23			1,5	0,46	99,8	7,05	1,3	0,21			1,0	0,43		
p85	201-450	1,2	0,05	49,6	1,96	67,5	1,89	1,2	0,02	4,7	0,41	0,5	0,13	0,2	0,01					2,7	0,05		
p85	451-700			1,5	0,38			0,2	0,21														
e85	0-50															0,3	0,08						
e85	51-100			16,7	2,11									1,3	0,27		0,56						
e85	101-200	0,6	0,15	58,9	4,47	0,1	0,00	0,4	0,12	1,0	0,25	1,3	0,35	1,4	0,53	0,1	0,01			0,2	0,05		
e85	201-450	0,2	0,06	91,2	9,96	0,5	0,04	4,5	0,17	1,6	0,18	0,5	0,15							0,5	0,13		
e85	451-700			1,1	0,12			0,2	0,25														
p86	0-50			0,1	0,05											0,2	0,03						
p86	51-100			25,9	5,61	0,4	0,14							14,8	3,10	1,8	0,28			0,4	0,15	24,5	4,10
p86	101-200			59,5	8,88	6,4	0,85	0,1	0,10			1,8	0,43	68,1	5,70	0,4	0,02					27,9	2,48
p86	201-450	1,3	0,18	59,0	5,13	14,9	0,53	1,7	0,03	6,8	0,49									0,1	0,01	20,7	1,60
p86	451-700			0,9	0,20					0,1	0,01												
e86	51-100			4,2	1,08																	22,8	2,68
e86	101-200	1,0	0,93	30,2	4,14	11,0	0,10			0,1	0,01	1,5	0,37									34,9	2,81
e86	201-450			15,6	0,76	1,3	0,23	4,2	0,15	1,8	0,35									0,1	0,02	4,7	0,63
e86	451-700					1,0	0,11																
p87	0-50															0,2	0,04						
p87	51-100			0,8	0,24	0,3	0,03										0,02						
p87	101-200			47,6	7,31	11,4	1,53	0,6	0,03			6,8	2,33	7,5	0,62		0,09			0,6	0,41		
p87	201-450			54,8	3,68	8,7	0,28	15,1	0,44	6,8	0,55												
p87	451-700																			1,0	0,21		
e87	0-50															0,3	0,10						
e87	51-100					0,2	0,07										0,14						
e87	101-200					4,7	0,64					2,2	0,51	4,3	0,27	0,0	0,01						
e87	201-450	8,4	0,44			1,0	0,08	3,0	0,12	5,3	0,38	1,3	0,40	6,1	0,32								
a90	0-50													10,8	2,36		0,09						
a90	51-100			1,9	0,53	7,3	1,10	2,8	0,39			1,7	0,40	11,0	1,18		0,79	0,1	0,04			52,7	5,42
a90	101-200			33,2	4,55																	61,4	5,00
a90	201-450	10,1	0,11	36,5	1,96	2,2	0,10			1,5	0,08							0,4	0,16	1,2	0,03	9,8	1,22
a90	451-700													0,0	0,01							0,2	0,05
p91	51-100							2,7	0,33			1,3	0,50	2,4	0,44			0,8	0,14	0,1	0,01		
p91	101-200			40,0	4,76																		
p91	201-450			85,9	1,97	0,3	0,00			0,5	0,17	2,0	0,53	8,7	0,46			1,7	0,18				
p91	451-700													0,2	0,01								
e91	0-50			0,1	0,01									0,9	0,20								
e91	51-100	0,1	0,05	1,0	0,16			0,6	0,09					25,4	5,29							11,7	2,36
e91	101-200			25,5	3,33																	7,5	0,80
e91	201-450	5,3	0,30	81,0	1,62	4,8	0,09			2,1	0,35	0,7	0,27	142,3	7,67							3,6	0,47
e91	451-700					1,8	0,04			0,5	0,06			9,3	1,52							0,1	0,01
a91	51-100			0,4	0,08	4,6	0,68					0,7	0,21	9,3	1,93			0,1	0,05			41,8	4,22
a91	101-200			51,4	6,44																	7,4	0,99
a91	201-450	5,6	0,44	50,7	1,48	10,6	0,29	0,4	0,06			0,3	0,05	9,3	0,50			9,0	0,97	0,2	0,07	19,9	2,25
a91	451-700					0,2	0,02											1,2	0,00				
p92	0-50													1,9	0,28								
p92	51-100					16,8	2,00					0,7	0,23	47,7	2,96			0,0	0,00			24,8	2,20
p92	101-200			15,8	2,70																	28,4	2,74
p92	201-450	30,6	1,01	23,0	1,35	3,7	0,49	0,3	0,03	0,3	0,08	1,0	0,43	189,5	9,98			0,5	0,15	0,3	0,05	8,6	1,02
p92	451-700					0,2	0,67			0,1	0,04			32,7	1,23								
e92	0-50													0,4	0,08	0,7	0,20						
e92	51-100			1,0	0,15	1,5	0,18							42,7	3,02		0,74						
e92	101-200			12,2	1,79												0,06						
e92	201-450	4,6	0,05	40,7	1,51	3,3	0,08			0,7	0,07	2,0	0,65	120,0	6,47								
e92	451-700									0,3	0,05			6,7	1,10								
a92	0-50			0,2	0,05									0,3	0,12		0,54						
a92	51-100			3,4	0,74	1,1	0,25	0,2	0,42			0,3	0,13	113,0	12,13		0,90	0,8	0,27				
a92	101-200			34,3	4,36																		
a92	201-450	39,8	1,23	306,3	6,34	1,0	0,04	0,6	0,08					46,0	3,26			7,7	0,76	0,4	0,01		
a92	451-700													5,6	0,92								
p93	0-50															0,5	0,11						
p93	51-100					8,7	0,75	0,1	0,10					52,9	9,86		0,23	0,2	0,01	0,1	0,04		
p93	101-200			51,5	7,08											0,0	0,01						
p93	201-450	18,5	0,55	39,1	1,78	0,5	0,03			0,3	0,08	1,7	1,03	41,2	2,62			1,2	0,30	0,1	0,02		
p93	451-700	0,4	0,05					4,0	0,90	0,4	0,06			14,2	0,54			0,2	0,02				
e93	51-100	0,1	0,08			4,0	0,58	0,4	0,40					7,6	0,53								
e93	101-200			44,8	6,06																		
e93	201-450	32,2	0,89	17,4	1,68	0,5	0,07			0,6	0,14	1,0	0,48	41,2	2,17								
e93	451-700					0,2	0,01			0,1	0,01			13,0	0,49								
p94	0-50															0,4	0,09						
p94	51-100			0,7	0,19									10,5	1,16	0,5	0,10	0,2	0,03			27,1	4,62
p94	101-200	24,0	3,25	13,8	2,46	0,3	0,10	1,4	0,33			0,2	0,08	54,9	3,05	0,0	0,01	3,8	0,62	8,8	0,06	92,9	6,17
p94	201-450	5,2	0,59	42,8	1,42	9,1	0,46	0,8	0,20	5,3	0,30	0,2	0,05	33,4	2,32			5,0	1,48	0,5	0,01	35,2	1,98
p94	451-700									0,2	0,02			16,6	2,36							1,6	0,31
a94	0-50													4,1	0,87	0,7	0,26						
a94	51-100	0,7	0,15	19,6	3,32									21,5	3,50	0,2	0,04					14,8	2,45
a94	101-200	21,5	2,83	22,8	3,37	0,5	0,04	1,9	0,25					68,2	5,59	1,5	0,10	1,0	0,24	0,1	0,05	2,1	0,64
a94	201-450	0,2	0,06	23,1	0,84	9,3	0,69	5,2	0,67					75,2	3,33	0,8	0,03			1,2	0,07	29,8	2,35
a94	451-700													2,9	0,13							0,5	0,12
p95	0-50													3,9	0,72	0,2	0,05					0,1	0,01
p95	51-100			3,0	0,52									31,1	1,61	0,8	0,14					26,8	4,79
p95	101-200	3,5	0,80	18,7	2,94	3,4	0,25	2,4	0,29			1,3	0,45	36,4	3,80	0,1	0,01	2,9	0,51			20,5	1,73

Segue Tab. 4

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p95	201-450	4,6	0,22	136,0	3,20	6,5	0,38	1,5	0,30	2,5	0,45			109,5	5,13	0,4	0,05	2,2	0,28	3,7	0,09	39,7	2,33
p95	451-700			1,3	0,03									1,4	0,20							1,8	0,32
a95	0-50													0,1	0,00	0,2	0,03						
a95	51-100			7,2	1,50									17,7	2,85	0,8	0,20					45,4	7,17
a95	101-200	9,0	0,75	12,9	2,24	3,5	0,45	3,5	0,50			0,5	0,20	25,1	2,49	1,2	0,05	2,0	0,45			6,1	0,52
a95	201-450	0,6	0,08	58,6	1,37	21,3	1,62	1,9	0,20	0,3	0,06	1,8	0,51	94,2	3,46			0,7	0,15	0,1	0,00	29,8	2,32
a95	451-700													0,3	0,04							2,0	0,31
a96	0-50													0,3	0,07	0,3	0,06						
a96	51-100			40,1	0,97									22,1	2,38	5,0	0,55					79,3	10,29
a96	101-200	9,3	2,00	22,5	3,33	0,5	0,11	1,9	0,38					71,7	6,00	3,1	0,07	0,3	0,06			5,1	0,84
a96	201-500	5,5	0,69	38,2	1,63	1,8	0,26	0,4	0,08	1,2	0,18	1,3	0,27	58,6	3,72			0,2	0,06			15,6	1,33
a96	501-800					0,2	0,05			0,1	0,02	1,0	0,30	1,1	0,35			0,1	0,03				
a97	0-50													0,7	0,14	0,7	0,14						
a97	51-100	0,4	0,12	8,7	1,50									10,1	2,10	12,6	1,15					12,6	5,11
a97	101-200	4,3	1,10	34,2	5,34	0,5	0,05	0,5	0,12					72,4	5,12	0,1	0,00	0,4	0,12			17,9	5,32
a97	201-500	34,0	2,08	24,7	1,69	2,7	0,14	2,7	0,25	1,5	0,16			61,5	3,32	0,3	0,10	1,8	0,28			6,2	3,04
a97	501-800							0,1	0,00			2,2	0,67	6,2	1,02							0,3	0,33
a98	0-50													0,8	0,11	0,7	0,18						
a98	51-100	0,2	0,07	5,7	0,91									13,1	2,43	11,0	1,08					21,4	4,59
a98	101-200	3,3	0,87	19,8	3,78			0,5	0,10	0,1	0,02	0,2	0,06	99,3	6,16	0,5	0,02	0,7	0,19	0,2	0,07	12,0	5,88
a98	201-500	7,3	0,61	21,1	1,75	3,5	0,08	3,4	0,33	0,6	0,14			31,1	1,64	0,8	0,05	2,3	0,06	0,1	0,00	7,8	3,26
a98	501-800					0,1	0,02					1,5	0,45	0,4	0,01					0,0	0,02	0,2	0,40

Tab. 5 – *Dalatias licha*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Dalatias licha: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	101-200									0,5	0,10										
p85	201-450																				
p85	451-700	0,4	0,49																		
e85	201-450	0,5	0,01																		
e85	451-700	0,3	0,16															0,1	0,05		
p86	101-200																			0,1	0,02
p86	201-450																			0,1	0,07
p86	451-700	0,3	0,34							0,1	0,04									0,2	0,31
e86	201-450																			0,1	0,04
e86	451-700	0,3	0,21			0,4	0,08													0,5	0,56
p87	451-700	0,1	0,02							0,1	0,67										
e87	201-450									0,1	0,73										
e87	451-700	0,2	0,04																		
a90	201-450																			0,1	0,20
a90	451-700	0,2	0,06			0,3	0,05									0,2	0,67			0,1	0,12
p91	451-700	0,1	0,02			0,5	0,12									0,7	0,15	0,5	0,19		
e91	451-700	0,1	0,05																	0,1	0,17
a91	201-450																			0,1	0,03
a91	451-700					0,3	0,06			0,1	0,08									0,1	0,38
p92	451-700	0,3	0,07	0,3	0,10	0,2	0,04									0,2	0,06			0,1	0,11
e92	451-700	0,5	0,11			0,2	0,04														
a92	451-700															0,5	0,20	0,4	0,11		
p93	451-700	0,2	0,04													1,0	0,22				
e93	451-700					0,2	0,05														
p94	201-450															0,2	0,15				
p94	451-700					0,8	0,30					0,2	0,02			0,2	0,03			0,1	0,18
a94	201-450															0,2	0,06			0,1	0,15
a94	451-700			0,3	0,05													0,2	0,05	0,3	0,34
a94	<800																			0,3	0,17
p95	451-700							0,9	1,50	0,2	0,20										
p95	<800																			0,3	0,48
a95	201-450																			0,0	0,02
a95	451-700					0,3	0,89	0,2	0,12					0,1	0,01	0,2	0,95	0,1	0,03	0,2	0,47
a95	<800																			0,3	1,50
a96	201-500																	0,1	0,01		
a96	501-800	0,2	0,05	0,2	0,22			0,2	0,05	0,0	0,02					0,4	0,10	0,2	0,07	0,1	0,30
a97	201-500	0,1	0,02	0,1	0,02																
a97	501-800	0,1	0,04	0,4	0,32	0,4	0,76	0,2	0,56	0,3	0,74	0,5	0,83					1,1	0,02	0,1	0,28
a98	501-800	0,1	0,02	1,0	0,62	0,4	0,99			0,1	0,14							0,2	0,04	0,2	0,35

Tab. 6 – *Etmopterus spinax*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Etmopterus spinax*: average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	201-450	28,4	0,60	42,0	0,75			4,4	0,11	36,2	0,46	3,0	0,38	2,3	0,10						
p85	451-700	11,2	0,77	46,7	0,88	5,0	0,21	11,2	0,80	23,4	0,55	13,0	1,05	9,2	0,32						
e85	201-450			19,6	0,37					1,0	0,02	2,0	0,23								
e85	451-700	20,8	1,20	10,0	0,54	0,8	0,06	1,4	0,15	7,1	0,55	7,0	0,72	0,5	0,02			0,3	0,00		
p86	201-450	4,9	0,17	8,3	0,39	3,6	0,13			35,9	0,57	3,0	0,48			1,7	0,06				
p86	451-700	2,9	0,28	2,4	0,25	16,4	0,64	5,6	0,76	11,9	0,66	13,0	1,27			9,0	0,40				
e86	201-450	1,8	0,10	7,1	0,15							3,0	0,56			3,0	0,07	0,1	0,02		
e86	451-700	11,3	1,10	37,8	0,55	24,8	0,86	7,2	1,00	16,7	0,94	11,0	1,47			3,0	0,21				
p87	201-450	15,4	0,33	9,6	0,39	11,8	0,17			21,5	0,30	2,0	0,42			0,3	0,02				
p87	451-700	2,6	0,17	7,6	0,55	2,8	0,18	8,8	1,20	19,4	0,64	6,0	1,02			9,0	0,62				
e87	201-450	1,6	0,11			0,7	0,01			4,4	0,13	4,0	0,16	9,6	0,48						
e87	451-700	10,5	0,45					1,3	0,20	24,9	1,41	8,0	1,07	6,9	0,24						
a90	101-200																			0,1	0,01
a90	201-450	0,2	0,02							1,5	0,05	4,0	0,44							9,6	0,46
a90	451-700	5,4	0,60	3,7	0,18	15,0	0,54	1,5	0,25	9,6	0,32	13,0	1,16			0,3	0,04			14,1	1,06
p91	201-450	14,6	0,83	1,2	0,02	1,2	0,03			23,6	0,58					3,0	0,11	0,3	0,00		
p91	451-700	6,4	0,67	9,5	1,10	28,8	0,68	1,3	4,20	19,4	0,98	8,0	1,03	28,5	1,00	31,7	0,86	8,0	0,26		
e91	201-450	0,8	0,08					0,8	0,40			4,0	1,22	177,2	5,93					8,3	0,19
e91	451-700	3,0	0,34	4,3	0,38	5,2	0,19	4,3	6,60	13,1	0,61	6,0	1,83							5,2	0,64
a91	101-200																			3,9	0,08
a91	201-450	0,1	0,01					26,0	0,93	5,5	0,10	3,0	0,66			4,6	0,13			31,2	1,38
a91	451-700	1,3	0,23	9,6	0,67	18,7	0,75	2,3	3,96	10,3	0,65	10,0	0,85	27,7	0,97	6,0	0,08	2,3	0,09	9,0	0,91
p92	201-450											6,0	0,72	12,6	0,25					29,0	1,43
p92	451-700	2,8	0,43	25,8	1,64	4,3	0,15	1,5	2,02	9,5	0,54	10,0	1,80	198,4	6,64	7,0	0,36	35,2	1,18	12,9	1,06
e92	201-450									3,5	0,17	4,0	0,50	0,6	0,03						
e92	451-700	5,5	0,46	7,3	0,37	14,3	0,53	0,8	0,01	4,6	0,31	5,0	0,58	106,3	2,13						
a92	101-200															1,5	0,06				
a92	201-450	0,5	0,40							27,5	0,35	2,0	0,22			3,5	0,13				
a92	451-700	1,7	0,19	16,5	1,16	12,3	0,13	1,0	0,07	4,6	0,26	11,0	2,37	4,6	0,13	53,0	1,33	11,7	0,29		
p93	201-450	0,1	0,01							3,6	0,08			2,0	0,16	12,0	0,70	7,1	0,23		
p93	451-700	3,8	0,34	2,3	0,23	4,8	0,14			8,4	0,69	7,0	1,00	82,4	2,41	40,0	1,13	12,0	0,48		
e93	201-450									11,0	0,30	3,0	0,37	80,6	2,36						
e93	451-700	2,7	0,40	12,6	0,70	7,3	0,67			7,0	0,61	5,0	0,57								
p94	101-200													12,2	0,30						
p94	201-450			3,9	0,11	10,3	0,41	1,3	0,03			2,0	0,33			0,3	0,02	1,0	0,08		
p94	451-700	2,3	0,25	16,0	0,90	11,9	0,16	4,5	2,90	15,8	0,97	9,0	0,66	23,4	0,86	37,0	1,51	11,2	0,46	14,8	0,88
p94	<800																			2,2	0,32
a94	201-450	6,2	0,08	7,6	0,10					33,8	0,73			6,4	0,14	4,2	0,09	2,2	0,02	0,2	0,02
a94	451-700	8,1	0,67	14,3	0,98	5,9	0,26	2,9	0,05	11,7	0,43			16,7	0,86	6,0	0,17	8,0	0,27	6,5	0,56
a94	<800																			4,1	0,51
p95	101-200													0,1	0,00						
p95	201-450	0,2	0,00	39,3	0,99			2,2	0,04	25,3	0,33	4,0	1,38	20,2	0,57	9,6	0,30	2,2	0,18	1,5	0,03
p95	451-700	12,2	0,90	10,4	0,21	2,0	0,07	17,4	1,96	69,8	1,89	8,0	1,38	15,2	0,76	50,0	1,37	51,3	1,16	15,6	0,70
p95	<800																			4,9	0,46
a95	201-450	13,8	0,32	18,7	0,87					3,3	0,04	3,0	0,37	31,1	0,81	6,0	0,06	0,1	0,00	0,6	0,08
a95	451-700	9,7	0,74	13,0	0,46	5,9	0,30	18,6	1,36	5,4	0,32	19,0	2,25	30,0	1,10	6,5	0,34	6,4	0,28	3,4	0,30
a95	<800																			9,7	1,27
a96	101-200																	0,2	0,00		
a96	201-500	6,0	0,40	10,6	0,17	1,4	0,03	0,1	0,00	22,9	0,68	1,0	0,01	0,1	0,01	5,0	0,13	9,5	0,17	0,8	0,08
a96	501-800	3,3	0,32	5,8	0,53	11,3	0,63	8,5	0,54	6,4	0,35	6,0	0,77	25,7	0,75	26,4	0,46	11,1	0,32	10,1	0,83
a97	101-200													0,8	0,04						
a97	201-500	0,9	0,06	9,2	0,43					3,5	0,12			0,2	0,00	0,1	0,00	0,1	0,00	0,4	0,02
a97	501-800	5,7	0,47	8,3	0,55	15,7	0,88	26,3	1,22	0,3	0,35	17,0	3,53	27,1	0,91	3,7	0,18	21,6	0,71	5,6	0,47
a98	201-500	1,6	0,11	11,5	0,48	2,5	0,13	4,7	0,10	9,2	0,26	8,0	0,56	0,9	0,04	2,3	0,02	0,4	0,01	6,1	0,23
a98	501-800	4,8	0,58	48,9	2,93	28,6	2,19	12,0	0,80	10,0	0,58	14,0	2,42	21,6	0,76	12,3	0,38	63,7	0,85	3,9	0,28

Tab. 7 – *Chimaera monstrosa*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Chimaera monstrosa*: average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	201-450	14,5	1,47	20,0	0,81							0,3	0,14								
p85	451-700	4,1	0,62	19,3	1,12	1,6	0,03	0,6	0,07	0,2	0,05							1,0	0,18		
e85	201-450			8,4	0,20							0,2	0,05								
e85	451-700	7,2	1,41	8,3	0,74	0,2	0,00			0,8	0,08							2,1	0,68		
p86	201-450	2,4	0,16	7,3	0,26					0,1	0,01	0,3	0,07					0,4	0,05		
p86	451-700	1,3	0,36			3,2	0,66			1,3	0,49							0,2	0,09	0,1	0,09
e86	201-450	0,8	0,09									0,7	0,10								
e86	451-700	5,5	0,88	1,1	0,21					0,2	0,09							0,6	0,33		
p87	201-450	1,1	0,05	6,6	0,60					0,4	0,01										
p87	451-700	1,1	0,43	14,5	3,53	1,4	0,06	0,3	0,20	8,4	0,19										
e87	201-450	0,5	0,07							0,1	0,07			1,1	0,13						
e87	451-700	1,6	0,36							1,8	0,29			0,0	0,00						
a90	101-200																			0,1	0,05
a90	201-450	3,8	0,28															0,6	0,05	0,7	0,24
a90	451-700	0,2	0,11	1,7	0,34	1,8	0,06			0,3	0,14					0,5	0,02			1,5	0,26
p91	201-450	1,7	0,04							0,3	0,09	0,7	0,15			2,0	0,29				
p91	451-700			4,0	1,10					0,8	0,06					13,0	2,77	0,3	0,01		
e91	201-450	6,0	0,20	0,1	0,06							0,3	0,11							1,3	0,24
e91	451-700	0,3	0,11	1,7	0,70	0,2	0,02			2,5	0,50									1,7	0,57
a91	201-450									0,2	0,03					1,0	0,69			2,5	0,71
a91	451-700			2,7	0,43	0,2	0,01			0,4	0,05					9,0	0,79			2,2	0,65
p92	201-450											0,3	0,22	1,6	0,03	0,7	0,02			1,5	0,35
p92	451-700			4,1	1,34	3,3	0,08			2,3	0,50			0,7	0,11	16,0	2,03	3,5	0,21	4,8	0,79
e92	201-450											0,3	0,22								
e92	451-700			0,5	0,06					0,9	0,18										
a92	101-200															1,0	0,64				
a92	201-450															5,4	0,44				
a92	451-700			5,0	0,85	0,5	0,11			0,5	0,06					22,0	1,82	0,4	0,01		
p93	201-450															1,4	0,02	0,1	0,01		
p93	451-700			0,9	0,28	0,8	0,04			0,7	0,10			0,4	0,07	61,0	2,36	0,2	0,01		
e93	201-450									0,6	0,26	0,3	0,10								
e93	451-700	0,2	0,07	7,1	1,48	4,2	0,35			1,3	0,09										
p94	201-450			1,1	0,13							0,2	0,02							0,2	0,16
p94	451-700			0,4	0,24	0,5	0,05	0,2	0,04	0,5	0,03			0,2	0,01	8,0	3,02	2,3	0,31	2,6	0,61
p94	<800																			1,6	0,15
a94	201-450					0,2	0,07									0,4	0,50	0,1	0,00	0,2	0,18
a94	451-700	0,2	0,14	9,0	0,57	0,5	0,01	0,4	0,01	1,7	0,14			0,2	0,01	2,8	2,42	4,7	0,45	2,3	0,56
a94	<800																			0,5	0,24
p95	201-450			3,1	0,71											2,2	0,19			0,1	0,03
p95	451-700	0,3	0,18	2,1	0,11	1,6	0,06	1,0	0,06	1,5	0,04			1,1	0,22	12,5	3,31			2,9	0,45
p95	<800																			2,5	1,42
a95	201-450	1,0	0,10	0,7	0,08											1,0	0,26				
a95	451-700	1,1	0,26	4,0	0,74	1,7	0,37	1,3	0,10	1,2	0,04			0,1	0,01	17,0	6,13			2,3	0,76
a95	<800																			0,7	0,49
a96	101-200															0,1	0,00				
a96	201-500	0,6	0,13	0,2	0,11	0,1	0,01									3,2	0,85	0,1	0,02	0,1	0,07
a96	501-800	1,3	0,35	9,7	2,42	1,4	0,51	1,8	0,16	0,4	0,05	0,1		0,6	0,01	14,0	6,05	2,5	0,18	2,3	0,56
a97	201-500	0,1	0,01	0,7	0,13	0,2	0,01									0,3	0,07			0,0	0,03
a97	501-800	0,5	0,12	4,0	0,78	3,8	0,74			3,1	0,42			0,1	0,02	4,4	2,79	1,0	0,12	1,2	0,32
a98	201-500			0,3	0,17	0,2	0,00			0,4	0,07					0,2	0,00	0,1	0,00	1,3	0,27
a98	501-800	0,3	0,11	5,1	1,06	2,7	0,85	2,2	0,43	1,4	0,32	0,2	0,02	0,3	0,05	5,9	3,79	1,2	0,09	1,1	0,33

Tab. 8 – *Raja clavata*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Raja clavata*: average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50															0,9	0,74						
p85	51-100											0,1	0,08			0,1	0,03						
p85	101-200			2,8	1,41			0,6	0,50							0,0	0,18						
p85	201-450			4,0	1,97					0,4	0,15												
e85	0-50															1,0	0,20						
e85	51-100			0,2	0,38											0,2	0,30						
e85	101-200			1,1	2,20			1,6	0,84	0,2	0,26					0,7	0,60						
e85	201-450	0,1	0,01	1,9	0,29	0,2	0,01			0,1	0,04												
e85	451-700			0,3	0,45																		
p86	0-50															0,2	0,24						
p86	51-100			0,5	0,20											0,1	0,11					7,4	2,54
p86	101-200			2,4	2,45	0,1	0,00	0,7	0,15	0,4	0,52					1,3	0,43						
p86	201-450	0,1	0,00	5,5	2,16					2,9	0,85											3,7	12,42
p86	451-700																					2,2	2,66
e86	51-100																					28,3	7,40
e86	101-200			2,7	3,91			3,0	1,30	0,4	0,01												
e86	201-450			1,0	1,19	0,3	0,22	4,8		0,8	0,75											21,9	4,69
e86	451-700																					0,9	1,23
p87	0-50															0,1	0,11						
p87	101-200			3,8	3,09	0,1	0,17	1,2	0,12	0,1	0,00					0,7	0,37						
p87	201-450			0,8	0,07			4,3	0,20	0,8	0,28												
p87	451-700			0,8	2,67																		
e87	0-50															0,5	0,33						
e87	51-100																0,02						
e87	101-200							1,4	4,40	0,2	0,60					0,7	0,53						
e87	201-450							3,2	0,15	0,4	0,23												
a90	0-50							0,6	0,46								0,03						
a90	51-100							1,3	0,11	0,5	0,64						1,26					1,1	1,12
a90	101-200			5,6	2,94																	9,0	5,29
a90	201-450			1,1	1,28			0,5	0,02	0,4	0,13											2,5	2,30
a90	451-700																					0,1	0,06
p91	0-50							0,7	0,33									0,3	0,03				
p91	51-100							0,2	0,06			1,3	1,03										
p91	101-200			0,9	0,96																		
p91	201-450			2,1	0,33			0,9	0,02	0,5	0,13							0,4	0,01				
e91	0-50													0,1	0,18								
e91	51-100							0,2	0,09			1,0	0,70	10,8	8,81							1,9	2,58
e91	101-200			1,4	1,75																	5,3	1,93
e91	201-450			2,2	0,75					2,5	0,17			0,5	0,42							0,9	1,36
a91	51-100							0,2	0,15			0,7	0,50					0,1	0,00			1,8	1,51
a91	101-200			0,7	1,38																	10,0	5,67
a91	201-450			0,2	0,26			0,4	0,31			0,3	0,03					0,4	0,55			3,1	2,73
a91	451-700																					0,1	0,06
p92	0-50							1,0	0,40														
p92	51-100									0,3	0,40	1,0	0,73	2,3	1,88			0,1	0,00			0,9	1,47
p92	101-200			3,1	2,18																	4,2	2,51
p92	201-450			1,0	0,07			2,0	0,04	1,1	0,18			7,4	2,67			0,2	0,01			1,8	2,04
p92	451-700			0,8	0,82									0,2	0,12			0,2	0,02				
e92	0-50															0,1	0,16						
e92	51-100									0,1	0,40	1,0	0,55	5,8	4,70		0,27						
e92	101-200			2,7	2,04											0,1	0,25						
e92	201-450			0,5	0,08					1,2	1,12			1,5	1,20								
e92	451-700			0,5	2,45																		
a92	0-50							0,7	0,18					0,9	2,29	0,4	0,53						
a92	51-100											0,3	0,26	2,8	10,76			0,1	0,00				
a92	101-200			4,2	3,74											0,1	0,00						
a92	201-450			9,0	0,76	0,2	0,22			0,9	0,18			12,3	4,43			0,3	0,03				
a92	451-700			0,9	0,42																		
p93	0-50													0,1	0,28	0,3	0,32						
p93	51-100									0,1	0,46	0,3	0,21	5,1	4,24								
p93	101-200			2,5	2,27																		
p93	201-450			4,8	0,31			0,5	0,03	1,9	0,81			2,0	1,19								
p93	451-700													0,6	0,76								
e93	0-50							1,0	0,72					0,1	0,21		0,09						
e93	51-100											1,0	0,60	0,9	0,99	0,1	0,09						
e93	101-200			1,5	1,05											0,1	0,23						
e93	201-450			1,9	1,19					2,0	1,81			8,9	2,11								
e93	451-700			0,3	0,47									0,0	0,00								
p94	0-50													12,9	0,68	0,1	0,02						
p94	51-100													4,9	0,91			0,1	0,01			1,6	2,29
p94	101-200			2,0	1,36									18,0	4,27	0,2	0,02	0,5	0,36			2,1	1,32
p94	201-450	0,2	0,00	1,2	0,05					1,4	0,65			1,2	0,57		0,01	0,8	0,84			7,7	3,07
p94	451-700					0,3	0,01							0,1	0,04							0,5	0,71
a94	0-50													1,4	1,12								
a94	51-100													2,1	2,31							1,1	1,46
a94	101-200			1,3	1,09					0,2	0,38			5,8	3,56	0,0	0,00					1,0	0,80
a94	201-450			0,8	1,39			0,3	0,01	1,5	0,67			2,1	1,38							5,9	3,08
a94	451-700													0,1	0,10							0,8	0,81
p95	0-50															0,0	0,06						
p95	51-100													3,4	1,10	0,0	0,11					1,7	2,09
p95	101-200			2,5	2,17			0,2	0,85	0,5	0,31			6,3	4,06							1,0	0,86
p95	201-450	0,2	0,00	1,4	1,74					1,3	0,90			10,1	1,95							29,2	10,10
p95	451-700													0,1	0,01							1,1	1,31
a95	0-50									0,3	0,33			0,3	0,42	0,0	0,06						

Segue Tab. 8

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
a95	51-100													1,6	1,37	0,1	0,17					2,1	2,31
a95	101-200			3,7	1,37	1,2	0,54			0,7	0,01	0,7	0,59	5,7	3,36	0,6	0,77	0,1	0,02			0,5	0,16
a95	201-450			0,8	0,08	1,0	0,37	0,1	0,00	1,0	0,43			8,3	3.16			0,6	1,06			9,2	5.81
a95	451-700													0,3	0,18							0,8	0,81
a96	0-50													0,2	0,86	0,0	0,05						
a96	51-100							0,1	0,03					1,7	1,45							5,4	2,28
a96	101-200			0,9	0,72	0,4	0,55	0,5	0,25	0,2	0,23			8,0	4,71	0,1	0,05					0,2	0,37
a96	201-500	0,1	0,43	10,0	2,42	0,8	0,06			1,0	0,46			20,0	7,20	0,1	0,31	0,3	0,60			2,6	1,06
a96	501-800			0,4	0,58									0,1	0,11					0,0	0,00	0,1	0,13
a97	0-50															0,0	0,01						
a97	51-100									0,1	0,09			0,9	2,12	0,0	0,07					1,6	2,53
a97	101-200			2,0	2,66			0,2	0,11	0,1	0,04			2,9	3,14	0,1	0,03					0,6	0,97
a97	201-500	0,1	0,00	5,1	1,27	0,2	0,03			0,1	0,00			3,8	2,52							0,5	0,36
a97	501-800			0,2	0,02					0,0	0,00			0,0	0,02							0,1	0,15
a98	0-50							0,1	0,10					0,1	0,36								
a98	51-100	0,2	0,20	0,2	0,42									0,3	0,27							3,6	3,44
a98	101-200			1,8	2,44	0,2	0,34	0,1	0,30					4,9	4,00			0,1	0,03			0,6	0,80
a98	201-500			10,9	2,50	0,5	0,17			0,2	0,05			5,5	1,31							1,1	0,69
a98	501-800			0,5	0,63									0,0	0,04							0,2	0,21

Tab. 9 – *Centrophorus granulosus*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Centrophorus granulosus: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	451-700					0,3	0,11												
e85	201-450	3,4	0,06																
e85	451-700	4,3	0,12									0,1	0,60						
p86	201-450																	1,7	4,03
p86	451-700							0,1	0,36			0,3	0,18					0,3	0,99
e86	101-200													0,4	1,68				
e86	201-450																	1,0	1,45
e86	451-700																	0,4	1,22
p87	201-450													0,3	0,44				
p87	451-700											0,1	0,32						
e87	101-200											0,1	0,08						
e87	201-450											0,0	0,02						
e87	451-700											0,0	0,03						
a90	201-450																	0,7	2,57
a90	451-700																	0,3	0,97
p91	201-450											0,2	0,15						
p91	451-700	0,5	1,85																
e91	201-450											0,1	0,46					1,4	6,39
e91	451-700											0,1	0,86					0,5	1,33
a91	201-450																	0,6	1,83
a91	451-700											0,6	2,18					0,5	1,48
p92	201-450																	0,7	1,83
p92	451-700											0,0	0,02					2,3	6,76
e92	201-450											0,1	0,83						
e92	451-700											0,0	0,20						
a92	201-450											0,1	0,07			0,6	3,13		
a92	451-700	0,4	1,64																
e93	451-700	0,3	1,09									0,1	0,47						
p94	201-450											0,1	0,24						
p94	451-700					0,2	0,36	0,2	0,34			0,1	0,02					1,2	3,76
a94	451-700							0,2	0,50			0,1	0,42					1,3	3,50
a94	<800																	0,3	1,10
p95	451-700							0,1	0,29			0,2	0,44					0,3	1,05
a95	451-700							0,3	0,87			0,1	0,14			1,2	0,07	0,2	0,80
a96	501-800	0,7	0,68					0,0	0,14	0,2	0,75	0,2	0,77					0,7	2,18
a97	201-500											0,1	0,88						
a97	501-800	1,0	3,00	0,3	1,15			0,2	0,74			0,2	1,36					0,4	1,40
a98	101-200											0,2	0,20						
a98	201-500											0,6	0,77					0,1	0,20
a98	501-800			0,1	0,29			0,1	0,30			0,2	0,74					0,4	1,03

Tab. 10 – *Raja asterias*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Raja asterias: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50			0,3	0,27					0,2	0,11					0,1	0,05						
p85	101-200			2,0	0,37											0,0	0,05						
p85	201-450	0,1	0,15																	0,1	0,08		
e85	0-50			0,3	0,05			0,8	0,11	0,4	0,16												
e85	51-100							0,3	0,04							0,1	0,06						
e85	101-200			7,5	1,42					0,5	0,36					0,0	0,05			0,3	0,07		
e85	451-700	0,2	0,54																				
p86	0-50			0,4	0,15											0,2	0,06			6,3	0,13	0,2	0,06
p86	51-100																					0,9	0,24
p86	101-200							0,4	0,12													4,9	1,57
p86	201-450																					1,0	0,28
e86	0-50			0,2	0,01			0,2	0,00	0,1	0,08											0,2	0,01
e86	51-100									0,2	0,24											1,6	0,33
e86	101-200									0,1	0,15									0,3	0,04	0,9	0,14
e86	201-450	0,7	0,26																				
p87	0-50															0,1	0,01						
p87	51-100			0,3	0,08											0,1	0,05						
p87	101-200			0,4	0,18											0,0	0,00						
e87	0-50	1,0	0,08							1,4	0,27					0,0	0,01						
e87	51-100									1,0	0,60					0,1	0,08						
e87	101-200									0,2	0,24			1,7	0,43								
e87	201-450	0,1	0,01											0,1	0,04								
a90	0-50			0,3	0,05					0,1	0,06						0,06					0,4	0,15
a90	51-100			0,7	0,57																		
a90	201-450	0,1	0,01									0,3	0,13										
p91	0-50	0,3	0,03	0,3	0,16	0,5	0,21																
p91	51-100			0,1	0,23							1,3	0,53										
p91	201-450	0,1	0,31																				
e91	0-50	0,2	0,10	0,1	0,03					1,0	0,08											0,6	0,38
e91	51-100			0,1	0,11							0,7	0,46										
e91	201-450					0,2	0,01							2,5	1,40								
a91	0-50			0,3	0,03																	0,6	0,11
a91	51-100			0,1	0,12																	0,1	0,06
a91	101-200			0,2	0,18																	0,1	0,02
a91	201-450																	0,5	0,10				
p92	0-50			0,4	0,27	0,5	0,18			0,1	0,08											0,4	0,12
p92	51-100			0,1	0,19							0,7	0,37									0,0	0,02
p92	101-200																					0,6	0,04
p92	201-450					0,2	0,00																
e92	0-50									0,4	0,15					0,1	0,15						
e92	51-100			0,4	0,20							1,0	0,55										
e92	201-450					1,2	0,04							0,4	0,11								
a92	0-50			1,9	0,93									0,1	0,05	0,0	0,01						
a92	51-100			0,3	0,04	0,5	0,67									0,2	0,36						
a92	101-200															0,5	0,22						
a92	201-450					0,2	0,03					0,7	0,33	1,7	0,44								
p93	0-50	0,3	0,05	0,2	0,10											0,1	0,02	0,1	0,05				
p93	51-100					0,2	0,00									0,0	0,01						
p93	101-200															0,2	0,26						
e93	0-50			0,5	0,06	0,4	0,30			0,5	0,08			8,4	2,22	0,1	0,01						
e93	51-100			0,3	0,32							0,3	0,23	0,2	0,24								
p94	0-50	0,3	0,12	1,2	0,72	0,3	0,10									0,2	0,11					0,1	0,06
p94	51-100			0,2	0,16																	0,0	0,04
p94	101-200													1,5	0,56	0,0	0,17	0,1	0,12				
p94	201-450	2,4	0,07																			0,1	0,07
a94	0-50			0,2										0,5	0,42	0,1	0,09					0,3	0,09
a94	51-100													0,1	0,11			0,1	0,00			0,1	0,09
a94	101-200					0,1	0,02	0,3	0,20	0,2	0,40			0,1	0,01	0,1	0,02	0,7	0,15				
a94	201-450	0,2	0,16					0,7	0,03									4,0	1,05				
a94	451-700	0,1	0,81																				
p95	0-50			0,2	0,05	0,3	0,18							0,8	1,43	0,2	0,33					0,8	0,23
p95	51-100			0,2	0,29																	0,1	0,05
p95	101-200							0,3	0,10							0,1	0,03	0,5	0,12				
p95	201-450	0,2	0,06							0,1	0,08							0,4	0,05				
p95	451-700	0,2	0,18															0,2	0,46				
a95	0-50			0,9	0,12					0,3	0,10					0,0	0,00					0,1	0,02
a95	51-100	0,3	0,05							0,3	0,30											0,0	0,01
a95	101-200			0,2	0,01			0,3	0,04									0,4	0,45				
a95	201-450	0,8	0,02									0,3	0,45										
a96	0-50			1,6	0,42			0,6	0,21							0,2	0,03					0,2	0,08
a96	51-100			0,4	0,35					0,1	0,03					0,0	0,06	0,1	0,00			0,1	0,06
a96	101-200			0,1	0,01	0,2	0,05	0,1	0,10					0,1	0,03								
a96	201-500	0,6	0,14			0,1	0,06							0,0	0,02			0,5	0,04				
a97	0-50	0,6	0,03	1,4	0,45			1,3	0,47	0,3	0,25			2,4	1,41			0,1	0,02	0,1	0,11	0,4	0,21
a97	51-100							0,4	0,22	0,1	0,18			0,6	0,21								
a97	101-200			0,1	0,04			0,1	0,01			0,2	0,18	0,1	0,04	0,0	0,01	0,1	0,01				
a97	201-500					0,1	0,02	0,1	0,04														
a98	0-50			0,4	0,02	0,9	0,72			0,2	0,03			0,3	0,09					0,1	0,01	0,5	0,06
a98	51-100	0,2	0,15	0,1	0,10	0,1	0,07	0,4	0,53	0,3	0,35			0,1	0,19								
a98	101-200					0,3	0,06	0,1	0,10			0,3	0,16	0,6	0,16								
a98	201-500													0,0	0,02			0,2	0,10				
a98	501-800																					0,0	0,01

Tab. 11 – *Raja miraletus*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Raja miraletus: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	51-100			10,8	2,20	0,3	0,04									0,4	0,09						
p85	101-200			3,7	0,27			0,1	0,08	0,1	0,05			13,4	2,00	1,1	0,10						
p85	201-450			1,3	0,10																		
e85	0-50			0,2	0,01					0,2	0,01			0,2	0,03	0,1	0,01						
e85	51-100			3,5	0,59									1,3	0,25	0,4	0,08						
e85	101-200			9,6	0,95					0,2	0,02			0,6	0,12	0,1	0,01						
e85	201-450					0,3	0,02																
p86	0-50	0,3	0,00							0,1	0,00			6,7	0,70	0,0	0,01			0,1	0,00		
p86	51-100			2,8	0,45					0,1	0,00					0,4	0,07					15,3	2,51
p86	101-200			1,9	0,40											0,5	0,04					1,6	3,02
p86	201-450																					0,1	0,03
e86	0-50									0,2	0,01											0,3	0,01
e86	51-100			1,5	0,22			0,3	0,08													17,5	2,88
e86	101-200			6,0	1,17					0,1	0,00											6,1	0,85
e86	201-450																					0,3	0,06
p87	0-50			0,5						0,1	0,02	0,4	0,21										
p87	51-100			5,8	1,21											0,5	0,10						
p87	101-200			0,8	0,23											0,0							
p87	201-450			0,2																			
e87	0-50									0,8	0,09					0,1	0,01						
e87	51-100					3,3	0,35			0,1	0,02						0,13						
e87	101-200															0,0	0,01						
a90	0-50											0,7	0,26									0,1	0,04
a90	51-100					0,2	0,00					0,3	0,20	3,6	0,49		0,32					11,9	1,92
a90	101-200			4,9	1,23												0,04					0,1	0,02
a90	201-450			0,1		0,2	0,05															0,1	0,00
p91	0-50									0,3	0,01			13,9	1,68								
p91	51-100			0,3	0,01									0,0	0,00			0,1	0,00				
p91	101-200			0,4	0,11																		
p91	201-450													0,0	0,01								
e91	0-50									0,4	0,02	0,3	0,12									0,2	0,02
e91	51-100					1,3	0,13							20,9	3,91							13,3	2,08
e91	101-200			1,8	0,45																	0,1	0,02
a91	0-50											0,3	0,08									0,1	0,01
a91	51-100			0,3	0,02							0,3	0,11	8,1	1,07							9,4	1,48
a91	101-200																					0,1	0,02
a91	201-450											0,3	0,13										
p92	0-50											0,3	0,30	0,8	0,18					0,2	0,00	0,1	0,00
p92	51-100			0,3										6,6	1,23			0,1	0,00	0,4	0,01	5,5	0,88
p92	101-200			1,3	0,04																	2,0	0,16
p92	201-450													0,6	0,04								
e92	0-50			0,1						0,3	0,04	0,7	0,65										
e92	51-100			0,1		0,3	0,09							0,5	0,06		0,15						
e92	101-200			2,3	0,71																		
e92	201-450													4,3	0,87								
a92	0-50			0,2	0,01											0,2	0,02						
a92	51-100													2,6	0,36	1,2	0,14						
p93	0-50			0,2								0,3	0,30	0,5	0,06								
p93	51-100															1,8	0,28						
p93	101-200																0,01						
p93	201-450											0,3	0,15							0,0	0,00		
e93	0-50			0,7	0,01	0,4	0,03					0,3	0,18	2,6	0,32		0,01						
e93	51-100			0,3	0,01									0,1	0,01	0,7	0,14						
e93	101-200															0,0	0,01						
p94	0-50	0,3	0,01									0,2	0,02									0,1	0,00
p94	51-100			8,8	1,25	0,2	0,01								0,16	0,1	0,03					16,9	2,26
p94	101-200			2,1	0,59											0,0	0,00					11,3	1,44
p94	201-450											0,2	0,16	1,1	0,12							2,1	0,29
p94	451-700																					0,1	0,04
a94	0-50											0,2	0,13	0,9	0,09							0,2	0,02
a94	51-100			9,2	2,01									7,0	1,78	0,0	0,01	0,1	0,01			9,9	1,56
a94	101-200			1,1	0,13									3,2	0,49	0,1	0,02	0,1	0,01			9,7	1,01
a94	201-450													0,1	0,01			3,2	0,43			0,1	0,01
p95	0-50	0,3	0,01	0,2	0,01									0,7	0,19							0,3	0,06
p95	51-100													4,2	0,91	0,1	0,02					17,3	2,39
p95	101-200			3,0	0,46	0,3	0,05							0,6	0,11							8,5	1,37
p95	201-450																	5,0	2,19			0,7	0,14
a95	0-50											0,2	0,13	3,3	0,60								
a95	51-100			1,7	0,28									3,2	0,51	0,2	0,03					21,3	3,03
a95	101-200			2,6	0,94									3,0	0,40	0,3	0,02					5,8	0,68
a95	201-450											1,0	0,45									1,0	0,08
a96	0-50													1,2	0,27					0,3	0,02		
a96	51-100			1,3	0,35									2,4	0,44	1,0	0,19					33,3	4,57
a96	101-200	0,3	0,02	4,9	0,83			0,1	0,04			0,3	0,17	5,3	0,39	0,2	0,01					8,9	1,45
a96	201-500													0,3	0,06			1,3	0,33			0,7	0,16
a97	0-50													2,1	0,22								
a97	51-100			9,9	1,99									1,5	0,21	1,1	0,14					11,6	2,08
a97	101-200			4,3	0,60	0,1	0,00					0,2	0,13	2,1	0,41							2,3	0,44
a97	201-500			0,1	0,03									1,0	0,19			0,6	0,14			0,0	0,00
a98	0-50											0,5	0,40	4,3	0,52								
a98	51-100			9,6	1,60									2,2	0,29	1,1	0,01					19,2	2,68
a98	101-200			8,1	1,62	0,1	0,01							2,5	0,37	0,0	0,00	0,1	0,01			6,7	1,04
a98	201-500					0,3	0,04							0,4	0,02			0,4	0,08			0,3	0,06

Tab. 12 – *Torpedo marmorata*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Torpedo marmorata: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50																			0,1	0,04		
p85	51-100																			0,3	0,06		
p85	201-450																			0,1	0,07		
e85	0-50	0,3	0,17													0,1	0,06						
e85	101-200			0,4	0,18															0,2	0,13		
p86	0-50																			2,2	0,01	0,2	0,01
p86	51-100																					0,3	0,10
p86	101-200	0,7	0,00			0,2	0,14																
e86	0-50	0,3	0,25																				
e86	51-100				0,02	0,8	0,24			0,1	0,00									0,3	0,60	0,2	0,03
e86	101-200			0,2	0,05	0,3	0,03			0,2	0,03	0,2	0,03									0,2	1,38
e86	201-450																			0,3	0,03		
p87	0-50																			0,1	0,04		
p87	51-100					0,3	0,01																
p87	101-200			0,1	0,01																		
p87	201-450					0,2	0,05																
e87	0-50	0,4	0,06							0,1	0,12						0,02						
a90	0-50	0,3	0,05																			0,1	0,04
a90	51-100					0,3	0,03									0,1	0,00			0,3	0,03	0,4	0,16
a90	101-200																					0,2	0,02
p91	0-50											0,7	0,80										
p91	51-100			0,1	0,02							0,3	0,33										
e91	0-50			0,1	0,04	0,5	0,71					0,7	0,29									0,3	0,21
e91	51-100					0,1	0,01			0,2	0,05	0,3	0,35	3,1	0,77							0,1	0,03
e91	201-450									0,1	0,02												
a91	0-50											0,3	0,16					0,1	0,00			0,1	0,05
a91	51-100	0,2	0,04	0,3	0,01	0,3	0,02			0,1	0,01	0,3	0,08					0,1	0,02	0,1	0,02	0,4	0,12
a91	101-200																					0,2	0,04
a91	201-450																			0,1	0,01		
p92	0-50			0,1	0,12	1,0	0,95					0,3	0,47									0,1	0,04
p92	51-100			0,5	0,09							0,3	0,28							0,1	0,01	0,1	0,01
p92	101-200			0,2	0,02																	0,5	0,08
p92	201-450	0,1	0,03			0,3	0,03															0,1	0,01
e92	0-50																						
e92	51-100			0,1	0,00	0,4	0,05																
e92	101-200			0,3	0,02																		
e92	201-450			0,1	0,01	0,5	0,06																
a92	0-50	0,3	0,30	1,0	0,43	1,3	1,33							0,1	0,04			0,1	0,04				
a92	51-100	0,3	0,02	0,3	0,03	0,1	0,01					0,3	0,18					0,1	0,01				
a92	101-200			0,5	0,05																		
p93	0-50			0,2	0,10					0,1	0,01	0,3	0,35			0,0	0,02	0,1	0,04				
p93	51-100																	0,0	0,00				
p93	201-450			0,1	0,02																		
e93	0-50	0,5	0,10									0,3	0,43	0,6	0,42								
e93	51-100					0,9	0,14					0,3	0,32	6,4	0,32								
p94	0-50							0,5	0,12													0,1	0,04
p94	51-100					0,9	0,34															0,1	0,10
p94	101-200			0,4	0,01	0,2	0,04							0,1	0,00			0,1	0,00			0,4	0,05
p94	201-450																					0,1	0,01
a94	0-50	0,3	0,13									0,2	0,20	0,4	0,29	0,1	0,06	0,5	0,22			0,1	0,04
a94	51-100			0,3	0,01			0,3	0,44					0,7	0,36							0,2	0,12
a94	101-200			0,4	0,03	0,2	0,01							0,1	0,01			6,0	0,48			0,4	0,08
a94	201-450					0,2	0,08															0,1	0,01
p95	0-50			0,2	0,22	0,3	0,11					0,3	0,46									0,1	0,02
p95	51-100			0,4	0,03																	0,1	0,10
p95	101-200			0,8	0,12	0,7	0,08	0,1	0,01													0,4	0,04
p95	201-450																					0,1	0,02
a95	0-50					0,3	0,36					0,2	0,20			0,0	0,01					0,2	0,07
a95	51-100					1,1	0,17	0,2	0,07					0,1	0,19							0,2	0,18
a95	101-200			0,5	0,05	0,5	0,09															0,3	0,07
a95	201-450																					0,1	0,01
a96	0-50			0,3	0,16											0,0	0,00			0,1	0,02		
a96	51-100	0,4	0,11	0,6	0,07											0,0	0,00	0,2	0,03	0,1	0,02	0,2	0,09
a96	101-200			0,3	0,11	0,1	0,02							0,0	0,01					0,2	0,03	0,2	0,03
a96	201-500											0,2	0,01									0,1	0,01
a97	0-50			0,3	0,17	0,4	0,71											0,3	0,01	0,1	0,50		
a97	51-100	0,2	0,06	0,5	0,08	0,3	0,03									0,0	0,02	0,2	0,04	0,1	0,01	0,2	0,12
a97	101-200			0,1	0,01	0,1	0,02			0,1	0,00			0,1	0,02					0,2	0,07	0,1	0,02
a97	201-500					0,1	0,01													0,1	0,01		
a98	0-50			0,1	0,12	0,2	0,05							0,7	0,44			0,1	0,02	0,1	0,11		
a98	51-100			0,2	0,06	13,0	0,06													0,3	0,05		
a98	101-200			0,2	0,03	0,5	0,03					0,2	0,03	0,1	0,00							0,3	0,04
a98	201-500					0,1	0,02			0,1	0,01	0,2	0,01									0,2	0,05

Tab. 13 – *Raja oxyrhyncus*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Raja oxyrhyncus: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	51-100											0,3	0,15								
p85	201-450			1,9	0,31																
e85	0-50											0,1	0,08								
e85	51-100											0,4	0,21								
e85	201-450			0,1	0,01																
e85	451-700			0,8	0,10																
p86	51-100											0,3	0,20							2,3	0,40
p86	101-200																			4,8	4,64
p86	201-450																			1,1	0,62
e86	51-100																			9,4	1,90
e86	101-200											0,7	0,85							7,3	1,19
e86	201-450																			0,6	1,42
e86	451-700																			0,1	0,20
p87	101-200											0,5	0,51								
p87	201-450			0,3	0,07																
e87	51-100											0,4	0,41								
e87	101-200											0,3	0,35	0,0	0,04						
e87	201-450													0,1	0,09						
a90	101-200																			2,6	0,77
a90	201-450			0,4	0,67					0,5	0,08									2,4	1,07
p91	51-100											0,3	0,10								
p91	201-450			0,8	0,24	0,3	0,04			0,3	0,03	1,0	0,57	0,7	0,45						
e91	51-100											0,3	0,47								
e91	101-200																			2,4	0,53
e91	201-450			0,4	0,10					0,4	0,10			0,1	0,29					0,3	0,29
a91	51-100																			0,0	0,00
a91	101-200																			2,4	0,89
a91	201-450			1,3	0,18									0,2	0,13					0,8	1,06
a91	451-700													0,0	0,03						
p92	51-100											0,3	0,80								
p92	101-200																			1,8	0,78
p92	201-450			0,6	0,39					1,0	0,25			1,1	0,71					0,5	0,43
p92	451-700													1,9	1,07					0,1	0,52
e92	51-100											0,3	0,18								
e92	201-450			0,3	0,13	0,2	0,02			1,3	0,07			0,2	0,89						
e92	451-700													0,3	0,21						
a92	51-100											0,3	0,05	0,3	0,89						
a92	201-450			1,4	0,33					0,1	0,01			3,1	2,53						
a92	451-700													1,4	0,33						
p93	51-100											0,3	0,12								
p93	201-450			0,8	1,31					0,1	0,00			0,1	0,16						
p93	451-700													0,1	0,01						
e93	51-100											0,5	0,68								
e93	201-450			1,4	0,56					0,4	0,13			0,4	0,23						
e93	451-700													1,5	0,84						
p94	101-200													2,1	1,97						
p94	201-450									0,5	0,18			0,3	1,10					1,4	1,35
p94	451-700																			0,5	0,87
a94	0-50													0,1	0,54						
a94	101-200			0,1	0,12									0,7	1,89						
a94	201-450			0,4	0,28	0,2	0,02			0,1	0,03			3,7	3,75	0,3	0,08			3,3	3,30
a94	451-700			0,7	0,23	0,3	0,03							0,5	0,63					0,3	1,15
p95	51-100											0,2	0,08								
p95	101-200													0,3	0,76						
p95	201-450	0,2	0,00			0,4	0,02							2,7	1,38					2,0	0,71
p95	451-700			1,5	2,75									0,1	0,01			0,2	0,88	0,4	1,00
a95	51-100																			0,1	0,07
a95	101-200													0,1	0,49						
a95	201-450			0,8	2,41	1,0	1,97			0,1	0,02			4,4	3,16					2,3	2,43
a95	451-700					0,3	0,02							0,2	0,32					0,2	0,55
a96	101-200					0,1	0,35					0,3	0,07	0,6	1,78						
a96	201-500			0,3	0,01	0,1	0,02	0,1	0,00	0,3	0,03	0,2	0,02	2,7	1,70					1,0	0,75
a96	501-800													0,7	0,40					0,2	0,21
a97	101-200													0,2	0,91						
a97	201-500			0,4	0,61					0,5	0,20			1,6	1,08					0,2	0,18
a97	501-800			0,2	0,02	0,4	0,38	0,1	0,00	0,0	0,08			0,3	0,36						
a98	101-200					0,3	0,60					0,2	0,20	0,3	0,81						
a98	201-500			0,1	0,50	0,2	0,05	0,1	0,07	0,3	0,06			1,5	1,20					0,4	0,66
a98	501-800					0,2	0,14	0,1	0,02					0,3	0,06					0,1	0,19

Tab. 14 – *Raja montagui*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Raja montagui: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50	0,1	0,15																		
p85	51-100	0,2	0,43																		
p85	101-200	0,2	0,05			2,0	0,34	0,5	0,30					0,1	0,03						
p85	201-450	0,1		0,3	0,07																
e85	51-100							0,1	0,33												
e85	101-200	0,3	0,16	0,0	0,04	0,3	0,00														
e85	201-450			0,7	0,05																
p86	0-50	0,2	0,08																		
p86	51-100																			0,7	0,23
p86	101-200			0,4	0,06	1,8	0,13													2,8	0,85
p86	201-450			0,3	0,28															0,4	0,03
e86	51-100																			1,8	0,36
e86	101-200			0,3	0,07	0,2	0,05													0,9	0,14
e86	201-450			0,3	0,03	0,3	0,03														
p87	101-200			0,1	0,01																
p87	201-450	0,2	0,01			0,4	0,02														
e87	0-50					0,2	0,01														
e87	201-450					0,3	0,02														
a90	51-100			0,3	0,12											0,1	0,04			0,4	0,15
a90	101-200	2,3	0,31																	0,2	0,06
a90	201-450																			0,3	0,07
p91	101-200	0,5	0,13																		
p91	201-450	0,6	0,05																		
e91	51-100			0,3	0,11							4,1	1,41							0,2	0,04
e91	101-200	0,2	0,03																	0,3	0,02
e91	201-450	0,1	0,00																		
e91	451-700																			0,2	0,04
a91	51-100																			0,1	0,03
a91	101-200																			0,1	0,01
a91	201-450			0,8	0,01							0,3	0,01							0,1	0,02
p92	0-50											2,2	0,47								
p92	51-100											4,6	1,58							0,1	0,04
p92	101-200	0,7	0,10																	0,9	0,07
p92	201-450					0,6	0,02					7,4	0,49								
e92	51-100											49,1	4,91								
e92	101-200	4,4	0,86																		
e92	201-450					2,3	0,06					21,3	1,04								
a92	201-450	1,3	0,07									28,3	1,38								
p93	101-200													0,1	0,00						
p93	201-450	0,6	0,03																		
e93	0-50											0,3	0,07		0,06						
p94	51-100	0,3	0,11																	0,5	0,14
p94	101-200	0,6	0,75													0,1	0,04				
p94	201-450			0,0	0,90					0,2	0,07	0,5	0,14			4,0	1,38			0,2	0,02
p94	451-700			0,2	1,57															0,1	0,10
a94	0-50			0,3	0,04																
a94	51-100																			0,4	0,23
a94	101-200	0,7	0,13							0,3	0,08										
a94	201-450							0,1	0,03											0,5	0,10
p95	0-50											0,3	0,09								
p95	51-100																			0,5	0,13
p95	101-200	0,1	0,02									0,1	0,00								
p95	201-450															0,2	0,05			0,4	0,05
a95	0-50											1,8	1,90								
a95	51-100											1,6	1,04							0,7	0,15
a95	101-200			0,2	0,07			0,2	0,08			3,5	0,34								
a95	201-450	0,5	0,06	0,4	0,04							0,1	0,00							0,3	0,09
a95	451-700							0,1	0,02												
a96	0-50											0,1	0,03								
a96	51-100											1,1	0,37							1,2	0,16
a96	101-200	0,5	0,10					0,1	0,01						0,01						
a96	201-500	2,3	0,31					0,1	0,00			0,3	0,02							0,3	0,07
a96	501-800	0,2	0,00																		
a97	0-50					0,1	0,02					0,1	0,01								
a97	51-100											0,1	0,01							0,6	0,13
a97	101-200	0,6	0,17	0,2	0,15	0,1	0,16					0,2	0,01								
a97	201-500	0,7	0,09	0,3	0,10															0,0	0,01
a98	0-50																	0,2	0,03		
a98	51-100	0,1	0,02	0,4	0,15							0,1	0,03							0,6	0,06
a98	101-200	1,1	0,18			0,1	0,01													0,0	
a98	201-500	4,3	1,10									0,1	0,05							0,0	0,01

Tab. 15 – *Squalus acanthias*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Squalus acanthias: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50													1,3	0,40			0,1	0,19		
p85	51-100													0,3	0,07						
p85	101-200			0,2	0,23							0,9	1,75	0,3	0,24						
p85	201-450			0,9	0,03					1,1	0,17										
e85	0-50													0,8	0,19						
e85	51-100													3,5	1,73						
e85	101-200			0,2	0,01									0,1	0,01						
e85	201-450			0,7	0,27					1,8	0,18	0,5	0,84								
p86	0-50													1,2	0,47						
p86	51-100													3,7	0,16						
p86	101-200			0,2	0,01									0,0	0,00						
p86	451-700	0,1	0,36			0,2	0,55	0,1	0,40	0,1	0,02										
e86	51-100			0,3	0,03															0,1	0,00
e86	101-200			0,1																0,1	0,00
e86	201-450																			0,1	0,00
e86	451-700																			0,1	0,00
p87	0-50													16,1	2,14						
p87	51-100													1,1	0,30						
p87	101-200			1,2	0,20									0,1	0,03						
e87	0-50														1,71						
e87	51-100													2,4	0,47						
e87	101-200													0,1	0,01						
e87	201-450									4,6	0,94										
e87	451-700									0,3	0,10										
a90	0-50													0,1	0,09						
a90	51-100														0,22						
a90	101-200			0,1	0,52									0,1	0,21						
a90	201-450					0,3	2,08														
p91	51-100	0,1	0,01																		
p91	101-200			0,2	0,01																
e91	51-100			0,1	0,01																
e91	201-450			0,1	0,80							2,8	5,47								
a91	51-100																			0,0	0,00
a91	201-450															0,2	1,18				
p92	51-100																			0,1	0,04
p92	201-450															0,1	0,26				
e92	0-50														1,14						
e92	51-100			0,1	0,04										0,62						
a92	0-50													0,4	0,55						
a92	51-100													1,8	0,85	0,0	0,15				
a92	101-200													0,1	0,08						
a92	201-450			1,6	0,13																
a92	451-700					0,2	0,52														
p93	0-50													0,5	0,41						
p93	51-100													0,2	0,04						
e93	0-50													8,6	3,31						
e93	51-100													3,9	0,75						
e93	101-200													0,0	0,05						
p94	0-50			0,2	0,01									9,0	3,67						
p94	51-100													0,4	0,17						
p94	101-200													0,0	0,04						
a94	0-50													0,4	0,61						
a94	51-100													0,7	0,23						
a94	101-200													0,0	0,10	0,3	0,82				
a94	201-450			0,2	0,32	0,6	2,60														
a94	451-700																			0,2	0,23
p95	0-50													3,5	0,83						
p95	51-100			0,2	0,01									1,9	0,88						
p95	101-200													0,1	0,02						
p95	201-450													0,1	0,04						
a95	0-50													0,3	0,10						
a95	51-100													8,1	2,39						
a95	101-200			0,1	0,15	0,2	0,48							0,5	0,39						
a95	201-450					0,2	2,05														
a95	451-700																			0,1	0,05
a96	0-50													0,2	0,15						
a96	51-100													2,9	1,51						
a96	101-200													0,2	0,07						
a96	201-500			0,1	0,09	0,1	0,36									0,2	0,24				
a97	0-50													3,2	1,11						
a97	51-100													6,8	3,99						
a97	101-200			0,1	0,01									0,1	0,16	0,1	0,07				
a97	201-500													16,6	5,03						
a98	0-50													6,6	3,27						
a98	51-100													7,5	5,24						
a98	101-200					0,1	0,14					0,2	0,33	0,5	0,08	0,0	0,02				
a98	201-500													0,6	1,63	0,1	0,72				

Tab. 16 – *Mustelus mustelus*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Mustelus mustelus: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO1		UO3		UO4		UO5		UO6		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50											0,1	0,07						
e85	0-50			0,7	0,09			0,2	0,09			0,5	0,51						
e85	51-100											0,3	0,31						
e85	101-200							0,3	0,13										
p86	0-50											1,5	0,17					8,4	0,27
p86	51-100																	0,7	2,82
e86	0-50																	0,3	0,05
e86	51-100																	1,1	3,31
p87	0-50											0,3	0,07						
e87	0-50												0,20						
e87	51-100												0,13						
e87	101-200									0,2	0,26								
a90	0-50												1,35						
a90	51-100												1,77					0,8	0,74
a90	201-450																	0,1	0,20
p91	0-50							0,1	0,34	0,7	3,00					0,3	0,16		
p91	51-100									1,3	1,92								
e91	0-50							0,8	0,53									0,5	1,47
e91	51-100	0,8	0,21					3,0	1,08									1,6	0,88
a91	0-50					0,3	0,28											0,2	0,70
a91	51-100									0,7	0,26							0,7	1,17
a91	201-450					0,1	0,45												
p92	0-50															2,6	0,20		
p92	51-100																	0,6	1,18
p92	201-450									0,3	0,77							0,1	0,02
e92	0-50											0,0	0,02						
e92	51-100	0,3	0,06					0,4	0,18										
a92	0-50															0,8	0,24		
a92	51-100												1,53						
p93	0-50											0,3	0,34			1,2	0,08		
p93	51-100	0,3	0,05					1,3	0,26			0,1	0,03			0,1	0,03		
p93	201-450															0,1	0,02		
e93	0-50											1,2	0,83						
e93	51-100	0,3	0,13					0,5	0,15			0,3	0,48						
p94	0-50											0,7	1,72					0,2	0,66
p94	51-100																	1,8	1,97
p94	101-200																	0,3	1,21
a94	0-50											0,4	0,26					0,9	1,75
a94	51-100											0,1	0,09	0,1	0,12			1,3	1,50
a94	101-200																	1,0	4,82
p95	0-50											2,8	1,49					0,1	0,04
p95	51-100																	2,4	2,53
p95	101-200																	0,5	1,53
a95	0-50											0,1	0,17					0,1	0,21
a95	51-100											0,1	0,07					5,1	4,78
a95	101-200									0,3	0,20							0,4	0,53
a96	0-50											0,1	0,09						
a96	51-100											0,4	0,44					13,4	6,67
a96	101-200									0,3	0,18							0,2	0,31
a96	501-800					0,1	0,53												
a97	0-50											0,0	0,03					0,4	0,39
a97	51-100											0,2	0,31					5,2	3,38
a97	101-200											0,0	0,18					0,1	0,27
a98	51-100															1,0	0,25	1,6	4,17
a98	101-200																	0,6	1,25

Tab. 17 – *Myliobatis aquila* (a) e *Raja batis* (b): rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h). Myliobatis aquila *(a) and* Raja batis *(b): average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

a)

		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50	0,1	0,05											0,1	0,31						
p85	101-200									0,3	0,11										
e85	0-50	0,3	0,04	0,3	0,09			0,1	0,03					0,1	0,02						
e85	51-100							0,1	0,36					0,0	0,01						
e85	101-200									0,7	0,21										
p86	0-50	0,2	0,20																		
p86	101-200									0,5	0,15										
e86	0-50	0,2	0,10					0,2	0,44												
p87	0-50													0,0	0,10						
e87	0-50							0,2	0,38					0,0	0,01						
e91	0-50							0,1	0,56												
e91	51-100									0,7	0,48										
a91	0-50					0,7	0,20	0,1	0,40			0,5	0,44								
p92	51-100									0,7	0,60										
e92	0-50							0,3	0,08												
e92	51-100									0,3	0,16										
a92	0-50					0,1	0,30			0,3	0,75										
p93	51-100									1,3	1,27										
e93	0-50											3,3	1,67								
e93	51-100									0,7	0,68										
p94	51-100																			0,0	0,50
a94	0-50							0,3	0,19			0,2	0,02	0,1	0,12						
a94	51-100													0,0	0,02					0,0	0,07
p95	0-50					0,3	0,25											0,1	0,04	0,1	0,30
a95	0-50													0,1	0,05						
a95	51-100													0,0	0,01						
a96	0-50							0,7	0,28	0,3	0,83			0,0	0,01						
a96	51-100													0,1	0,03						
a97	0-50					0,3	0,70	0,2	0,05	0,5	0,87	0,4	0,22	0,1	0,09	0,0	0,03			0,1	0,03
a97	51-100											0,1	0,17	0,5	1,29						
a97	101-200													0,0	0,10						
a98	0-50	1,0	0,33			1,4	25,50	0,2	0,22	0,5	0,63	0,2	0,16	0,2	0,31						
a98	51-100	0,1	0,16									0,1	0,36	0,2	0,38						

b)

		UO5		UO6		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	51-100			0,1	0,05				
p85	201-450	0,5	0,16						
e85	201-450	0,2	0,13						
p86	51-100			0,1	0,09			0,1	0,01
p86	101-200							0,1	0,08
p86	201-450	2,3	0,82						
e86	51-100							0,4	0,06
e86	101-200							0,4	0,63
e86	201-450	0,2	0,18						
p87	201-450	1,3	0,35						
e87	51-100			0,1	0,12				
e87	201-450	0,3	0,18						
a90	101-200							1,4	3,49
a90	201-450							0,1	0,00
p91	51-100			0,3	0,12				
e91	51-100				0,50				
e91	101-200							0,4	1,24
e91	201-450							0,2	0,54
a91	101-200							0,7	1,48
a91	201-450							0,2	0,35
p92	451-700					0,2	0,07	0,1	0,00
p93	201-450	0,6	0,44						
p94	201-450							0,1	0,00
a94	201-450							0,1	0,36
a94	451-700							0,1	0,30
p95	201-450							1,4	2,01
a97	501-800							0,0	0,06

Tab. 18 – *Torpedo torpedo* (a) e *Raja alba* (b): rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h). Torpedo torpedo *(a) and* Raja alba *(b): average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

a)

		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO7		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50	0,1	0,18					0,1	0,01								
p85	51-100	0,2	0,10														
e85	0-50													0,3	0,01		
p86	0-50			0,5	0,95											0,2	0,00
p86	51-100															0,1	0,00
p86	101-200							0,1	0,01								
e86	51-100															0,1	0,00
e87	0-50							0,2	0,12								
a90	0-50	0,1								0,3	0,30					0,3	0,02
p91	0-50					0,7	0,33										
e91	0-50									0,3	0,11						
a91	0-50					0,3	0,16										
p92	0-50					1,0	0,40										
e92	0-50	0,1	0,03							0,3	0,35						
a92	0-50	0,5	0,02							0,3	0,15	0,3	0,33				
p93	0-50							0,1	0,01			1,1	0,46				
e93	0-50	0,2	0,01					0,1	0,03			0,1	0,05				
a94	0-50					0,5	0,02			0,3	0,34	0,1	0,07				
p95	0-50	0,2	0,02									0,1	0,02				
p95	51-100															0,0	0,01
p95	201-450											0,1	0,02				
a95	0-50	1,4	0,17							0,3	0,34	0,6	0,16				
a95	51-100									0,2	0,40	0,1	0,01				
a95	101-200							0,2	0,03								
a96	0-50	3,8	0,22					0,2	0,02			0,1	0,10	1,8	0,62		
a96	101-200							0,1	0,00			0,1	0,00				
a97	0-50	0,7	0,07			0,1	0,01	0,3	0,01			0,2	0,27	0,2	0,01	0,1	0,00
a98	0-50	1,0	0,02			0,1	0,00					0,6	0,25	0,2	0,01	0,1	0,00
a98	51-100											0,1	0,07				
a98	101-200											0,1	0,01				
a98	201-500											0,0	0,01				

b)

		UO3		UO8		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	51-100	0,2	0,01								
e85	101-200			1,0	0,34						
p86	51-100									1,2	2,21
p86	101-200									0,1	1,03
e86	51-100									3,5	0,71
e86	101-200									2,1	0,32
a90	51-100									0,2	0,64
e91	51-100									0,1	0,43
a91	51-100									0,0	0,03
p92	51-100									0,0	0,08
p93	201-450	0,2	0,01								
p94	51-100									0,3	0,95
a94	51-100									0,1	0,22
p95	51-100									0,3	0,61
a95	51-100									0,1	0,92
a95	201-450									0,2	0,52
a95	451-700					0,2	0,01			0,1	0,12
a96	51-100									0,3	0,42
a96	101-200									0,1	0,01
a96	201-500									0,1	0,12
a97	51-100									0,1	0,05
a97	501-800					0,1	0,01	0,0	0,05		
a98	51-100									0,3	0,65
a98	101-200									0,0	0,04
a98	201-500									0,0	

Tab. 19 – *Squalus blainvillei*: rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Squalus blainvillei: *average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

		UO2		UO3		UO5		UO7		UO8		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
e85	101-200									0,9	0,47		
e85	201-450							0,1	0,03				
p86	51-100											14,9	4,14
p86	101-200											0,7	0,36
p86	201-450	0,8	1,33			3,6	0,59					0,5	0,27
p86	451-700					0,1	0,02						
e86	51-100											5,9	2,30
e86	101-200											1,4	0,81
e86	201-450					5,6	1,86					0,3	0,40
e86	451-700											0,1	0,04
p87	201-450					1,3	0,22						
e87	201-450							0,5	0,19				
a90	51-100							0,2	0,07			7,4	2,96
a90	101-200											9,2	3,36
a90	201-450					0,5	0,06					0,8	0,62
p91	101-200	0,2	0,30										
e91	51-100							5,5	1,74			12,4	1,85
e91	101-200											1,6	0,52
e91	201-450							2,7	1,06			0,4	0,33
e91	451-700							0,8	0,04				
a91	51-100											15,3	4,85
a91	101-200											3,0	1,62
a91	201-450							7,0	1,88			0,3	0,32
a91	451-700							0,3	0,29				
p92	51-100							0,7	0,21			2,6	0,81
p92	101-200											1,9	0,90
p92	201-450							11,3	4,44			0,6	0,56
p92	451-700							6,1	0,31				
e92	201-450					0,2	0,09	8,0	2,14				
e92	451-700							1,0	1,13				
a92	201-450							2,6	0,70				
p93	201-450							6,9	2,20				
p93	451-700							49,1	2,50				
e93	201-450	0,5	0,29					4,9	1,93				
p94	51-100											0,1	0,08
p94	101-200							0,4	0,17			9,6	2,93
p94	201-450							0,7	0,57			0,2	0,19
p94	451-700					0,1	0,01	0,1	0,01			0,1	0,18
a94	101-200							0,1	0,10			3,8	2,18
a94	201-450					0,4	0,23	3,3	1,77			1,7	0,83
a94	451-700							0,3	0,38			0,3	0,41
p95	51-100											1,0	0,60
p95	101-200							0,4	0,40			7,6	4,29
p95	201-450					0,1	0,15	0,1	0,11			0,8	0,54
p95	451-700							0,6	0,52			0,2	0,39
a95	51-100											1,1	1,10
a95	101-200							0,4	0,33			4,3	2,75
a95	201-450			0,2	1,32	0,3	0,08	6,5	2,43			1,1	0,61
a95	451-700							0,2	0,85			0,3	0,38
a96	51-100											0,9	0,69
a96	101-200	0,1	0,16					2,8	1,15			2,8	1,68
a96	201-500					0,8	0,28	9,9	2,84			0,8	0,53
a96	501-800							0,5	0,92			0,1	0,05
a97	51-100							0,0	0,01			0,3	0,21
a97	101-200	0,2	0,23									11,1	2,76
a97	201-500					0,5	0,34	6,9	1,85			0,9	0,54
a97	501-800							0,4	0,49			0,2	0,07
a98	51-100											1,9	1,28
a98	101-200	0,1	0,02					2,8	0,89			4,6	1,86
a98	201-500	0,4	0,08			0,4	0,16	4,9	1,93			1,3	0,58
a98	501-800	0,3	1,04					2,1	0,11				

Tab. 20 – *Scyliorhinus stellaris* (a) e *Mustelus punctulatus* (b): rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Scyliorhinus stellaris *(a) and* Mustelus punctulatus *(b): average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

a)

		UO1		UO2		UO3		UO4		UO5		UO6		UO8		UO9		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	51-100			0,2															
p85	101-200			0,2	0,13														
p85	201-450			0,1	0,01														
e85	51-100			0,2	0,47														
e85	101-200			0,2	0,24	0,6	0,13												
e85	201-450					3,0	0,32												
p86	0-50													0,0	0,00				
p86	51-100																	0,0	0,02
p86	101-200			0,3	0,14							0,3	0,07					0,2	0,51
e86	0-50	0,1	0,28																
e86	51-100																	0,0	0,01
e86	201-450					8,0	0,30												
e87	0-50														0,00				
e87	51-100									0,2	0,03								
e87	451-700									0,1	0,37								
a90	51-100															0,1	0,00	0,4	0,15
a90	101-200			0,1	0,07														
a90	451-700									0,1	0,00								
p91	201-450											0,7	0,30						
e91	0-50																	0,1	0,00
e91	51-100																	0,1	0,03
e91	101-200			0,1	0,04													0,1	0,18
a91	51-100																	0,1	0,13
p92	51-100																	0,1	0,05
p92	101-200																	0,1	0,00
p92	201-450											0,3	0,28						
e92	0-50													0,0	0,03				
p93	51-100											0,3	0,15						
p94	51-100																	0,2	0,10
p94	101-200					0,0	0,10			0,7	0,25								
a94	0-50													0,0	0,09				
a94	51-100															0,1	0,78	0,0	0,06
a94	101-200									0,2	0,17								
a94	451-700									0,1	0,21								
p95	51-100																	0,1	0,02
p95	101-200									0,5	0,03	0,7	0,30					0,1	0,23
a95	51-100																	0,1	0,15
a95	201-450									0,1	0,00								
a96	51-100							0,1	0,00									0,1	0,01
a96	101-200							0,1	0,02			0,2	0,06					0,1	0,14
a96	201-500			0,1	0,22							0,5	0,23					0,1	0,14
a97	51-100	0,2	0,00															0,2	0,07
a97	101-200									0,1	0,13	0,2	0,06						
a97	201-500											2,5	0,74						
a98	0-50													0,0	0,04				
a98	51-100																	0,1	0,06
a98	101-200											0,2	0,05					0,0	0,08
a98	201-500											3,2	0,55						

b)

		UO2		UO8		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
e85	0-50			0,2	0,23		
e86	0-50	0,2	0,30				
a96	0-50			0,3	0,18		
a96	51-100			0,7	0,93		
a96	101-200			0,1	0,26		
a97	0-50			0,1	0,11		
a97	51-100			1,1	0,98		
a98	0-50			0,2	0,11		
a98	51-100			0,0	0,06	0,2	0,09

Tab. 21 – *Torpedo nobiliana* (a) e *Raja brachyura* (b): rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Torpedo nobiliana *(a) and* Raja brachyura *(b): average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

a)

		UO2		UO4		UO6		UO7		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50					0,1	0,08								
e85	101-200	0,2	0,05												
p86	0-50					0,4	0,27							0,2	0,00
p86	51-100													0,1	0,00
e86	51-100													0,1	0,00
e86	201-450											0,1	0,02		
e86	451-700											0,1	0,53		
a90	101-200													0,1	0,02
a90	451-700													0,1	1,75
p91	0-50					0,7	0,37								
p91	51-100					0,3	0,07								
e91	451-700													0,1	0,06
a91	201-450													0,1	0,44
a91	451-700											0,1	0,04		
p92	0-50					0,3	0,43								
p92	51-100					0,3	0,12								
p92	101-200													0,1	0,02
p92	451-700							0,0	0,01						
e92	0-50					0,7	0,43								
p93	51-100					0,3	0,31								
p93	101-200	0,5	0,06												
p93	201-450											0,0	0,01		
e93	0-50					0,3	0,30								
p94	0-50					0,5	0,25								
p94	201-450					0,2	0,03	3,2	1,22						
p94	451-700													0,0	0,03
a94	0-50							0,1	0,16	0,5	0,08				
a94	101-200							0,1	0,00					0,1	0,06
p95	0-50					0,3	0,13	0,3	0,11						
p95	201-450													0,1	0,17
a95	51-100													0,0	0,00
a95	101-200							0,2	0,08						
a96	101-200							0,1	0,01						
a96	201-500							0,1	0,39						
a96	501-800											0,1	0,15		
a97	0-50							0,1	0,01			0,1	0,01	0,2	0,07
a97	101-200							0,3	0,03					0,0	0,01
a97	501-800											0,0	0,02	0,0	0,01
a98	0-50			0,1	0,03			0,1	0,14						
a98	51-100			0,1	0,03										
a98	101-200			0,2	0,04			0,1	0,01						
a98	501-800											0,0	0,01	0,0	0,01

b)

		UO5		UO7		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p94	201-450					0,1	0,00
a94	0-50			0,7	1,29		
p95	0-50			0,4	0,54		
p95	51-100					0,0	0,22
a95	51-100			0,1	0,10		
a96	0-50			1,5	1,64		
a96	101-200	0,1	0,01	0,0	0,00		

Tab. 22 – *Dasyatis pastinaca* (a) e *Dasyatis violacea* (b): rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).
Dasyatis pastinaca *(a) and* Dasyatis violacea *(b): average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

a)

		UO2		UO3		UO6		UO7		UO8		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
e85	0-50											0,1	0,15		
p86	0-50											4,8	0,19		
e87	0-50									0,0	0,03				
a90	0-50													0,0	0,19
p91	0-50			0,5	2,00							0,3	0,00		
a91	0-50							0,9	0,53						
a91	51-100													0,0	0,04
p92	51-100													0,1	0,13
a92	0-50									0,0	0,42				
p93	0-50							6,4	3,86						
e93	0-50							0,3	0,17						
p94	0-50							4,3	1,20	0,0	0,04				
p94	101-200													0,1	0,06
a94	0-50							5,3	3,06	0,0	0,03				
a94	51-100													0,0	0,25
a94	101-200													0,1	0,81
p95	0-50							0,1	0,27						
p95	51-100							0,1	0,03					0,2	0,28
p95	101-200													0,2	0,32
a95	0-50	0,2	0,10					4,5	2,70						
a95	51-100							0,1	0,17					0,4	0,65
a95	101-200													0,1	0,43
a96	0-50					0,2	0,83	3,3	2,52						
a96	51-100							0,1	0,02	0,0	0,09			0,4	2,91
a97	0-50					0,3	1,08	10,7	4,68						
a97	51-100									0,1	0,15			0,1	1,41
a97	101-200									0,0	0,09				
a97	201-500					0,2	0,42								
a98	0-50					0,3	0,63	5,4	3,26					0,1	0,11
a98	51-100							0,2	0,15					0,1	0,18
a98	101-200													0,0	0,09

b)

		UO4		UO5		UO6		UO8		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p87	0-50					0,3	1,47				
e87	0-50			0,1	0,81						
a90	0-50			0,1	1,88	0,7	1,03				
p91	0-50					0,7	1,80				
e91	0-50					0,7	0,68				
a91	0-50					0,3	0,58				
e92	0-50					0,3	0,18				
p93	0-50					0,3	0,68				
e93	0-50					0,3	0,52				
p95	0-50					0,8	1,38				
a96	0-50			0,2	3,33						
a96	101-200									0,1	0,30
a97	0-50							0,0	0,04		
a98	0-50	0,1	5,00								

Tab. 23 – *Raja circularis* (a) e *Raja radula* (b): rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h). Raja circularis *(a) and* Raja radula *(b): average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

a)

		UO6		UO7		UO9		UO10		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	451-700					0,7	0,57				
e85	201-450					0,3	0,27				
e85	451-700					1,3	0,82				
p86	51-100									0,1	0,01
p86	101-200					0,1	0,02			0,1	0,03
p86	201-450							3,3	0,08		
e86	0-50							0,1	0,03		
e86	51-100							0,2	0,28	0,3	0,02
e86	101-200							0,3	0,03	0,3	0,01
e86	451-700							0,1	0,02		
p87	201-450					0,2	0,01				
a90	51-100							0,1	0,11		
a90	101-200									0,3	0,33
a90	201-450					0,3	0,53				
a90	451-700					1,3	1,49				
e91	201-450									0,3	0,05
a91	101-200									0,1	0,22
a91	201-450							0,1	0,10	0,1	0,15
a91	451-700									0,1	0,14
p92	0-50							0,1	0,12		
p92	201-450			1,7	0,96						
p92	451-700							0,2	0,01		
p93	451-700							0,1	0,00		
p94	51-100					0,1	0,00				
p94	201-450									0,1	0,06
p94	451-700									0,0	0,04
a94	201-450									0,1	0,10
a94	451-700					0,2	0,16				
p95	201-450							0,2	0,00		
p95	451-700					0,2	0,30	0,1	0,01		
a95	0-50			2,3	0,15						
a95	451-700					0,2	0,08				
a96	0-50			0,3	0,16						
a96	51-100	0,2	0,42								
a96	201-500			0,1	0,03					0,1	0,03
a96	501-800			0,1	0,04	0,1	0,03			0,1	0,24
a97	101-200	0,3	0,30								
a97	501-800									0,0	0,11
a98	201-500			0,0	0,00					0,0	0,01

b)

		UO7		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p86	51-100			0,2	0,03
p86	101-200			0,1	0,18
e86	51-100			0,7	0,13
e86	101-200			0,4	0,06
p92	0-50	0,1	0,03		
p94	51-100			0,0	0,00
a96	101-200	0,1	0,04		
a96	201-500	0,0	0,04		
a97	51-100			0,1	0,00
a98	0-50	1,0	0,47	0,1	0,02
a98	201-500	0,1	0,09		

Tab. 24 – *Oxynotus centrina* (a) e *Hexanchus griseus* (b): rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h).

Oxynotus centrina *(a) and* Hexanchus griseus *(b): average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

a)

		UO2		UO5		UO7		UO8		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50							0,0	0,10		
e85	101-200			0,1	0,27						
p86	51-100									0,1	0,19
p86	101-200									0,1	0,11
p87	51-100							0,0	0,01		
a90	51-100									0,1	0,06
a90	101-200	0,1	0,53							0,1	0,03
a90	201-450									0,1	0,36
e91	51-100									0,1	0,10
p92	101-200	0,1	0,34								
a92	51-100			0,4	1,00						
p93	51-100			0,1	0,56						
p94	51-100									0,0	0,05
p94	101-200									0,1	0,08
a94	51-100									0,0	0,07
a94	101-200			0,2	0,42					0,1	0,00
a94	201-450									0,1	0,01
a94	451-700					0,0	0,08				
p95	101-200									0,1	0,09
a95	51-100									0,0	0,13
a95	101-200			0,2	1,00						
a95	201-450					0,1	0,10			0,0	0,09
a95	451-700					0,1	0,16				
a96	51-100									0,1	0,40
a96	101-200	0,1	0,26							0,1	0,08
a96	201-500	0,1	0,01								
a96	501-800									0,0	0,01
a97	101-200	0,1	0,11	0,1	0,27					0,0	0,09
a98	101-200	0,1	0,43								
a98	501-800					0,0	0,27				

b)

		UO3		UO4		UO6		UO7		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p86	201-450					0,2	0,35				
e86	101-200									0,1	0,03
p87	451-700	0,2	2,40								
p91	201-450					0,3	0,62				
p92	201-450			0,1	0,13						
e92	451-700	0,2	1,17								
a92	201-450	0,3	2,33								
p93	451-700	0,2	0,92								
p95	0-50							0,1	0,00		
p95	201-450							0,1	14,71		
a96	201-500	0,1	0,24								
a96	501-800			0,1	0,14						
a97	501-800			0,1	0,85						

Tab. 25 – *Raja polistigma* (a) e *Raja fullonica* (b): rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h). Raja polistigma *(a) and* Raja fullonica *(b): average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h).*

a)

		UO2		UO5		UO6		UO7		UO9		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	101-200			0,6	0,05								
p85	201-450	1,4	0,06										
e85	101-200	8,7	2,25										
p86	101-200									0,1	0,03		
e86	101-200	1,6	0,51										
a90	51-100							0,6	0,09				
a90	451-700	0,5	0,17					0,1	0,01				
p91	201-450							15,3	1,33				
e91	51-100							0,9	0,13				
a91	0-50					0,3	0,06						
p92	51-100							1,7	0,24				
p92	451-700							0,3	0,03				
e92	201-450							0,1	0,03				
a92	0-50					0,3	0,30						
p93	0-50							0,3	0,02				
e93	51-100							0,5	0,27				
a94	0-50					0,2	0,08	0,1	0,06				
a94	51-100							0,3	0,08				
a94	101-200							1,8	0,20				
a94	201-450					0,7	0,18	3,1	0,88				
p95	101-200							1,1	0,23				
p95	201-450							0,3	0,02				
a95	0-50					0,2	0,08	0,7	0,16				
a95	51-100					0,2	0,35	1,6	0,28			0,0	0,01
a95	101-200							0,8	0,14				
a95	201-450							0,1	0,00				
a95	451-700							0,1	0,00				
a96	0-50							1,5	0,80				
a96	51-100							1,5	0,22				
a96	101-200							2,7	0,34				
a96	201-500							0,7	0,06				
a97	0-50							0,7	0,06				
a97	51-100							0,4	0,26				
a97	101-200							1,8	0,41				
a97	201-500							4,0	0,42				
a98	0-50							4,4	1,48				
a98	51-100							0,8	1,32				
a98	101-200							6,9	0,86				
a98	201-500							1,8	0,21				

b)

		UO2		UO10	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
e85	101-200			0,2	0,01
e85	451-700			0,3	0,15
a92	201-450	0,1	0,06		
a92	451-700	0,3	0,57		
p93	201-450	0,2	0,10		
e93	201-450	0,3	0,28		
p94	201-450	0,2	0,30		
a94	201-450	0,4	0,48		
a97	501-800	0,2	0,72		
a98	201-500	0,1	0,01		
a98	501-800	0,5	0,76	0,0	0,03

Tab. 26 – Rendimenti medi in numero (n/h) e peso (kg/h) di *Heptranchias perlo* (a), *Mustelus asterias* (b), *Raja melitensis* (c), *Raja naevus* (d), *Pteromylaeus bovinus* (e), *Centrophorus uyato* (f), *Dasyatis centroura* (g), *Raja rondeleti* (h), *Raja undulata* (i).

Average catch in number of individuals (n/h) and biomass (kg/h) of Heptranchias perlo *(a),* Mustelus asterias *(b),* Raja melitensis *(c),* Raja naevus *(d),* Pteromylaeus bovinus *(e),* Centrophorus uyato *(f),* Dasyatis centroura *(g),* Raja rondeleti *(h),* Raja undulata *(i).*

a)

		UO6		UO7		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p86	201-450					0,1	0,23
e86	101-200					0,2	0,25
a90	201-450					0,3	0,31
a90	451-700					0,1	0,34
e91	101-200					0,3	0,44
e91	451-700	2,3	0,72				
a91	101-200					0,1	0,03
a91	201-450					0,2	0,15
p92	201-450					0,3	0,27
p94	201-450					0,1	0,04
p94	451-700					0,0	0,04
a94	201-450					0,2	0,16
a94	451-700					0,0	0,03
p95	201-450					0,1	0,02
p95	451-700					0,2	0,18
a95	201-450					0,3	0,36
a95	451-700					0,2	0,23
a96	501-800					0,1	0,31
a97	201-500			0,0	0,10	0,0	0,02
a97	501-800					0,1	0,12
a98	201-500					0,2	0,10

b)

		UO8		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
E85	0-50	0,0	0,01		
P86	51-100			0,3	0,13
P87	0-50	0,0	0,11		
A90	0-50		0,05		
A90	51-100		0,20		
E91	51-100			0,0	0,09
A91	51-100			0,0	0,01
P92	51-100			0,1	0,20
P94	201-450			0,1	0,15
A94	0-50	0,1	0,09		
A94	101-200			0,1	0,22
A94	201-450			0,1	0,16
P95	51-100			0,0	0,04
P95	101-200			0,1	0,35
A95	101-200			0,1	0,08
A95	451-700			0,0	0,12
A96	51-100	0,0	0,01		
A97	101-200			0,0	0,16
A98	101-200			0,1	0,22

c)

		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h
p86	51-100	0,1	0,00
p86	101-200	0,1	0,02
e86	51-100	0,3	0,01
e86	101-200	0,3	0,01
a90	51-100	2,0	0,30
a90	101-200	5,6	0,93
a90	201-450	0,3	0,05
a90	451-700	0,1	0,00
e91	51-100	0,1	0,02
e91	101-200	1,7	0,37
e91	201-450	0,4	0,10
a91	51-100	0,4	0,10
a91	101-200	2,0	0,30
a91	201-450	0,5	0,11
p92	101-200	2,4	0,41
p92	201-450	0,2	0,03
p94	101-200	0,2	0,04
p94	201-450	1,3	0,24
a94	51-100	0,1	0,02
a94	201-450	0,5	0,11
p95	51-100	0,1	0,01
p95	101-200	0,1	0,02
p95	201-450	3,3	0,49
p95	451-700	0,1	0,01
p95	<800	0,3	0,05
a95	51-100	0,2	0,04
a95	101-200	0,1	0,00
a95	201-450	2,7	0,45
a96	101-200	0,1	0,02
a96	201-500	0,4	0,10
a97	201-500	1,1	0,18
a97	501-800	0,1	0,02
a98	101-200	0,3	0,09
a98	201-500	0,8	0,15
a98	501-800	0,1	0,02

d)

		UO7		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p86	51-100			1,6	0,28
p86	101-200			8,6	2,37
p86	201-450			1,5	0,32
e86	51-100			4,3	0,87
e86	101-200			5,6	1,00
e86	201-450			1,4	0,21
e92	51-100	1,5	0,61		
e92	201-450	0,1	0,01		
p93	0-50	0,7	0,29		
a97	0-50	0,2	0,09		
a97	101-200	4,4	0,64		

e)

		UO3		UO10	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50			0,1	0,79
p86	0-50			0,1	0,22
p91	0-50			0,3	0,16
a91	0-50			0,5	0,93
p95	0-50	0,3	0,22		

f)

		UO3		UO10	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p85	0-50			0,1	0,79
p86	0-50			0,1	0,22
p91	0-50			0,3	0,16
a91	0-50			0,5	0,93
p95	0-50	0,3	0,22		

g)

		UO2		UO7	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h	N/h	Kg/h
p93	0-50	0,2	0,38		
p95	0-50			0,1	0,11

h)

		UO7	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h
e91	201-450	0,0	0,01
p94	0-50	0,1	0,10
p94	51-100	0,1	0,09
p94	101-200	0,1	0,02

i)

		UO11	
Campagna	Strato	N/h	Kg/h
p86	51-100	0,1	0,00
p86	101-200	0,1	0,03
e86	51-100	0,3	0,02
e86	101-200	0,3	0,01

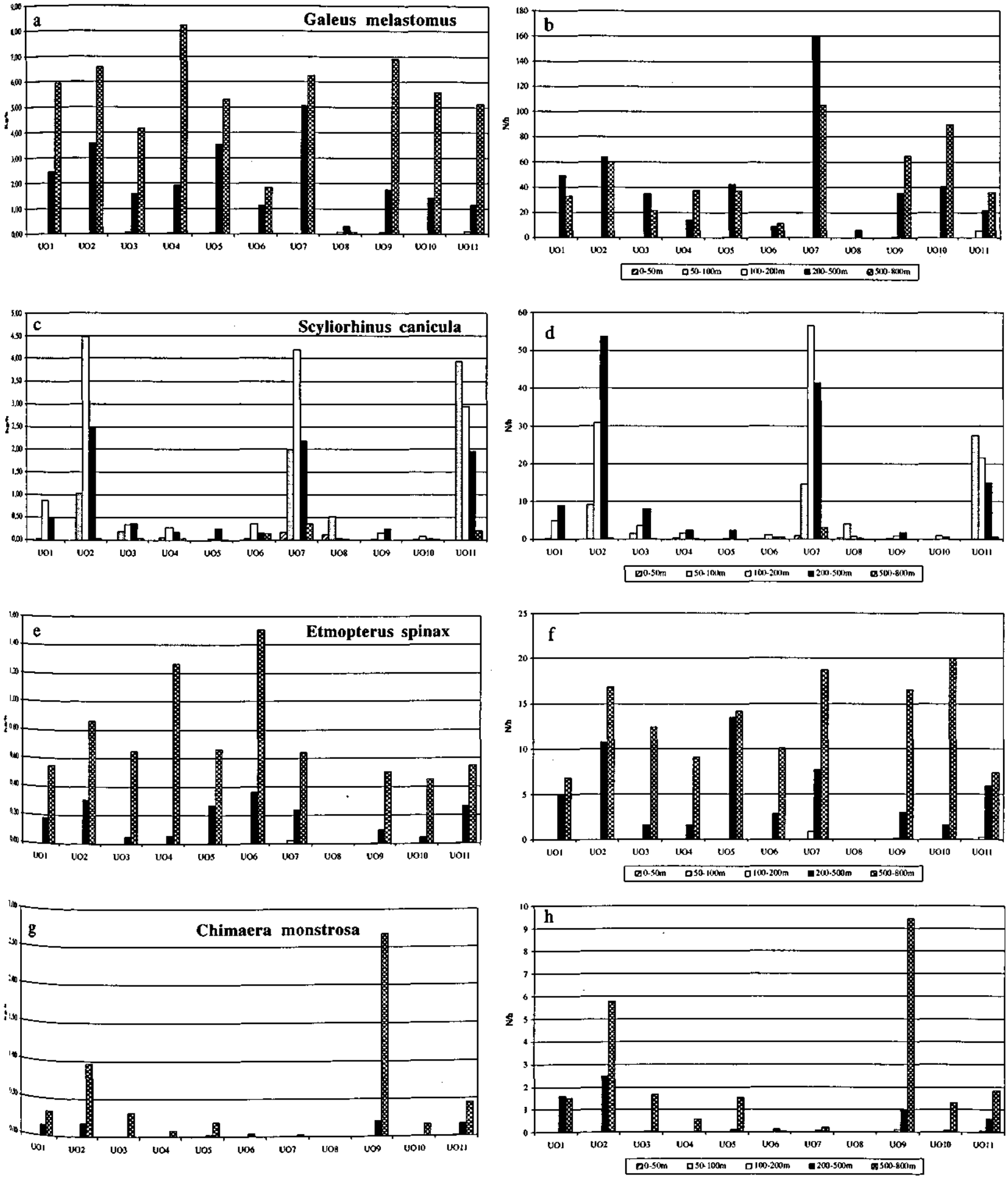


Fig. 2 – Rendimento medio di tutte le campagne nelle 11 Unità Operative in kg/h e n/h: a e b *Galeus melastomus;* c, d *Scyliorhinus canicula*; e, f *Etmopterus spinax*; g, h *Chimaera monstrosa*.

Average value of all surveys obtained by the 11 Operative Units in terms of kg/h and n/h: a,b: Galeus melastomus*; c,d* Scyliorhinus canicula*; e, f* Etmopterus spinax; *g, h* Chimaera monstrosa.

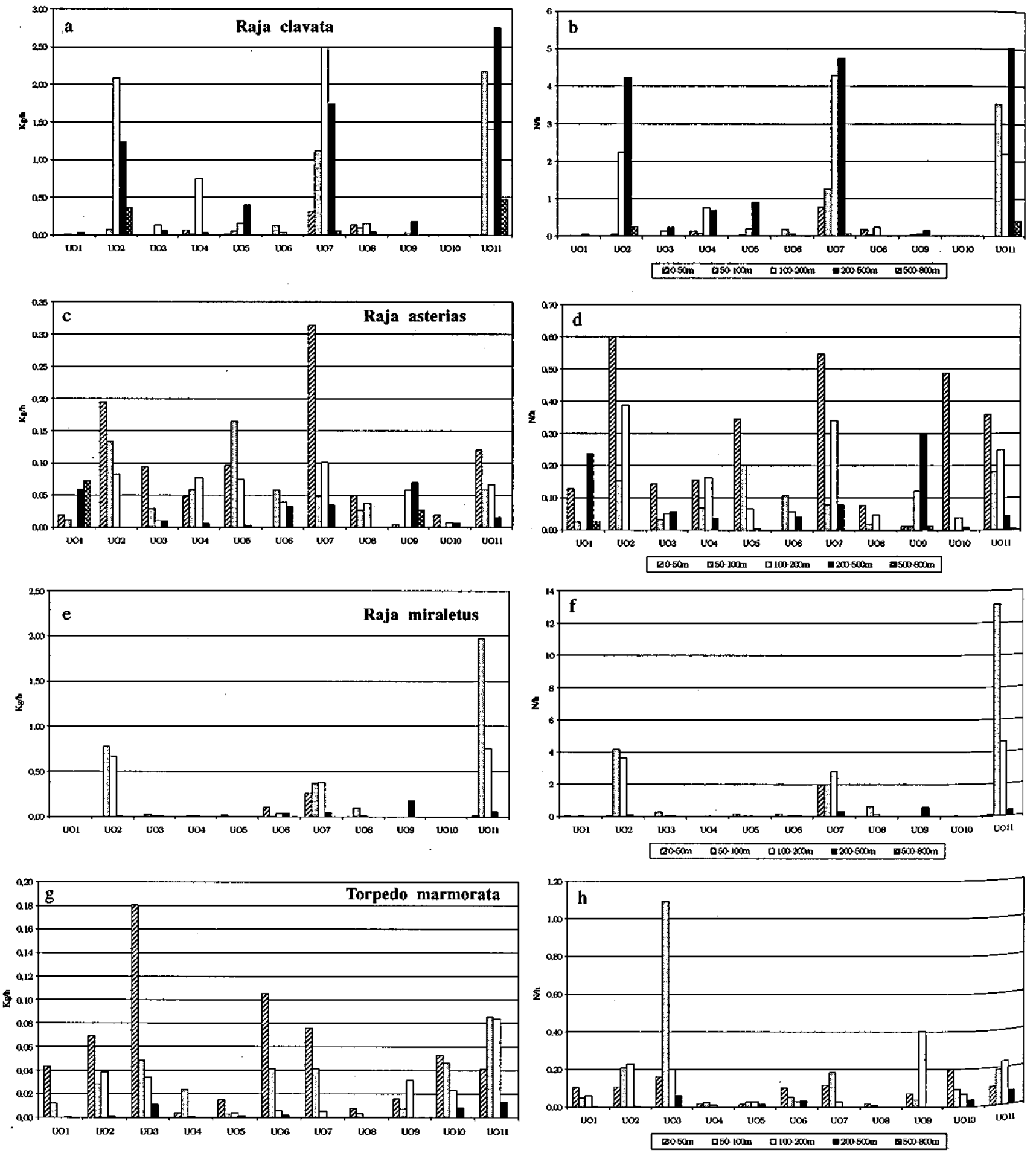


Fig. 3 – Rendimento medio di tutte le campagne nelle 11 Unità Operative in kg/h e n/h: a e b *Raja clavata*, c, d *Raja asterias*; e, f *Raja miraletus*; g, h *Torpedo marmorata*.

Average value of all surveys obtained by the 11 Operative Units in terms of kg/h and n/h: a,b: Raja clavata, *c, d* Raja asterias*; e, f* Raja miraletus; *g, h* Torpedo marmorata.

Squatina squatina è stata pescata solo dalla U.O. 11 nel secondo strato (p86, 0.037 N/h, 0.03 kg/h). *Mobula mobular* è stata pescata solo dalla U.O. 4 nel primo strato (a95, 1.5 N/h, 0.5 kg/h e a97, 0.12 N/h, 0.04 kg/h). Per le otto specie comuni a tutte le UU.OO. vengono forniti i valori medi totali (tra tutti i dati disponibili per ciascuna U.O.) di rendimento in kg/h e n/h (figure 2-3). Per la maggior parte delle specie i valori più bassi sono stati trovati nell'Adriatico Centrale e Settentrionale.

La specie che fornisce i più alti valori di cattura sia in termini di numero di individui che di peso è *Galeus melastomus*, che può superare i 100 kg/h in singole cale, mentre i valori medi riportati in tab. 3 sono più bassi. Per evidenziare possibili cambiamenti dei rendimenti nel tempo e nei singoli strati, sono stati calcolati i rendimenti in peso (valore medio tra le 11 UU.OO.) per le singole campagne delle otto principali specie (figure 4-5). Per *Raja clavata* e *R. asterias* c'è stata una maggiore cattura negli ultimi anni. Per quanto riguarda la distribuzione geografica delle specie, l'Adriatico Centrale e Settentrionale (U.O. 8) si differenzia dalle altre zone per la scarsità di fondi batiali e quindi di specie di acque profonde.

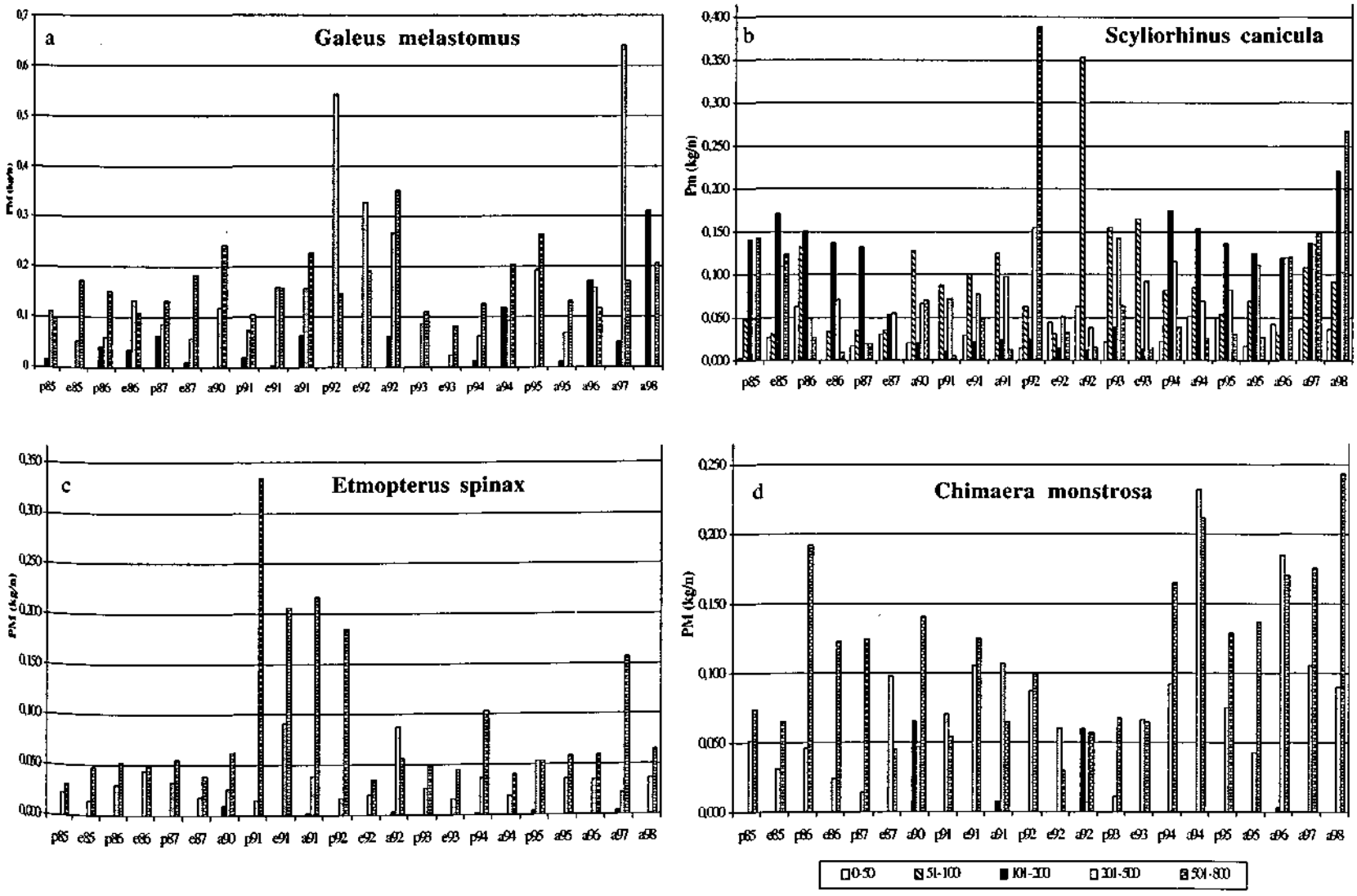


Fig. 4 – Valore medio di cattura (kg/n) per strato e per campagna cumulando i dati delle 11 Unità Operative. a) *Galeus melastomus* b) *Scyliorhinus canicula* c) *Etmopterus spinax* d) *Torpedo marmorata.*

Mean catch (kg/n) per stratum and survey of all 11 Operative Units.

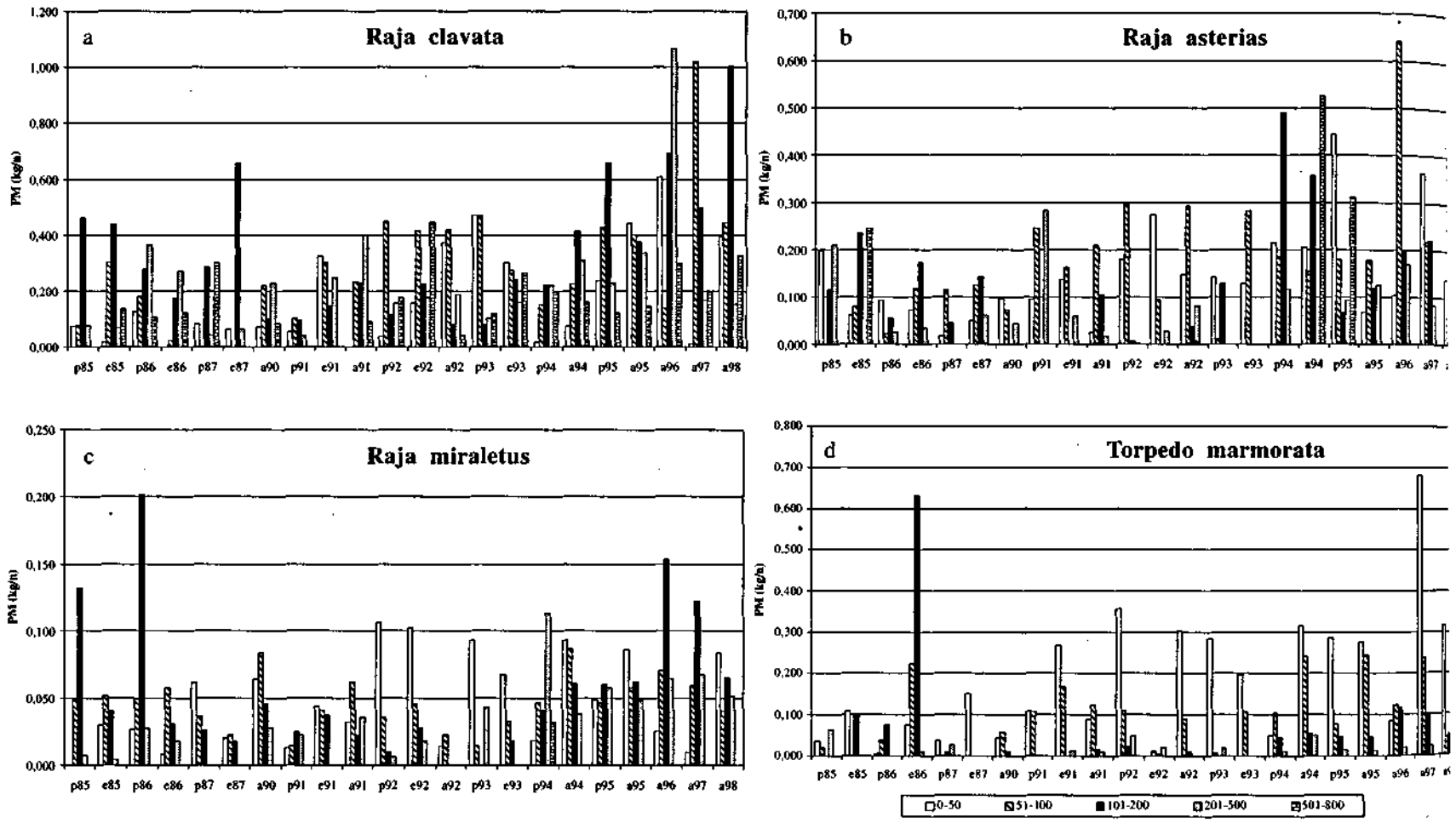


Fig. 5 – Valore medio di cattura (kg/n) per strato e per campagna cumulando i dati delle 11 Unità Operative: a) *Raja clavata* b) *Raja asterias* c) *Raja miraletus* d) *Torpedo marmorata*
Mean catch (kg/n) per stratum and survey of all 11 Operative Units.

Fra gli squaliformi quattro specie (*Heptranchias perlo, Mustelus asterias, Centrophorus uyato* e *Squatina squatina*) non sono state trovate dalle prime cinque UU.OO., ma solo da alcune tra le rimanenti sei. È curiosa l'assenza delle tre specie di *Mustelus* dai mari della Sardegna, come segnalato anche da Fisher *et al.*, 1987. Fra i raiformi, sei specie sono state rinvenute solo a Sud della Campania (Tabella 2).

Per quanto riguarda la distribuzione verticale (figure 6 e 7), alcune specie sono state ritrovate in un solo strato, altre in tutti e cinque gli strati. Il range batimetrico può variare da una U.O. all'altra: Nelle figure non sono riportate *P. bovinus*, *D. centrura*, *M. mobular* rinvenute solo nel primo strato, *S. squatina* soltanto tra 50-100, *C. uyato* pescato solo nel quinto strato e *D. violacea* catturata sia nel primo che nel secondo strato ma con una netta prevalenza per il primo (92%).

Conclusioni

In totale vengono segnalate 44 specie, di cui 1 Olocefalo, 17 Squaliformi, 26 Raiformi, cioè il 59,5% delle 74 specie considerate facenti parte della fauna italiana (check-list, in Amori *et al.* 1993). Tra queste 74 specie molte sono prettamente pelagiche, alcune segnalate una sola volta, altre sono dubbie. Pertanto si può ritenere che le specie di Selaci catturate durante le campagne di pesca a strascico rappresentino più della metà dei Selaci normalmente presenti

nei nostri mari. Le differenze tra questa lista ed i Selaci trovati durante le campagne Medits (Bertrand *et al.* 2000) sono limitate, in quanto nella lista GRUND mancano *Rhinoptera marginata* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), *Galeus atlanticus* (Vaillant, 1888), *Hexanchus nakamurai* (=*vitulus*) (Springer & Waller, 1869) e *Squatina aculeata* (Cuvier, 1829), mentre nella lista Medits mancano *Mobula mobular*, *Mustelus punctulatus*, *Pteromylaeus bovinus* e *Raja montagui*.

Il maggior numero di specie è stato rinvenuto nello Stretto di Sicilia, con 37 specie; il minor numero in Liguria, con 13 specie; ovviamente le differenze sono da imputarsi anche alla diversa estensione delle aree considerate. Nell'insieme si può affermare che nel Sud e nei mari di Sardegna è stato ritrovato un maggior numero di specie. I dati del presente lavoro integrano le conoscenze sulla distribuzione dei Selaci in Mediterraneo, riportata nelle Schede della FAO per i pesci del Mediterraneo (Fisher *et al.*, 1987). In questa opera, infatti, per la Sardegna non è segnalata la presenza di *Dasyatis centroura, D. pastinaca, Myliobatis aquila, R. asterias, R. brachyura, R. circularis, R. clavata, R. miraletus, R. montagui, R. naevus, R. oxyrhinchus, R. polistigma, R. radula* e *R. rondeleti, Oxynotus centrina, Etmopterus spinax* e le tre specie di *Torpedo*. Per l'Adriatico va aggiunta *R. asterias*; per la Sicilia *R. montagui, R. polistigma* e *R. radula*.

Le specie più comuni nelle catture dello strascico delle 11 UU.OO. risultano *Galeus melastomus, Scyliorhinus canicula, Raja asterias, R. clavata, R. miraletus, Torpedo marmorata*. La cattura di alcune specie è del tutto accidentale, trattandosi il più delle volte di forme pelagiche.

La specie che fornisce i più alti valori di cattura sia in termini di numero di individui che di peso è *G. melastomus*, che può superare i 100 kg/h in una singola cala.

Ci sono specie come ad esempio *Oxynotus centrina* che non sono state catturate in alcune zone come ad esempio in Liguria e Toscana meridionale (U.O. 1, U.O. 3) durante le campagne, ma risultano presenti in base ai dati della letteratura. Inoltre, l'assenza di alcune specie in un'area potrebbe anche essere legata alla difficoltà di identificazione, in particolare per alcune razze.

La raccolta di ulteriore materiale fresco e la preparazione di migliori chiavi di identificazione è una grande priorità per un corretto censimento dello stato della biodiversità di questo gruppo e come questa varia nel tempo in relazione ai cambiamenti dell'ambiente in parte dovuti anche alla pesca. La maggior parte degli squali oggetto di pesca non è in grado di sostenere una pesca intensa (Camhi *et al.* 1998) anche se per valutare la vulnerabilità di molte specie i dati sono ancora insufficienti (Castro *et al.* 1999).

Per valorizzare ancora di più i risultati ottenibili con le campagne a strascico è altamente auspicabile una maggiore attenzione alle problematiche della biodiversità e a quella dei Selaci in particolare essendo essi, o per lo meno alcuni di essi, buoni indicatori dello stato dell'ambiente anche perché situati normalmente al vertice delle catene trofiche. Anche a causa della loro rarefazione in alcune zone, la FAO ha predisposto un piano di azione per la salvaguardia dei Selaci (IPOA – SHARKS) e l'Italia (ICRAM-Ministero Ambiente) sta predisponenedo un Piano di Azione Nazionale di Protezione (Vacchi e Notarbartolo di Sciara, 2000); ad ambedue queste azioni il GRU.N.D. potrebbe fornire un importante contributo attraverso l'effettuazione delle periodiche campagne di pesca per la valutazione delle risorse demersali con un modesto costo aggiuntivo sia in termini di risorse umane che finanziarie.

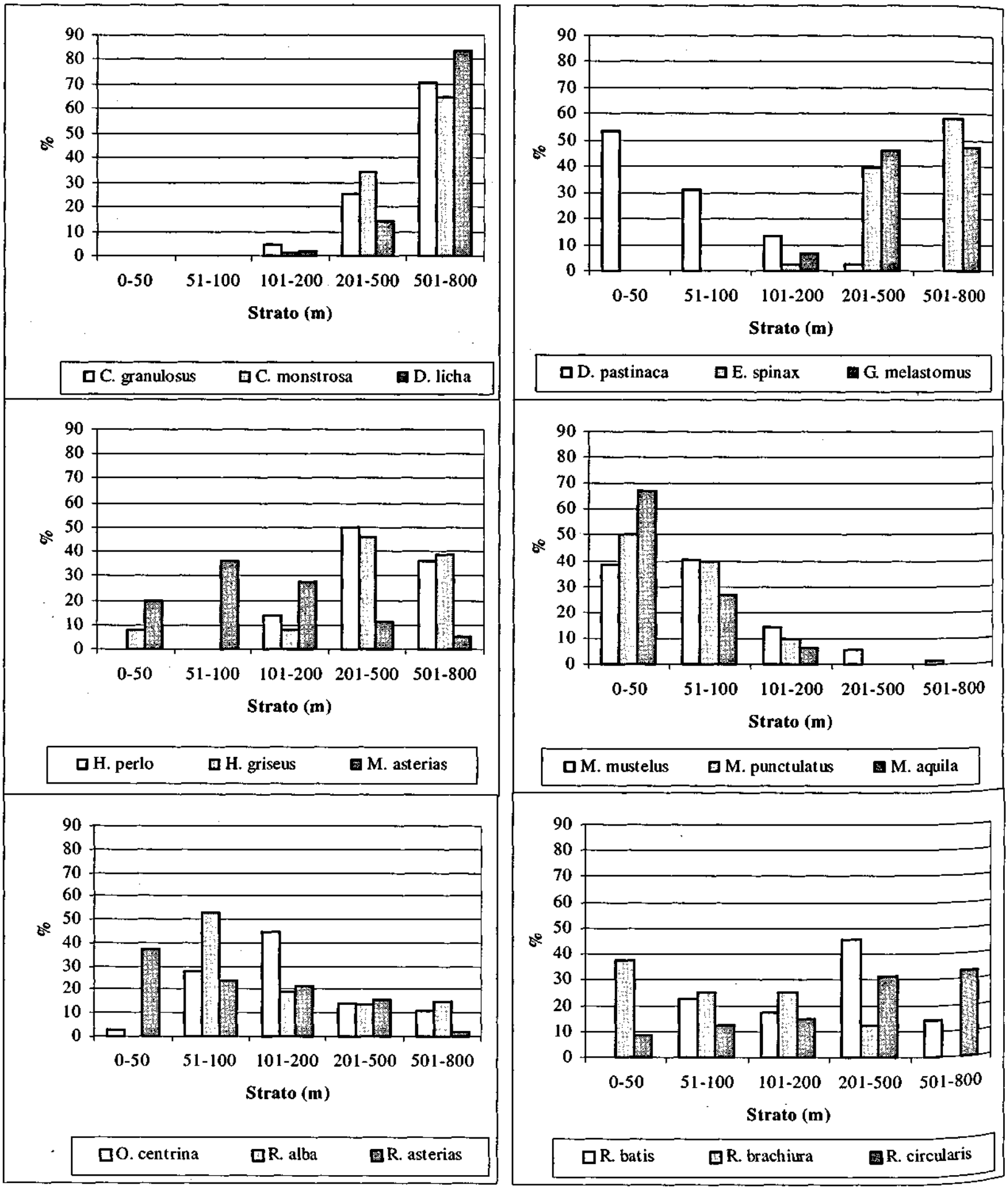
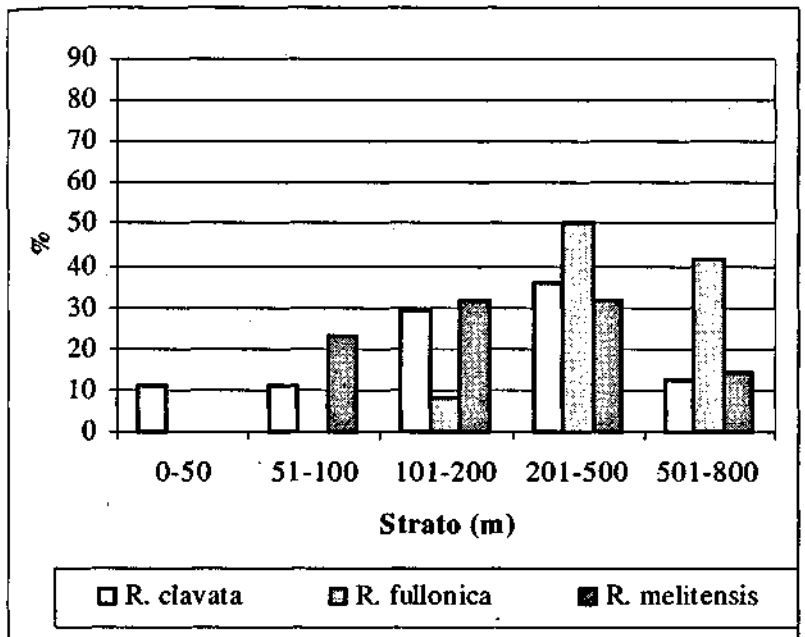
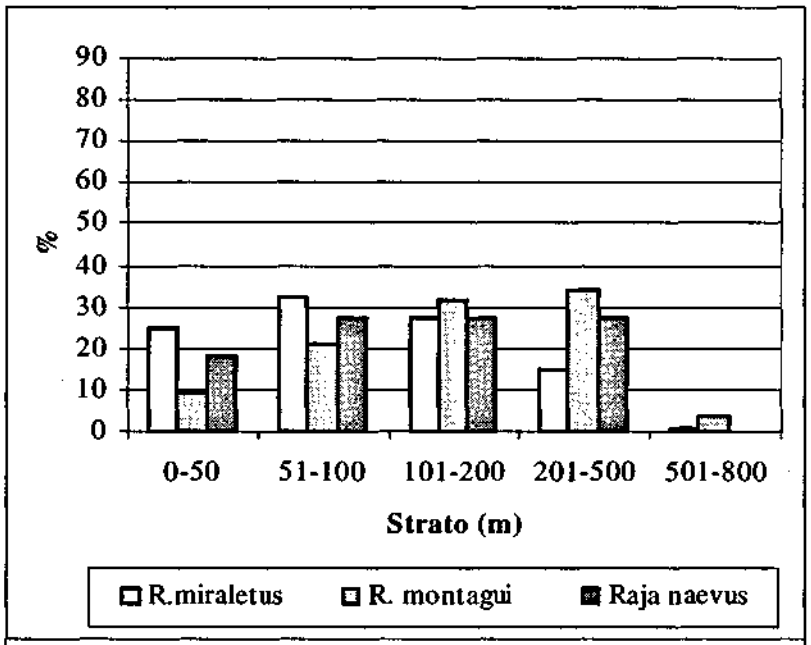
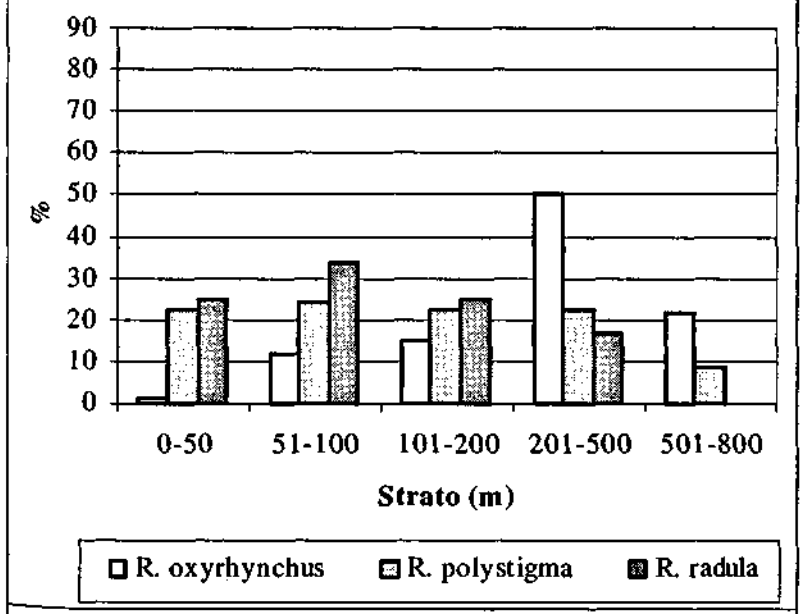
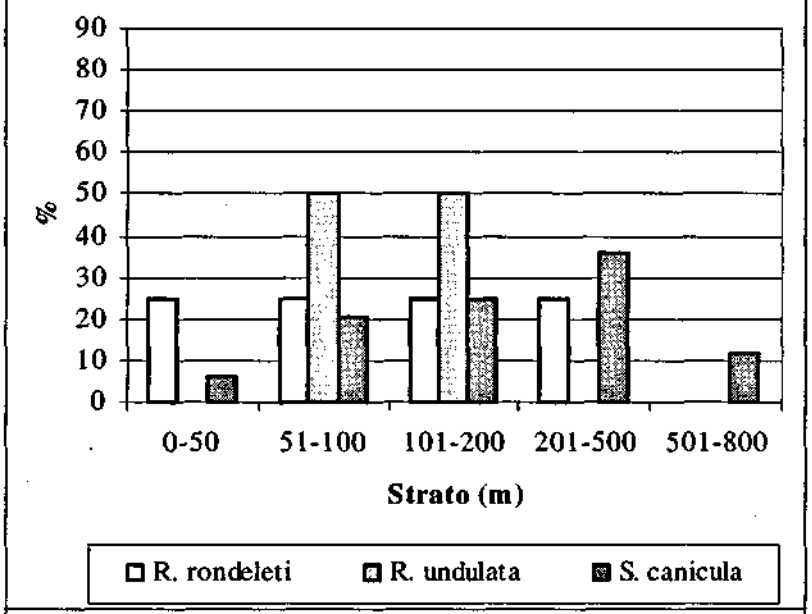


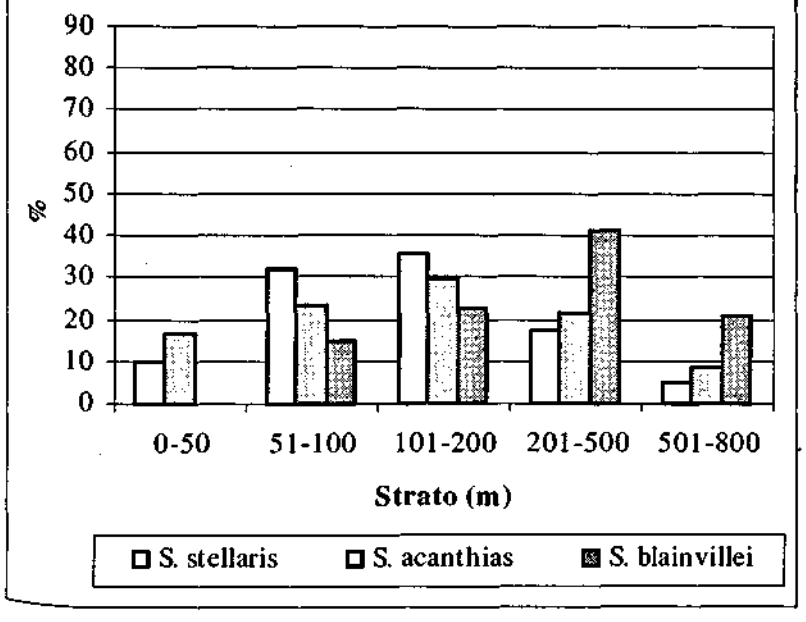
Fig. 6 – Distribuzione batimetrica dei selaci pescati durante le campagne di pesca a strascico.
Bathymetric distribution of elasmobranchs fished during trawl surveys.











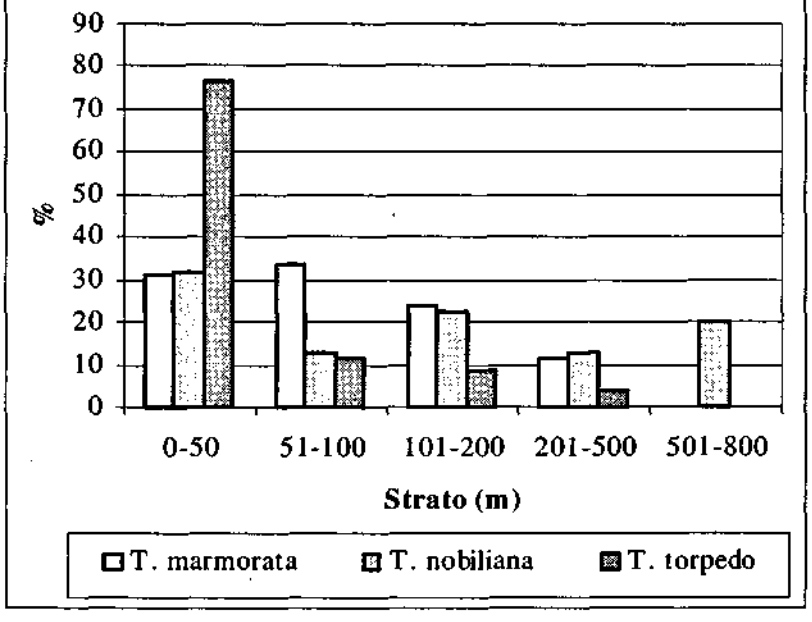


Fig. 7 – Distribuzione per strato dei selaci pescati durante le campagne.
Distribution per stratum of elasmobranchs fished during trawl survey.

Summary

During 22 trawl surveys carried out from 1985 to 1998 in all the seas around Italy from Ventimiglia (Ligurian Sea) to Trieste (Upper Adriatic Sea), Sicily and Sardinia included, data on elasmobranchs were collected by 11 Operative Units belonging to GRUND (National Group for the Evaluation of Demersal Resources). The purpose of the surveys was to evaluate demersal resources in accordance with law 41/82 and they were conducted mainly twice a year (spring, autumn) on bottoms down to 750/800 m depth and following a stratified random sampling design. Five strata (0-50, 51-100, 101-200, 201-500, 501-800) were chosen and 9281 trawls were made. During 14 years of surveys, 44 species of selachians (including 1 rabbit fish, 17 sharks and 26 skates) were fished by otter trawl on trawlable grounds in Italian seas.

Only 8 species occurred with a presence higher than 45% of all surveys, 6 species *Galeus melastomus*, *Scyliorhinus canicula*, *Raja clavata*, *R. asterias*, *R. miraletus* and *Torpedo marmorata* are common to all the seas investigated. For all species, except *Dasyatis tortonesei* and *Galeorhinus galeo*, catches per hour in terms of number of individuals and weight per stratum and per survey are given; geographical and vertical distribution are also given. The 44 species represent 59.5% of 74 elasmobranch species recorded in the checklist of Italian fauna. Some of these 74 species are very rare (caught only once), some are large pelagic strong swimmer fish that are not caught by trawl. So the list of species fished during the Italian trawl survey represents most of the elasmobranchs and almost all the demersal selachians living on sandy and muddy bottoms. These species are almost the same as those caught during the MEDITS campaigns, the only difference being the absence in the MEDITS list of *Mobula mobular*, *Mustelus punctulatus*, *Pteromylaeus bovinus* and *Raja montagui* and in the Italian list of *Rhinoptera marginata*, *Galeus atlanticus*, *Hexanchus nakamurai* (=*vitulus*), *Squatina aculeata*.

The highest number of species (37) was found in the Strait of Sicily, the lowest (13) in the Ligurian Sea, but the different size of the two areas also has to be taken in account.

The present data make it possible to enlarge the distribution of some species; in particular the following species not recorded in FAO sheets (Fisher *et al.* 1987) are present in Sardinia *Dasyatis centrura*, *D. pastinaca*, *Myliobatis aquila*, *R. asterias*, *R. brachyura*, *R. circularis*, *R. clavata*, *R. miraletus*, *R. montagui*, *R. naevus*, *R. oxyrhinchus*, *R. polistigma*, *R. radula* e *R. rondeleti*, *Oxynotus centrina*, *Etmopterus spinax* and three species of *Torpedo*. For the Adriatic Sea *R. asterias* and for Sicily *R. montagui*, *R. polystigma* and *R. radula* are added.

The importance of selachians for biodiversity studies and as indicators of the quality of the environment and in particular of over-exploitation by fishery is outlined.

Bibliografia

AMORI G., ANGELICI F.M., FRUGIS S., GANDOLFI G., GROPALLI R., LANZA B., RELINI G., VICINI G. (1993) – Vertebrata. In: A. Minelli, S. Ruffo & S. La Posta (eds.). *Checklist delle specie della fauna italiana*, Bologna, Calderini, 110: 1-83.

BAINO R., SERENA F. (2000) – Valutazione di abbondanza e distribuzione geografica di alcuni selaci dell'alto Tirreno e Mar Ligure meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 433-439.

BELLUSCIO A., SCACCO U., COLLOCA F., CARPENTIERI P., ARDIZZONE G.D. (2000) – Strategie alimentari di due specie di selaci di acque profonde, *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810) e *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758), nel Tirreno centrale. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 417-426.

BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPAONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2000) – Contribution on the distribution of elasmobranchs in the Mediterranean (from the Medits surveys). *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 385-399.

BONFIL R. (1994) – Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, **341**: 119 pp.

CAMHI M., FOWLER S.L., MUSICK J.A., BRAUTIGAM A., FORDHAM S.V. (1998) – *Sharks and their relatives* – Ecology and Conservation. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: iv + 39 pp.

CASTRO J.I., WOODLEY C.M., BRUDEK R.L. (1999) – A preliminary evaluation of the status of shark species. *FAO Fish. Tech. Paper,* **380**: 1-72.

DE RANIERI S., BIAGI F., SBRANA M. (1991) – Condroitti di fondi molli dell'Arcipelago Toscano Meridionale. *Ricerche Biologia Selvaggina,* **16** (Suppl.): 71-73.

D'ANCONA U. (1926) – Dell'influenza della stasi peschereccia del periodo 1915-1918 sul patrimonio ittico dell'Alto Adriatico. *Mem. R. Comit. Talass. It.,* **126**: 5-95.

D'ANCONA U. (1934) – Ulteriori osservazioni sulle statistiche della pesca dell'Alto Adriatico. *Mem. R. Comit. Talass. It.* Venezia, **215**: 3-27.

D'ONGHIA G., MATARRESE A., TURSI A., SION L., (1995) – Observations on the depth distribution pattern of the small-spotted catshark *Scyliorhinus canicula* in the North Aegean Sea. *Jour. Fish. Biol.*, **47**: 421-426.

FISHER W., M.L. BAUCHOT, SCHNEIDER M.R. (1987) – *Fichês FAO d'idéntification des espèces pour les besoins de la pêche.* (Révision 1). *Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37.* FAO, Rome, **2**: 761-1530.

HOLDEN M.J. (1974) – Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In: F.R. Harden Jones (Ed.), *Sea fisheries research*, Halsted Press, J. Wiley & Sons, New York: 117-137.

LEVI D. (1988) – Relazione sull'attività svolta dalla Unità Operativa I.T.P.P.-C.N.R. di Mazara del Vallo. *Atti Seminari Unità Operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura. Sessione "Valutazione Risorse Demersali"*. Min. Mar. Mer. e C.N.R., Roma, 1986, **3**: 1561-1767.

MAIORANO P., CARLUCCI R., CASAMASSIMA F., DE NICOLÒ E.V. (2000) – Incidenza dei Selaci nella pesca commerciale del Mar Ionio nord-occidentale. *Biol. Mar. Medit.,* **7** (1): 447-451.

MARANO C.A., MARSAN R., DI TURI L. (2000) – Note sulla distribuzione e biologia dei giovanili di Sagrì nero *Etmopterus spinax* (L. 1758) sui fondi epi e mesobatiali dell'Adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.,* **7** (1): 452-454.

MATARRESE A., D'ONGHIA G., TURSI A., BASANISI M. (1996) – New information on the ichthyofauna of the South-Eastern Italian coasts (Ionian Sea). *Cybium,* **20** (2): 197-211.

PICCINETTI C. (1988) – Valutazione delle Risorse Demersali in Alto e Medio Adriatico Sessione "Valutazione Risorse Demersali", Roma 1986. *Atti Seminario delle Unità Operative responsabili dei Progetti di Ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura,* M.M.M.-C.N.R., **3**: 1457-1464.

RAGONESE S., DI STEFANO L., BIANCHINI M.L. (2000) – Catture e selettività di pesci cartilaginei nella pesca dei gamberi rossi nello Stretto di Sicilia. *Biol. Mar. Medit.,* **7** (1): 400-411.

RELINI G. (1985) – Programme of the Italian Ministry of the Merchant Marine for the demersal resources survey in the area 37/3. *FAO Fish. Rep.*, **336**: 119-123.

RELINI G. (1995) – La fauna ittica batiale del Mediterraneo con particolare riferimento ai campionamenti dello strascico. *Biol. Mar. Medit.,* **2** (2): 177-183.

RELINI G. (1998a) – I progressi della ricerca italiana sulla pesca a strascico. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 3-21.

RELINI G. (1998b) – Valutazione delle risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.* **5** (3) parte prima: 3-19.

RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (eds) (1999) – Sintesi sulle conoscenze sulle risorse della pesca dei fondi del Mediterraneo Centrale (Italia e Corsica). SYNDEM Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biol. Mar. Medit.,* **6** (Suppl. 1): 1-869.

RELINI G., PICCINETTI C. (1991) – Stato attuale dei censimenti ittici nei mari italiani. Presentato al II Seminario Italiano Censimenti Faunistici dei Vertebrati Brescia, 6-9 Aprile 1989. Atti in *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina,* **16**: 29-54.

SIBM (1998) – Pubblicazioni scientifiche delle Unità Operative italiane sulla valutazione delle risorse demersali (1984-1997) a cura di Tursi A. e Costantino G. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 573-660.

SERENA F., BAINO R., RIGHINI P., (1988) – Geographical and depth distribution of Rays in Northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer. Mèdit.*, **31** (2): 277.

SERET B., Mc EACHRAN J.D. (1986) – Catalogue critique des types de poissons du Museum National d'Histoire Naturelle (suite). Poissons Batoides (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Batoidea). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris,* **8** (4) Suppl.: 3-50.

SION L., D'ONGHIA G., BASANISI M., PANZA M. (2000) – Distribuzione dei selaci sui fondi strascicabili del Mar Ionio nord-occidentale. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 455-460.

TURSI A., D'ONGHIA G., MATARRESE A., PISCITELLI G., (1993) – Observations on population biology of catshark *Galeus melastomus* (Chondrichthyes, Scyliorhinidae) in the Ionian Sea. *Cybium,* **17** (3): 187-196.

UNGARO N., MARANO G., RIZZI E., MARZANO M.C. (1996) – Demersal Squaliformes and Rajiformes in the South-Western Adriatic Sea: trawl-surveys 1985-1994. *FAO Fish. Rep.*, **533** (Suppl.): 87-96.

UNGARO N., MARANO G., MUSCI E. (1997) – Aspetti relativi alla riproduzione di selaci demersali nel bacino adriatico sud-occidentale. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 567-570.

VACCHI M. NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2000) – I pesci cartilaginei nei mari italiani, una risorsa che richiede urgenti misure di tutela. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 296-311.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 385-399

J. BERTRAND[1], L. GIL DE SOLA[2], C. PAPAKONSTANTINOU[3], G. RELINI[4], A. SOUPLET[5]

[1]Ifremer, Nantes, France, MEDITS General Coord. – bertrand@ifremer.fr
[2]IEO, Fuengirola, Spain, MEDITS-ES Coord. – gildesola@ccuma.sci.uma.es
[3]NCMR, Athens, Greece, MEDITS-GR Coord. – pap@posidon.ncmr.gr
[4]SIBM – DIP.TE.RIS., Genoa, Italy, MEDITS-IT Coord. – sibmzool@unige.it
[5]Ifremer, Sète, France, MEDITS-FR Coord. – asouplet@ifremer.fr

CONTRIBUTION ON THE DISTRIBUTION OF ELASMOBRANCHS IN THE MEDITERRANEAN (FROM THE MEDITS SURVEYS)[1]

CONTRIBUTO DELLE CAMPAGNE MEDITS ALLA CONOSCENZA DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI ELASMOBRANCHI IN MEDITERRANEO

Abstract

Data on Chondrichthyes collected from 1994 to 1998 during eight trawl surveys of the Medits project are presented and discussed. On the trawlable bottom from Gibraltar to Crete, 44 species of which 24 skates, 19 sharks and 1 rabbit fish have been identified. Samples were carried out during spring from 10 to 800 m depth. Geographical and vertical distribution, density indices, mean individual weight of main species are recorded.

Key-words: *Chondrichthyes, trawl surveys, distribution, Mediterranean.*

Introduction

In the Mediterranean, the contribution of elasmobranchs in commercial fisheries is low compared with the one of other fish groups (FAO n.a.). Nevertheless, sharks and rays are an important component of the marine fauna. Due to their position in the trophic relationships and the reproduction pattern of most the species, they may be sensitive indicators of the evolution of the fauna in an area, particularly when exist important multispecies fisheries. So far, a decreasing trend in the abundance of these species has been documented in different areas from directed fisheries as well as from by-catch (Bonfil 1994; Branstetter 1993; Casey & Myers 1998). The history of non-sustainability of the exploitation of elasmobranchs implies a need for a more systematic approach to the problem of elasmobranch assessment.

A characterization of species ranges diversity would be used for a categorization of faunal provinces. Such a component may be taken into consideration among different references for the definition of natural management areas (Caddy 1998). In the Mediterranean, 86 elasmobranch species of potential interest for fishery are identified (Fischer *et al.* 1987) with different distribution areas. Only in the Greek waters, 62 species of elasmobranchs have been listed within 447 fish species (Papakonstantinou 1988). The situation is quite similar in the Catalan Sea with 62 elasmobranch species for a total of 454 fish species (Lloris *et al.* 1984). In the Italian Sea 490 fish species of which 74 selachii (1 Chimaeriformes, 43 Squaliformes, 30 Rajiformes) were recorded (Amori *et al.* 1993). Relini (1995) lists 42 species of elasmobranchs living on bathyal bottoms in the Italian Sea of which 35 were caught during trawl surveys before 1994. In an up to date list of elasmobranchs fished during national trawl surveys

(1985-1998) in all Italian seas 44 species (1 Rabbit fish, 17 sharks, 26 rays) are recorded (Relini *et al.* in press). Different studies on the distribution of fish, including elasmobranchs are also available (Gil de Sola Simarro 1994). Most of them are regional. In some cases, trends in abundance and diversity of these species have been described (Aldebert 1997).

The northern Mediterranean is characterized by a wide diversity of environments, including a succession of very sheer continental margins interrupted by a few large shelves. Medits (Mediterranean International trawl survey) is a project (Bertrand *et al.* 1997) that has given for the first time the opportunity to several Mediterranean Countries to carry out together standardized bottom trawl surveys on demersal resources in this area from the strait of Gibraltar to the Aegean Sea. This project has produced a lot of information on a large amount of species existing on the shelves and along the upper slopes of the area and set up an opportunity to update the knowledge on a wide number of species. The aim of this paper is to provide some general indications on the diversity and distribution of elasmobranchs in the Mediterranean from the results of these surveys.

Materials and methods

The basic data used for this study were issued from standardized bottom trawl surveys (Medits project) carried out in the Mediterranean each year from 1994 to 1998. These surveys covered all the trawlable areas from the strait of Gibraltar to the Aegean Sea between 10 to 800 meters depth (Fig. 1). They were conducted each year between the end of spring and the middle of summer. During each of the surveys, a total of about one thousand hauls were carried out. The duration of each haul was 30 minutes at depths of less than 200 meters. The duration was doubled below this limit. About 59% of the 5.143 studied stations were positioned over the continental shelves from 10 to 200 meters (Fig. 2) while the others occurred along the upper slope. The hauls were conducted at the same positions during each yearly survey.

Though the surveys were managed aboard different vessels, all the involved teams applied the same sampling methodology, including the characteristics of the sampling gear, its handling and the observations on the samples. The gear used for these surveys had a small codend (20 mm, stretched mesh) and between 2 and 2.5 meters of vertical opening (Bertrand *et al.* 1997). For each haul, all the species with direct or potential interest for fishery assessment were identified and numbered. A detailed description of methods is refereed in the Protocol Manual (Anon. 1998). The elasmobranchs were named referring to the FAO nomenclature (Fischer *et al.* 1987). This reference is the one used in this paper to denominate the species.

Estimates of abundance indices were based on stratified random sampling (Cochran 1977), applying the stratification scheme defined for the Medits programme (Fig. 1) and a swept area method. When the areas have been aggregated, the limit between the western and eastern basins has been arbitrary fixed at the southeast end of Sicily. As elasmobranchs were not systematically measured, an index of mean individual weight was estimated from the total weights and numbers by haul.

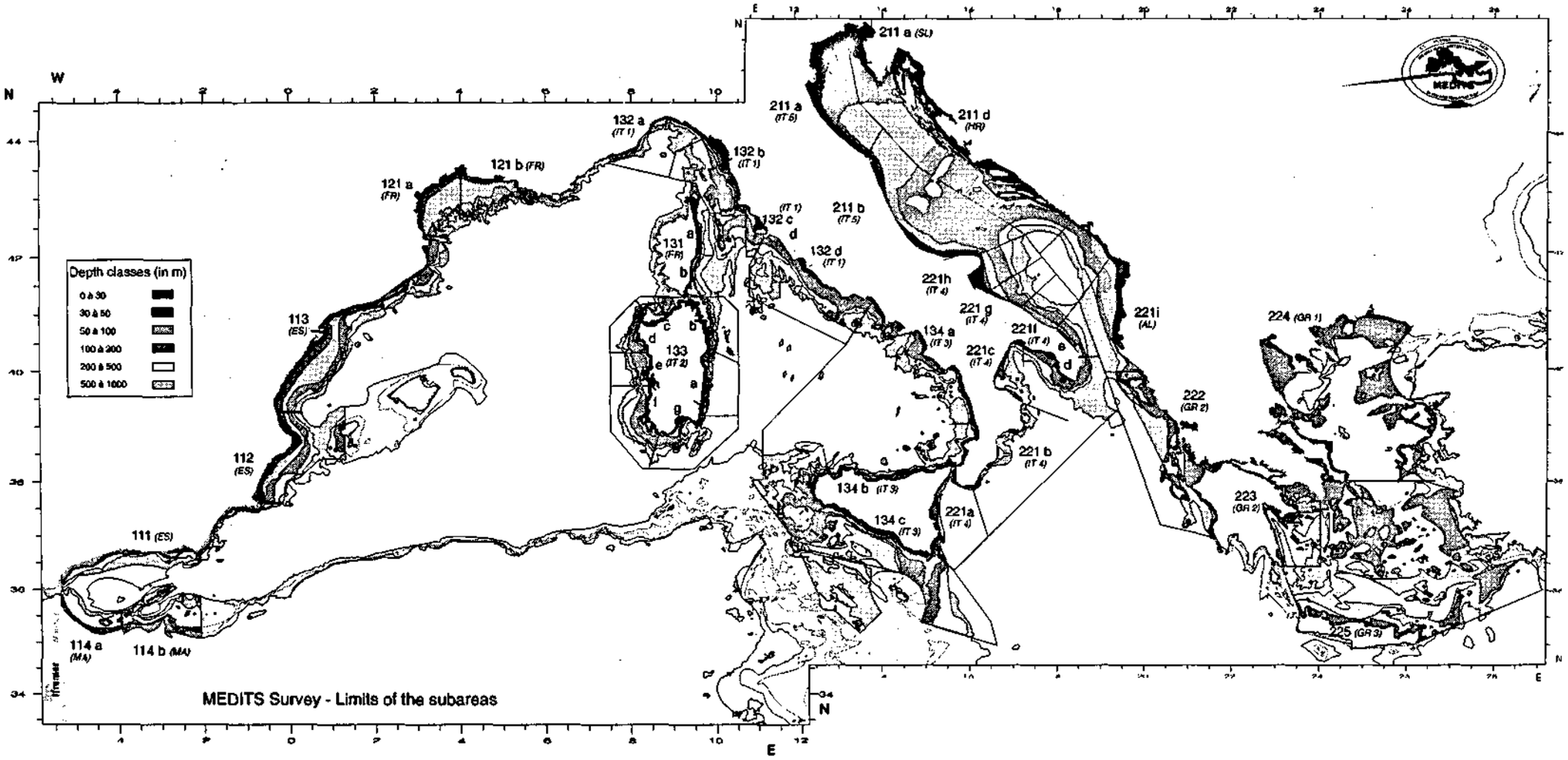


Fig. 1 - Area covered by the MEDITS surveys (The depths of 10 and 800 meters have been replaced by the nearest available, respectively 30 and 1000 m, on the map used).

L'area interessata dalle campagne a strascico MEDITS (Nella mappa le batimetriche dei 10 e 800 metri non disponibili sono state rimpiazzate da quelle più vicine cioè 30 e 1.000 metri).

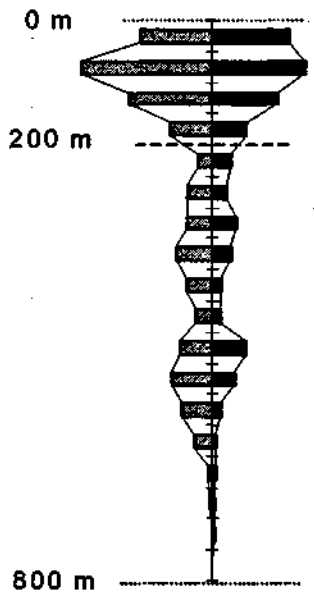


Fig. 2 - Vertical distribution of the stations of the Medits surveys (left: western basin, 3028 hauls, right: eastern basin, 2115 hauls; from the Medits data 1994-1998)
Distribuzione verticale delle stazioni delle campagne MEDITS (a sinistra il bacino occidentale, 3.028 cale, a destra il bacino orientale con 2.115 cale (dai dati MEDITS 1994-1998).

Results

From the overall stations studied during the surveys in 1994 to 1998, 44 elasmobranch species, including 24 skates, 19 sharks and 1 chimaera have been identified (Tab. 1). They represent about 10% of the total number of fish species observed during the surveys and half of the elasmobranch species described in the FAO species identification sheets (Fischer *et al.* 1987).

Apart from a very few species like the sharks velvet belly (*Etmopterus spinax*) and blackmouth catshark (*Galeus melastomus*), the distribution of elasmobranchs was very variable between the sub-areas (Fig. 3, 4, 5). These two species were abundant almost everywhere along the upper slope (below 200 meter depth). Usually, no trend occurs from the regional density indices between the years for these species (Tab. 2), with values comprised between 10 and 100 ind./km² for *E. spinax*, and 100 and 2000 ind./km² for *G. melastomus*.

The smallspoted catshark (*Scyliorhinus canicula*) was found almost everywhere between 50 and 500 meters depth in the western basin, sometimes with high density (maximum 928 ind./km² in the Valencia area in 1998), except in the central and south Tyrrhenian Sea, in the western Adriatic and in the western and central Ionian Sea. At the regional level, different trends occurred, explaining a high abundance variability between areas. Such a figure is also identified from most of the other species.

Some species like *Raja oxyrinchus*, *Raja polystigma*, *Raja clavata*, *Raja miraletus* and *Squalus blainvillei* were mainly encountered near the Sardinia and Corsica islands, the two latest species being also pointed out in the eastern part of the Ionian Sea and in the Aegean Sea (only in the Argosaronic gulf for the latest). The marble electric ray (*Torpedo marmorata*) remained largely distributed in the area, with low densities, except in the farthest eastern and western parts of the area where the mean densities where higher, nevertheless never exceeding 30 ind./km². Most of the other species were found accidentally only in a very few number of stations (Tab. 1) in a few areas (*Raja radula* and *Raja undulata* mainly in the Aegean Sea) or only at particular depth (*Myliobatis aquila* in shallow waters of the Tyrrhenian basin and in the Adriatic).

Tab. 1 - Occurrence of the elasmobranch species in the hauls. MEDITS surveys 1994-1998 (sharks, rays and chimaera).

Frequenza delle specie di elasmobranchi nelle cale delle campagne Medits 1994-1998 (squaliformi, raiformi, chimera).

		Year						Depth range (m)	
Code	Species	1994	1995	1996	1997	1998	Total	10-200	200-800
SCYOCAN	*Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758)	218	233	312	308	326	**1397**	851	546
GALUMEL	*Galeus melastomus* (Rafinesque, 1809)	228	241	298	268	305	**1340**	8	1331
ETMOSPI	*Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758)	146	183	205	184	211	**929**	3	925
SQUAACA	*Squalus acanthias* (Linnaeus, 1758)	35	48	52	58	75	**268**	143	125
SQUABLA	*Squalus blainvillei* (Risso, 1826)	23	18	33	38	40	**152**	38	114
SCYMLIC	*Delatias licha* (Bonnaterre, 1788)	28	21	17	31	18	**115**		115
MUSTMUS	*Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758)	7	9	23	25	27	**91**	85	6
CENTGRA	*Centrophorus granulosus* (Bloch & Schneider, 1801)	19	11	14	12	20	**76**	2	74
SCYOSTE	*Scyliorhinus stellaris* (Linnaeus, 1758)	1	3	9	10	11	**34**	19	15
OXYNCEN	*Oxynotus centrina* (Linnaeus, 1758)	4	5	2	5	5	**21**	13	8
CENTUYA	*Centrophorus uyato* (Rafinesque, 1809)	3	2	7	3	2	**17**	1	16
HEXAGRI	*Hexanchus griseus* (Bonaterre, 1788)	3	2	3		3	**11**	2	9
HEPTPER	*Heptranchias perlo* (Bonaterre, 1788)	1	3		1	3	**8**		8
MUSTAST	*Mustelus asterias* (Cloquet, 1821)			1	1	3	**5**	5	
GALEGAL	*Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758)		1	2		1	**4**	2	2
SQUTSQU	*Squatina squatina* (Linnaeus, 1758)			1		1	**2**	1	1
GALUATL	*Galeus atlanticus* (Vaillant, 1888)			1			**1**		1
HEXAVIT	*Hexanchus vitulus* (Springer & Waller, 1969)		1				**1**		1
SQUTACU	*Squatina aculeata* (Cuvier, 1829)			1			**1**		1
RAJACLA	*Raja clavata* (Linnaeus, 1758)	116	132	186	191	195	**820**	452	368
RAJAMIR	*Raja miraletus* (Linnaeus, 1758)	44	53	93	71	87	**348**	322	26
TORPMAR	*Torpedo marmorata* (Risso, 1810)	45	62	54	48	48	**257**	224	33
RAJAOXY	*Raja oxyrinchus* (Linnaeus, 1758)	46	52	62	44	47	**251**	23	228
RAJAAST	*Raja asterias* (Delaroche, 1809)	31	42	53	31	48	**205**	176	29
RAJAPOL	*Raja polystigma* (Regan, 1923)	21	24	27	32	40	**144**	110	34
RAJAMON	*Raja montagui* (Fowler, 1910)	15	24	14	15	15	**83**	50	33
TORPNOB	*Torpedo nobiliana* (Bonaparte, 1835)	9	13	10	10	13	**55**	23	32
DASIPAS	*Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758)	6	7	10	8	9	**40**	40	
MYLIAQU	*Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758)	3	2	6	9	10	**30**	30	
RAJANAE	*Raja naevus* (Müller & Henle, 1841)	3	4	9	5	9	**30**	25	5
TORPTOR	*Torpedo torpedo* (Linnaeus, 1758)	4	6	6	1	8	**25**	22	3
RAJARDA	*Raja radula* (Delaroche, 1809)	4	2	2	3	10	**21**	21	
RAJABRA	*Raja brachyura* (Lafont, 1873)	2	10	4	2	2	**20**	14	6
RAJAMEL	*Raja melitensis* (Clark, 1926)		4	3	6	3	**16**	5	11
RAJACIR	*Raja circularis* (Couch, 1838)	1	3	3	3		**10**	1	9
RAJAALB	*Raja alba* (Lacepède, 1803)		1	1	2	5	**9**	2	7
RAJAUND	*Raja undulata* (Lacepède, 1802)			2	1	1	**4**	4	
RAJAFUL	*Raja fullonica* (Linnaeus, 1758)	1				2	**3**		3
DASITOR	*Dasyatis tortonesi* (Capapé, 1977)					2	**2**	2	
DASIVIO	*Dasyatis violacea* (Bonaparte, 1832)	1				1	**2**	2	
RHIPMAR	*Rhinoptera marginata* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	2					**2**	2	
DASICEN	*Dasyatis centroura* (Mitchill, 1815)			1			**1**	1	
RAJABAT	*Raja batis* (Linnaeus, 1758)			1			**1**		1
CHIMMON	*Chimaera monstrosa* (Linnaeus, 1758)	68	75	94	73	89	**399**	1	398
Total number of hauls		936	958	1095	1099	1108	**5196**	3051	2145

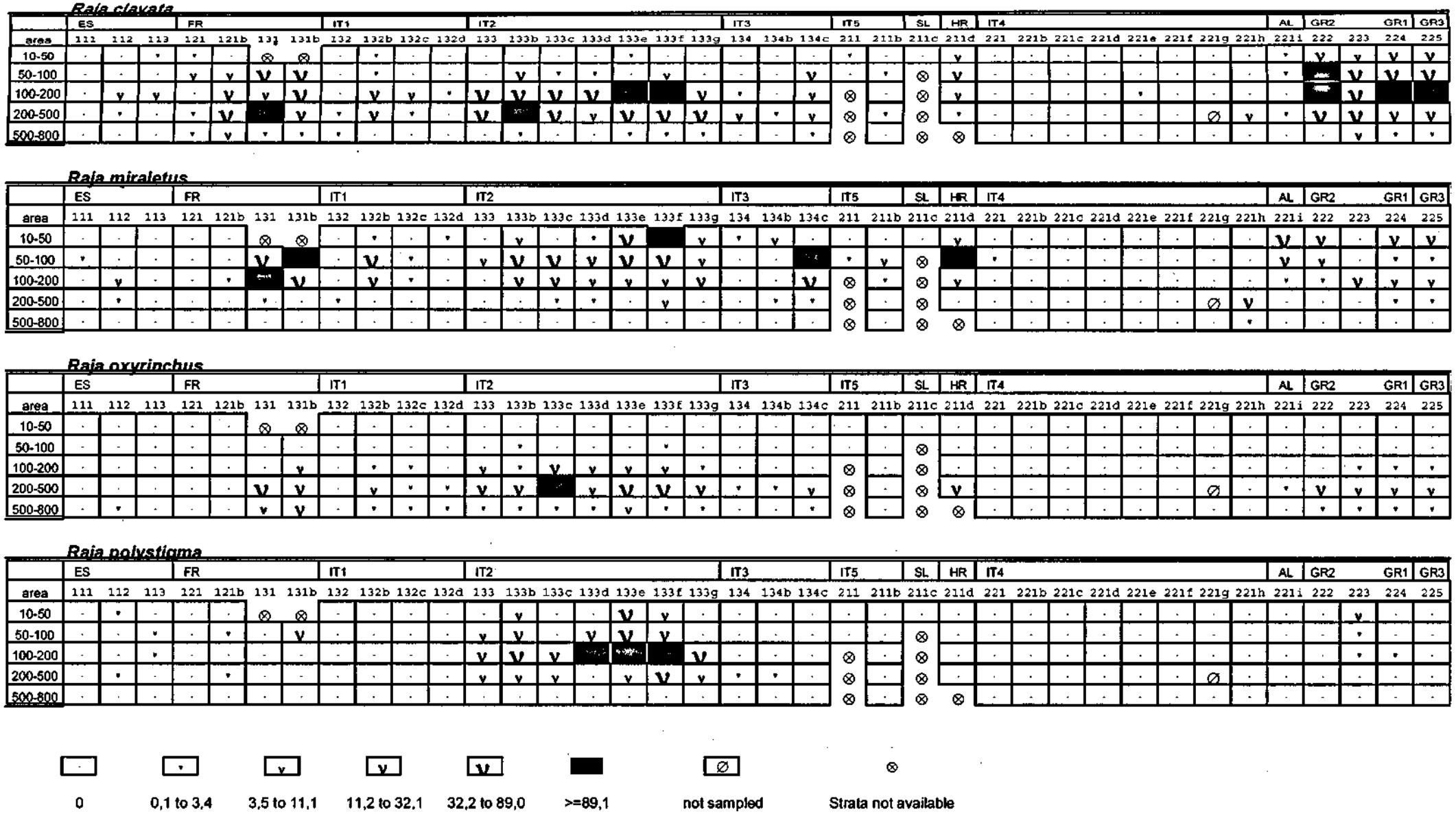


Fig. 3 - Abundance indices (ind/km²) of some skates in the different strata (for the limits of the strata see fig. 1).
Indici di abbondanza (ind./km²) di alcuni elasmobranchi nei differenti strati (per i limiti vedere Fig. 1).

Torpedo marmorata

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4										AL	GR2		GR1	GR3
area	111	112	113	121	121b	131	131b	132	132b	132c	132d	133	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134	134b	134c	211	211b	211c	211d	221	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
10-50	v	v	·	·	v	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	v	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	v	·
50-100	v	v	·	v	v	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	v	·	·	⊗	·	·	·	·	v	v	·	·	·	·	v	v	v	v
100-200	v	v	v	·	v	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	v	⊗	·	⊗	·	v	·	·	·	·	·	·	·	·	v	·	·	·
200-500	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	∅	·	·	·	·	·	·
500-800	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

Dasyatis pastinaca

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4										AL	GR2		GR1	GR3
area	111	112	113	121	121b	131	131b	132	132b	132c	132d	133	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134	134b	134c	211	211b	211c	211d	221	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
10-50	·	·	·	·	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	[redacted]	[redacted]	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	v	·	·
50-100	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	[redacted]	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	v	·	·
100-200	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
200-500	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	∅	·	·	·	·	·	·	·
500-800	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

Etmopterus spinax

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4										AL	GR2		GR1	GR3
area	111	112	113	121	121b	131	131b	132	132b	132c	132d	133	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134	134b	134c	211	211b	211c	211d	221	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
10-50	·	·	·	·	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
50-100	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
100-200	·	·	·	·	·	·	·	·	·	v	·	·	·	v	·	·	·	v	·	·	·	⊗	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
200-500	[redacted]	v	·	v	v	v	[redacted]	·	v	v	v	·	v	v	·	v	v	·	v	·	v	⊗	v	⊗	·	·	·	·	v	[redacted]	[redacted]	∅	v	·	·	v	v	v
500-800	[redacted]	[redacted]	v	v	v	v	v	v	[redacted]	[redacted]	v	v	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	⊗	v	⊗	⊗	v	[redacted]	v	v	[redacted]	[redacted]	v	v	[redacted]	·	v	v	v

Galeus melastomus

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4										AL	GR2		GR1	GR3
area	111	112	113	121	121b	131	131b	132	132b	132c	132d	133	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134	134b	134c	211	211b	211c	211d	221	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
10-50	·	·	·	·	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
50-100	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
100-200	·	·	·	v	·	·	[redacted]	v	·	v	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	v	·
200-500	[redacted]	[redacted]	v	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	v	v	⊗	v	⊗	·	·	v	v	·	v	[redacted]	[redacted]	∅	v	v	[redacted]	[redacted]	v	v
500-800	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	v	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	⊗	[redacted]	⊗	⊗	v	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	v	[redacted]	v	v	v

·	·	v	v	[redacted]	∅	⊗
0	0,1 to 3,4	3,5 to 11,1	11,2 to 32,1	32,2 to 89,0	>=89,1	not sampled	Strata not available

Fig. 4 - Abundance indices (ind/km²) of some elasmobranchs in the different strata (for the limits of the strata see fig. 1).
Indici di abbondanza (ind/km²) di alcune razze nei differenti strati (per i limiti vedere Fig. 1).

Mustelus mustelus

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4									AL	GR2		GR1	GR3
area	111	112	113	121	121b	131	131b	132	132b	132c	132d	133	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134	134b	134c	211	211b	211c	211d	221	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
10-50	·	·	·	·	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	·	·	▾	▾	·	■	■	▾	·	▾	·	·	·	·	·	▾	▾	·	▾	·
50-100	▾	·	·	·	·	▾	·	·	·	·	▾	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	·	·	⊗	▾	·	·	▾	·	·	·	·	·	▾	▾	·	▾	Ø
100-200	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	⊗	·	⊗	▾	·	·	▾	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
200-500	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	▾	·	⊗	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	Ø	·	·	·	·	·	·
500-800	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊗	·	⊗	⊗	·	▾	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

Scyliorhinus canicula

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4									AL	GR2		GR1	GR3
area	111	112	113	121	121b	131	131b	132	132b	132c	132d	133	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134	134b	134c	211	211b	211c	211d	221	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
10-50	▿	·	·	▿	▿	⊗	⊗	·	·	·	·	·	▿	▾	▿	▿	·	▾	·	·	·	▾	·	·	■	·	·	·	·	·	·	·	·	▿	·	·	■	·
50-100	▿	▾	▿	■	▿	■	■	·	▾	·	·	▿	■	▿	■	▿	▿	▾	·	·	■	▾	▾	⊗	■	·	·	·	·	·	·	·	·	▿	·	▾	■	·
100-200	■	■	■	■	■	■	■	▿	■	▾	▿	■	■	■	■	■	■	▿	·	▾	▿	⊗	·	⊗	■	·	·	·	▿	▿	·	·	·	▾	■	■	■	■
200-500	▿	■	■	■	▿	■	▿	▿	■	▿	▿	■	■	■	■	■	■	■	▿	▿	▿	⊗	▾	⊗	■	·	·	·	▾	▿	·	Ø	▿	▿	■	■	■	■
500-800	▾	▿	▿	▾	·	▾	·	·	·	·	·	▾	▿	▾	·	▿	▾	·	·	▿	▾	⊗	·	⊗	⊗	·	▾	·	·	▾	·	·	·	·	·	▿	▾	▾

Scyliorhinus stellaris

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4									AL	GR2		GR1	GR3
area	111	112	113	121	121b	131	131b	132	132b	132c	132d	133	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134	134b	134c	211	211b	211c	211d	221	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
10-50	·	·	·	·	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▿	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
50-100	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	·	·	⊗	▿	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
100-200	·	·	·	·	·	▿	·	·	▾	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	·	⊗	·	⊗	▾	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
200-500	·	·	·	·	·	▾	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	▿	·	⊗	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	Ø	·	·	·	·	·	·
500-800	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▿	·	⊗	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▿	·	·

Squalus blainvillei

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4									AL	GR2		GR1	GR3
area	111	112	113	121	121b	131	131b	132	132b	132c	132d	133	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134	134b	134c	211	211b	211c	211d	221	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
10-50	·	·	·	·	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
50-100	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▿	·	·	⊗	▾	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	·	·	·
100-200	·	·	·	·	·	·	▿	·	▿	·	·	▿	·	▿	■	▿	▿	▿	·	·	▿	⊗	·	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	▾	▿	·	·
200-500	·	·	·	·	·	▿	■	·	▾	·	·	▿	■	■	▿	▿	▿	■	·	·	▾	⊗	·	⊗	▾	·	·	·	·	·	·	Ø	▾	▿	■	▿	·	·
500-800	·	·	·	·	·	▾	▾	·	·	·	·	·	▿	·	▾	▾	▿	▾	·	·	·	⊗	·	⊗	⊗	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

·	▾	▿	▿	▿	■	Ø	⊗
0	0,1 to 3,4	3,5 to 11,1	11,2 to 32,1	32,2 to 89,0	>=89,1	not sampled	Strata not available

Fig. 5 - Abundance indices (ind/km²) of some sharkes in the different strata (for the limits of the strata see fig. 1).
Indici di abbondanza (ind/km²) di alcuni squali nei differenti strati (per i limiti vedere Fig. 1).

Tab. 2 - Density indices (ind/km²) of the most abundant elasmobranchs. MEDITS surveys 1994-1998.
Indice di densità (ind/km²) dei più abbondanti elasmobranchi delle campagne Medits 1994-1998.

TOTAL NUMBER (Ind/km²) — DEPTH 10-200 m

Species	Area	1994 Ind	1994 CV	1995 Ind	1995 CV	1996 Ind	1996 CV	1997 Ind	1997 CV	1998 Ind	1998 CV
RAJACLA	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJACLA	112	0	0,0	15	104,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJACLA	113	2	100,8	1	93,1	3	55,4	2	99,3	2	106,1
RAJACLA	121	8	36,1	14	29,9	7	30,3	4	30,7	4	45,6
RAJACLA	131	12	43,2	1	103,7	31	33,5	80	9,7	77	73,3
RAJACLA	132	1	59,9	3	36,5	3	44,0	4	30,3	2	37,4
RAJACLA	133	46	65,5	57	49,4	43	20,0	51	26,7	35	36,1
RAJACLA	134	6	63,4	6	54,8	5	52,1	11	73,6	10	100,7
RAJACLA	211	0	0,0	0	96,5	5	36,4	3	30,2	7	36,4
RAJACLA	221	0	103,9	0	0,0	0	99,1	0	100,9	1	64,7
RAJACLA	222	614	99,6	117	65,3	93	58,8	17	31,8	30	27,7
RAJACLA	223	46	73,7	8	64,4	45	55,1	56	42,4	142	51,0
RAJACLA	224	64	43,2	37	32,0	122	41,9	83	26,7	74	34,4
RAJACLA	225	16	74,1	204	46,3	63	24,6	65	31,7	161	29,9
RAJAMIR	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	93,1	0	0,0
RAJAMIR	112	0	0,0	16	104,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	121	0	0,0	0	0,0	0	133,7	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	131	121	63,6	93	38,1	91	31,5	72	0,0	129	58,9
RAJAMIR	132	5	60,3	7	46,4	7	48,2	9	48,4	9	38,3
RAJAMIR	133	17	22,5	30	38,7	18	25,5	47	17,3	52	12,8
RAJAMIR	134	42	40,3	112	50,7	123	34,8	215	37,4	86	40,4
RAJAMIR	211	0	0,0	0	0,0	34	30,8	17	25,0	9	31,8
RAJAMIR	221	0	0,0	0	0,0	2	54,3	2	28,8	5	33,5
RAJAMIR	222	0	0,0	0	0,0	27	31,0	6	49,5	11	53,1
RAJAMIR	223	0	0,0	0	0,0	8	40,8	37	65,8	21	99,5
RAJAMIR	224	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	31	56,0
RAJAMIR	225	36	32,6	0	0,0	50	37,0	0	0,0	0	0,0
SCYOCAN	111	21	64,2	70	64,8	65	61,4	41	52,2	135	37,0
SCYOCAN	112	12	94,2	15	90,5	7	62,5	200	55,2	23	88,6
SCYOCAN	113	21	56,4	159	74,7	222	77,6	236	49,3	22	49,6
SCYOCAN	121	148	22,1	122	14,8	145	18,4	106	44,2	66	40,2
SCYOCAN	131	1544	42,5	550	30,8	814	26,8	254	2,1	646	41,1
SCYOCAN	132	22	35,9	13	37,3	16	36,5	14	41,0	15	35,3
SCYOCAN	133	137	23,9	147	37,8	251	33,1	286	26,7	270	19,2
SCYOCAN	134	18	44,3	122	51,1	43	33,8	66	38,0	21	39,6
SCYOCAN	211	0	96,6	0	72,0	141	31,9	100	27,1	52	25,5
SCYOCAN	221	3	52,9	1	60,8	20	45,4	7	48,4	5	29,0
SCYOCAN	222	109	0,0	20	100,3	2	87,0	3	114,0	0	0,0
SCYOCAN	223	37	47,0	63	72,8	239	52,6	96	50,0	58	39,0
SCYOCAN	224	198	33,1	46	42,8	343	31,4	156	25,5	156	31,7
SCYOCAN	225	155	59,0	201	39,4	136	49,4	122	50,5	296	37,0

DEPTH 200-800 m

Species	Area	1994 Ind	1994 CV	1995 Ind	1995 CV	1996 Ind	1996 CV	1997 Ind	1997 CV	1998 Ind	1998 CV
RAJACLA	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJACLA	112	0	0,0	2	70,1	5	104,4	0	0,0	0	0,0
RAJACLA	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJACLA	121	11	26,7	14	79,5	21	35,8	33	55,6	2	92,4
RAJACLA	131	209	90,5	43	36,5	19	27,1	25	20,4	22	53,9
RAJACLA	132	1	48,8	2	52,8	3	32,7	3	55,0	1	50,3
RAJACLA	133	22	30,1	32	32,8	29	52,9	73	52,9	81	56,1
RAJACLA	134	4	39,8	2	59,3	3	42,9	3	33,6	6	49,8
RAJACLA	211	0	0,0	0	0,0	1	102,0	3	102,3	5	85,7
RAJACLA	221	0	0,0	0	0,0	0	106,6	1	88,2	1	80,3
RAJACLA	222	11	89,1	38	46,3	15	74,7	9	32,9	20	42,0
RAJACLA	223	7	73,3	4	50,7	15	89,5	13	44,3	69	34,4
RAJACLA	224	6	38,5	5	55,2	23	102,0	12	37,4	20	21,1
RAJACLA	225	31	65,2	41	30,9	66	25,0	49	37,0	38	22,1
RAJAMIR	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	112	0	0,0	1	101,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	121	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	131	3	100,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	132	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	98,8
RAJAMIR	133	1	98,9	3	86,9	0	98,6	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	134	0	0,0	1	107,7	0	99,8	1	77,3	0	0,0
RAJAMIR	211	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	221	0	0,0	1	50,2	3	34,2	1	99,7	1	91,4
RAJAMIR	222	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	223	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	224	0	0,0	0	96,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
RAJAMIR	225	0	0,0	0	0,0	4	62,3	0	0,0	0	0,0
SCYOCAN	111	2	63,4	4	68,1	16	43,1	85	50,4	63	62,4
SCYOCAN	112	19	83,5	85	47,5	132	94,3	370	80,1	101	79,6
SCYOCAN	113	268	29,0	87	33,9	372	33,5	927	56,8	0	0,0
SCYOCAN	121	38	76,0	51	65,0	38	46,9	42	42,7	167	17,6
SCYOCAN	131	455	59,9	430	64,7	594	43,8	371	66,5	246	44,6
SCYOCAN	132	14	34,1	14	42,2	22	29,3	29	30,7	20	39,5
SCYOCAN	133	131	27,5	396	24,8	433	36,2	268	42,8	235	39,3
SCYOCAN	134	9	47,2	14	43,8	6	33,3	5	46,8	36	47,7
SCYOCAN	211	0	0,0	0	0,0	16	102,0	347	88,0	49	4,8
SCYOCAN	221	1	49,1	1	45,3	11	81,2	8	64,8	12	66,0
SCYOCAN	222	185	82,2	246	66,1	79	49,4	60	30,5	40	52,7
SCYOCAN	223	0	0,0	16	39,8	2	106,5	38	56,3	206	30,0
SCYOCAN	224	46	52,2	13	82,9	43	34,0	66	40,1	92	38,4
SCYOCAN	225	153	47,0	126	51,7	295	29,7	243	24,2	302	23,6
GALUMEL	111	702	48,6	1405	23,3	2020	19,6	3745	20,8	1512	18,1
GALUMEL	112	114	45,0	197	38,7	153	40,1	221	35,9	199	53,4
GALUMEL	113	40	72,6	82	32,2	116	28,2	143	42,9	156	0,0
GALUMEL	121	765	36,2	1188	25,2	1274	19,6	686	28,0	748	20,2
GALUMEL	131	695	91,5	350	31,5	1376	26,6	379	41,2	407	17,2
GALUMEL	132	253	20,6	269	16,5	254	13,7	354	14,9	312	11,0
GALUMEL	133	602	39,5	763	24,4	1034	23,5	1032	21,0	909	21,6
GALUMEL	134	151	19,6	106	25,1	109	19,9	145	19,7	757	78,1
GALUMEL	211	41	97,7	9	109,2	111	88,3	79	56,5	11	45,6
GALUMEL	221	52	12,9	66	39,4	117	19,0	75	14,6	62	16,4
GALUMEL	222	0	0,0	0	0,0	320	41,6	155	46,7	122	50,5
GALUMEL	223	0	0,0	60	63,4	0	0,0	159	68,1	131	61,3
GALUMEL	224	0	0,0	4	43,5	0	0,0	0	0,0	117	37,2
GALUMEL	225	0	0,0	0	0,0	94	36,2	0	0,0	0	0,0
ETMOSPI	111	243	31,9	112	20,6	183	27,7	324	22,8	543	50,2
ETMOSPI	112	47	57,4	32	30,2	41	51,1	59	52,7	52	45,9
ETMOSPI	113	7	14,6	14	63,9	6	50,0	8	38,6	7	0,0
ETMOSPI	121	56	39,4	91	54,1	12	30,9	11	29,8	43	13,4
ETMOSPI	131	81	37,2	37	48,3	81	26,7	17	50,2	55	31,5
ETMOSPI	132	61	22,6	74	19,5	40	15,5	35	15,9	51	14,3
ETMOSPI	133	43	22,8	57	21,3	49	20,4	84	22,2	105	16,3
ETMOSPI	134	85	24,3	87	33,6	84	36,8	47	20,6	36	19,2
ETMOSPI	211	9	101,9	9	94,8	10	87,1	0	0,0	1	96,7
ETMOSPI	221	24	22,4	36	49,9	63	18,9	88	14,4	57	13,8
ETMOSPI	222	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ETMOSPI	223	0	0,0	33	87,1	127	54,0	55	86,9	54	60,1
ETMOSPI	224	0	0,0	5	64,3	0	0,0	0	0,0	42	42,0
ETMOSPI	225	6	83,3	0	0,0	19	40,3	0	0,0	0	0,0

For most of the main abundant species and apart for some sharks like *Centrophorus granulosus*, *Etmopterus spinax* and *Galeus melastomus* which may be present at depths greater than 800 meters (Fischer *et al.* 1987), the vertical distribution was included inside the limits of the surveys (Fig. 6). Some skates were specifically distributed over the shelves (*Dasyatis pastinaca*, *Raja miraletus* and *Raja asterias*). *Raja clavata* was widely distributed all along the depth range, but specially above 400 meters depth. The more typical deep skate found during the surveys was *Raja oxyrinchus* with a distribution range mainly between 200 and 450 meters. Apart from *Scyliorhinus canicula* whose bathymetric distribution is close to the *Raja clavata* one, sharks are mainly distributed in deeper waters, along the slope. It is notably the case for *Centrophorus granulosus*, *Etmopterus spinax* and *Galeus melastomus* that were mainly found along the slopes.

Only a few species were regularly collected in sufficient quantities in specific areas to examine mean individual weights in relation with depth. There are *Raja clavata*, *Raja montagui*, *Raja oxyrinchus*, *Raja polystigma*, *Scyliorhinus canicula* and *Torpedo marmorata* (Tab. 3). In most of the cases, their mean individual weight was smaller above 200 meters than below this limit. Only for *Raja clavata* in the Gulf of Lions, the situation was different, with biggest individuals along the slope.

Tab. 3 - Mean individual weight of some elasmobranchs, above and below the 200 meters depth limit (data sorted by increasing variation percentage between mean weight in slope and in shelf; N°: total number of individuals in the samples by depth range).

Peso individuale medio di alcuni elasmobranchi pescati sopra e sotto i 200 m di profondità (dati estratti secondo una variazione percentuale crescente tra il peso medio nel batiale e sulla piattaforma; N: numero totale degli individui trovati nei campioni di un range batimetrico).

Above 200 m depth									Below 200 m depth							
Area	Species Code	94	95	96	97	98	Mean	N°	94	95	96	97	98	Mean	N°	Variat %
222	RAJACLA	3031	761	813	871	636	**1222**	174	400	544	387	1138	397	**573**	74	-113
131	RAJACLA	1217	575	1023	2583	2130	**1506**	81	596	541	585	619	1220	**712**	484	-111
134	SCYOCAN	270	203	273	261	232	**248**	419	105	147	104	159	102	**123**	444	-101
225	SCYOCAN	240	165	226	254	212	**220**	934	97	116	114	131	116	**115**	3656	-91
133	SCYOCAN	173	149	182	186	175	**173**	3816	164	100	53	77	94	**97**	6406	-78
222	SCYOCAN	75	80	205	500		**215**	26	80	88	172	186	155	**136**	403	-58
133	RAJAPOL	151	170	375	235	337	**254**	670	284	134	128	81	191	**164**	176	-55
132	RAJACLA	820	867	711	2001	857	**1051**	58	1035	686	466	449	859	**699**	74	-50
132	SCYOCAN	167	176	196	210	179	**186**	385	137	110	139	110	125	**124**	759	-49
134	TORPMAR	176	433	206	453	260	**306**	44	200	150	100	420	169	**208**	19	-47
134	RAJACLA	1580	715	1935	2115	913	**1452**	57	637	681	1067	1098	1603	**1017**	117	-43
111	SCYOCAN	206	227	297	185	287	**241**	202	111	139	165	223	214	**170**	274	-41
121	SCYOCAN	305	311	261	291	301	**294**	1626	272	199	216	197	192	**215**	383	-36
221	SCYOCAN	220	185	174	6	242	**165**	136	196	228	54		33	**128**	172	-29
113	SCYOCAN	281	255	243	230	270	**256**	844	258	205	197	133		**198**	979	-29
224	SCYOCAN	179	156	163	224	165	**177**	1300	128	135	152	163	138	**143**	756	-24
225	RAJACLA	709	598	649	639	485	**616**	490	621	506	541	547	500	**543**	671	-13
133	RAJACLA	991	891	1124	713	868	**917**	718	854	804	1085	756	838	**867**	950	-6
223	RAJACLA	946	1246	905	799	641	**907**	144	1490	1313	460	588	473	**865**	81	-5
223	SCYOCAN	198	212	196	202	198	**201**	190		194	270	189	150	**201**	220	-0
225	SQUAACA	493	567	370	1083	1236	**750**	227	804	939	805	574	650	**754**	1	1
133	RAJAOXY	1200	1441	1419	723	50	**967**	38	1506	703	937	804		**988**	438	2
112	SCYOCAN	217	181	227	139	87	**170**	109	278	172	190	132	102	**175**	647	3
131	SCYOCAN	173	172	189	200	201	**187**	1451	60	470	156	126	179	**198**	3907	6
224	RAJACLA	1246	791	640	706	654	**807**	517	789	865	867	1197	793	**902**	190	11
121	RAJACLA	1358	958	1615	992	429	**1070**	99	1638	2211	2471	1377	710	**1681**	95	36

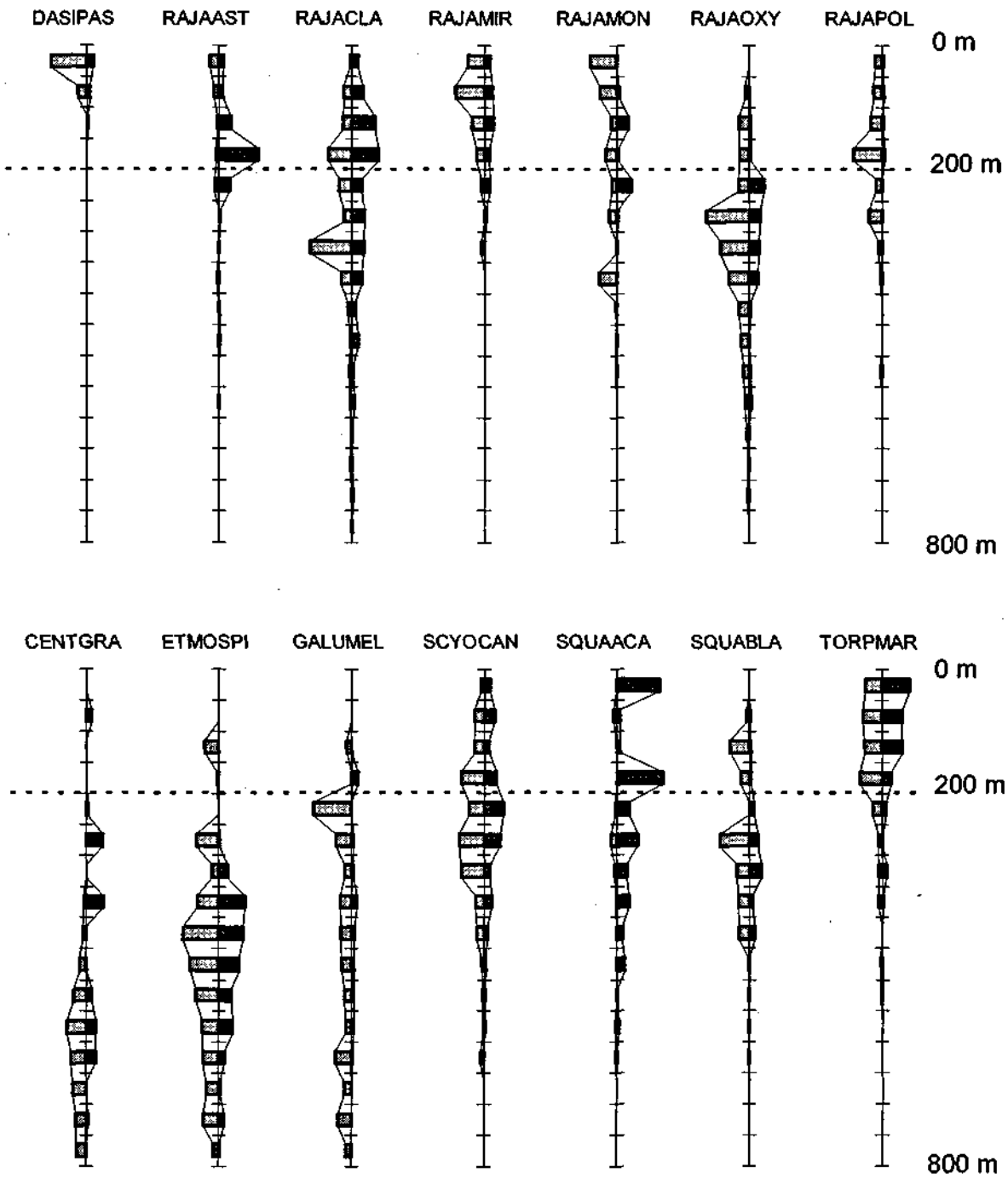


Fig. 6 - Vertical distribution of some elasmobranchs in the northern Mediterranean (left: western basin, right: eastern basin; from the MEDITS data, average 1994-1998).

Distribuzione verticale di alcuni elasmobranchi nel Mediterraneo settentrionale (a sinistra: bacini occidentale, a destra bacino orientale (valori medi dei dati Medits 1994-1998).

Discussion

Most of the species caught during the surveys are typically demersal and living over sandy and muddy bottoms (Fischer *et al.* 1987). The present results confirm the robustness of bathymetric distribution of elasmobranchs in the area, this one being apparently the same as the one identified for the Pliocene period (Cigala Fulgosi 1986) for species encountered in the two periods. Nevertheless, the diversity of their geographical distribution (Tab. 4) is large. It is partially linked with the natural distribution of each of the species, but also with various effects of exploitation. In any case the species caught during Medits are quite the same as the ones fished during the Italian national trawl surveys from 1985

to 1998 (Relini *et al.* in press); the only difference is the absence in the Italian list of *Rhinoptera marginata*, *Galeus atlanticus*, *Hexanchus nakamurai* (=*vitulus*), *Squatina aculeata* and in the Medits list are not recorded *Mobula mobular*, *Mustelus punctulatus*, *Pteromylaeus bovinus* and *Raja rondeleti*.

Commercial fisheries have increasingly exploited elasmobranchs in the Mediterranean over the last decades. Actually, the mean yearly total production of elasmobranchs in the Mediterranean reported by FAO-GFCM increased from 4.700 tons to 8.600 tons from the period 1972-1982 to 1984-1996, with a fast increase between 1982 and 1984. During the same period, the production of elasmobranchs in the Gulf of Lions regularly decreased from 800 tons to less than 100 tons despite an increased fishing effort by the local trawl fleet (Meuriot *et al.* 1987). The analysis of a long series including the present data has shown that the number of elasmobranch species caught in the Gulf of Lions had been divided by two with the last passing decades (Aldebert 1997). This reduction had mainly affected species of commercial value, i.e. rays and small sharks. The reduction of elasmobranch numbers was related with the development of the trawl fishery.

Some biological factors may contribute in the vulnerability of elasmobranchs as they are slow growing and long-lived and mature at a late age. Their low fecundity results in a low reproductive potential for most of the species (Bonfil 1994). This situation is balanced with a low natural mortality compared with teleost fish species. Nevertheless, at low population level, elasmobranchs are not able to compensate fishing mortality, for example with increased fecundity or reduced natural mortality.

Such a very high vulnerability has been pointed out for *Raja oxyrinchus* in the Gulf of Lions (Aldebert 1997). Furthermore, the present data indicate that, in the western basin, this species only occurs along Corsica Island where trawling activity may be lower than in other areas, and around the Sardinia. *Raja clavata* has been identified as a species with a lower vulnerability than *R. oxyrinchus*, due to its early age at first maturity. Nevertheless, the trawl fishery in the Gulf of Lions also affects it. This has been shown by the declining of abundance indices of this species and by the reduction of its distribution (Bertrand *et al.* 1998).

A recent analysis of the near extinction of a skate (*Raja naevus*) in the well surveyed north-west Atlantic (Casey & Myers 1998) illustrates the importance of assembling data on as long a time scale as possible and as wide a spatial scale as possible. The authors highlight that, otherwise, the near extinction of a very important species may be missed. Generally, the present series of data is too short to identify specific trends in species abundance. Nevertheless, it gives a reference point on the present status of demersal elasmobranchs diversity in the north Mediterranean. So far, it should favour trend analyses area by area on abundance of these species in relation with their natural distribution and evolution of fishery pressure.

Riassunto

Durante le campagne di pesca a strascico Medits svoltesi dal 1994 al 1998, sono state identificate 44 specie di elasmobranchi, tra cui 24 raiformi, 19 squali ed 1 chimera. La maggior parte delle specie sono state tipicamente demersali e di fondali sabbiosi e/o fangosi. Solo otto specie *Etmopterus spinax, Galeus melastomus, Scyliorhinus canicula, Raja asterias, R. clavata, R. miraletus,*

Tab. 4 - Geographic distribution of elasmobranchs in the MEDITS area. Presence during at least one of the surveys 1994-'98 (for the limits of the strata see Fig. 1).

Distribuzione geografica degli elasmobranchi nelle aree Medits. Presenza in almeno una delle campagne 1994-98. (Per i limiti degli strati vedere Fig. 1).

	ES			FR				IT1				IT2							IT3			IT5		SL	HR	IT4								AL	GR2		GR1	GR3
Code	111	112	113	121a	121b	131a	131b	132a	132b	132c	132d	133a	133b	133c	133d	133e	133f	133g	134a	134b	134c	211a	211b	211c	211d	221a	221b	221c	221d	221e	221f	221g	221h	221i	222	223	224	225
CENTGRA				X	X	X	X		X	X	X		X				X		X	X	X												X		X	X	X
CENTUYA	X			X			X														X																
ETMOSPI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
GALEGAL				X	X	X	X		X	X	X		X							X															X			X
GALUATL	X			X			X																														
GALUMEL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HEPTPER	X																				X																	X
HEXAGRI				X						X	X					X	X		X		X																
HEXAVIT																																				X		
MUSTAST																									X													
MUSTMUS	X					X					X							X	X	X	X		X	X										X	X		X	X
OXYNCEN	X			X	X				X		X						X				X															X		X
SCYMLIC	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X		X		X		X			X	X	X	X	X						X	X	X
SCYOCAN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X			X	X	X	X	X	X
SCYOSTE						X			X										X	X	X				X										X			
SQUAACA				X	X	X	X	X	X	X											X	X	X		X				X	X		X	X	X	X	X	X	X
SQUABLA						X	X		X			X	X	X	X	X	X	X			X				X							X		X	X		X	
SQUTACU																																						X
SQUTSQU						X																																
DASICEN																									X													
DASIPAS					X							X	X			X	X			X					X	X									X	X	X	X
DASITOR																																					X	
DASIVIO				X							X																											
MYLIAQU									X					X					X			X	X		X													X
RAJAALB							X														X															X	X
RAJAAST	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X
RAJABAT										X																												
RAJABRA						X	X					X	X			X	X	X																		X		
RAJACIR	X													X	X														X	X		X					
RAJACLA		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X					X			X	X	X	X	X	X
RAJAFUL									X																													X
RAJAMEL																					X																X		
RAJAMIR	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X							X	X	X	X	X	X
RAJAMON		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X		X				X								X			X	X	X
RAJANAE	X				X	X																													X	X	X	X
RAJAOXY		X				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X									X	X	X	X	X
RAJAPOL		X	X		X		X					X	X	X	X	X	X	X	X	X															X	X	X
RAJARDA												X									X		X												X	X	X	X
RAJAUND																																				X		
RHIPMAR																						X																
TORPMAR	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X			X	X			X	X	X			X	X	X	X	X
TORPNOB	X	X	X	X	X		X					X	X	X			X	X	X		X					X	X									X		
TORPTOR				X	X	X			X	X	X		X	X		X	X	X		X					X	X									X	X		X
CHIMMON	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X

Torpedo marmorata e *Chimaera monstrosa,* sono state rinvenute in tutto l'areale oggetto di indagine cioè i mari della Spagna, Francia, Italia, Slovenia, Croazia, Albania e Grecia. Medits (Mediterranean International Trawl Survey) è un progetto parzialmente finanziato dalla CEE per la valutazione delle risorse demersali attraverso campagne di pesca a strascico dei quattro paesi mediterranei dell'UE, ai quali, dal 1996, si sono aggiunti anche Slovenia, Croazia ed Albania. Le campagne, con metodi standardizzati, si svolgono in primavera seguendo uno schema di campionamento casuale stratificato in cinque strati da 10 a 800 metri di profondità da Gibilterra al Mare Egeo. L'area è stata suddivisa in due zone a livello dello stretto di Sicilia. Nel bacino occidentale sono state eseguite 3.028 cale tra il 1994 ed il 1998, mentre nel bacino orientale le cale sono state 2.115. Nonostante una certa diversità nella distribuzione geografica, le specie catturate durante le campagne Medits sono piuttosto simili a quelle descritte per i mari italiani in base ai dati delle campagne nazionali svolte dal 1985 al 1998: Le differenze consistono nell'assenza nella lista italiana di *Rhinoptera marginata, Galeus atlanticus, Hexanchus nakamurai (= vitulus), Squatina aculeata* mentre nella lista mediterranea *Mobula mobular* (Bonnaterre), *Mustelus punctulatus* Risso, *Pteromylaeus bovinus* (Geoffroy Saint-Hilaire) *e Raja rondeleti* Bougis. Fatta eccezione per tre squali *(C. granulosus, E. spinax* e *G. melastomus)* che vivono anche a profondità maggiori di 800 metri, il range batimetrico esplorato dalle campagne Medits è sufficiente per individuare la distribuzione della maggior parte dei selaci. La serie dei dati Medits essendo troppo breve non consente di fornire indicazioni sulla tendenza nell'abbondanza e nella distribuzione degli elasmobranchi ma rappresenta un importante punto di riferimento per comparazioni future ed anche con vecchi dati della letteratura al fine di valutare l'impatto della pesca su tali risorse.

Acknowledgements

The MEDITS programme has been organized from an initiative and with the support of the European Commission (Directorate of fisheries). More than 130 scientists from about twenty research boards of seven countries (Spain, France, Italy, Slovenia, Croatia, Albania, and Greece) have taken part in the survey programme. This paper takes benefit of the very hard work done by each of the involved teams to produce at the best level the common data base used for this analysis.

References

ALDEBERT Y. (1997) - Demersal resources of the Gulf of Lions (Mediterranean). Impact of exploitation on fish diversity. *Vie et Milieu*, **47** (4): 275-284.

AMORI G., ANGELICI F.M., FRUGIS S., GANDOLFI G., GROPALLI R., LANZA B., RELINI G., VICINI G. (1993) - Vertebrata. In: (ed.) A. Minelli, S. Ruffo & S. La Posta (Eds.). *Checklist delle specie della fauna italiana.* Bologna: Calderini: 1-83.

ANON. (1998) - MEDITS – Manuel des protocoles. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 515-572.

BERTRAND J., ALDEBERT Y., SOUPLET A. (1998) - Temporal variability of demersal species in the Gulf of Lions from trawl surveys (1983-1997). Paper presented to the *Symposium on Assessment of demersal resources in the Mediterranean and the adjacent seas*, Pisa (Italy), 1998.

BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (1997) - An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. *ICES CM* 1997/Y:03 16.

BONFIL R. (1994) - Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.* Rome, **341**: 119 pp.

BRANSTETTER S. (1993) - Conservation biology of elasmobranchs. *NOAA Tech. Rep. NMFS* 115 vp.

CADDY J.F. (1998) - Issues in Mediterranean fisheries management: geographical units and effort control. *Studies and Reviews. GFCM-FAO* (70): 56 p.

CASEY J.M., MYERS R.A. (1998) - Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science*, **281**: 690-692.

CIGALA FULGOSI F. (1986) - A deep water elasmobranch fauna from a Lower Pliocene outcropping (northern Italy). Paper presented to the Indo Pacific fish biology. *Proceedings*

of the second international conference on Indo Pacific fishes, Tokyo National Museum, UENO park, Tokyo. July 29-August 3, 1985, 1986.

COCHRAN W.G. (1977) - *Sampling techniques*: Wiley series probability and mathematical statistics.

FAO. N.a. *Databases and Statistics*: FAO Fisheries Departement.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M.R. (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. FAO, Rome: **2**: 761-1530.

GIL DE SOLA SIMARRO L. (1994) - Ictiofauna demersal de la plataforma continental del mar Alboran (Mediterraneo suroccidental iberico). *Biol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **10** (1): 63-79.

LLORIS D., RUCABADO J., DEL CERRO L., PORTAS F., DEMESTRE M., ROIG A. (1984) - Tots el peixos de Mar Català. I: Llistat de cites i referéncies. *Treballs Soc. Cat. Ict. Herp.* (1): 1-208.

MEURIOT E., DREMIÉRE P.Y., CAPELLE J. (1987) - Le chalutage en Méditerranée: le port de Sète. Evolution économique 1970-1984. (3): 147 pp.

PAPAKONSTANTINOU C. (1988) - Fauna graeciae IV. *Check-list of marine fishes of Greece.* Athens: NCMR – Hellenic Zoological Society: 257 pp.

RELINI G. (1995) - La fauna ittica batiale del Mediterraneo con particolare riferimento ai campionamenti dello strascico. *Biol. Mar. Medit.* **2** (2): 177-183.

RELINI G., BIAGI F., SERENA F., BELLUSCIO A., SPEDICATO M.T., RINELLI P., FOLLESA M.C., PICCINETTI C., UNGARO N., SION L., LEVI D. (2000) - I selaci pescati con lo strascico nei mari italiani. *Biol. Mar. Medit.* **7** (1): 347-384.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 400-411

S. RAGONESE, L. DI STEFANO[1], M.L. BIANCHINI[2]

Istituto Ricerche Risorse Marine ed Ambiente, CNR, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo, Trapani, Italia.
[1]Ist. Istologia Embriologia, Università, Palermo, Italia.
[2]P.F. Raisa/CNR, Roma, Italia.

CATTURE E SELETTIVITÀ DI PESCI CARTILAGINEI NELLA PESCA DEI GAMBERI ROSSI NELLO STRETTO DI SICILIA

CAPTURE AND SELECTIVITY OF CARTILAGINOUS FISHES DURING THE RED SHRIMP FISHERY IN THE STRAIT OF SICILY

Abstract

A trawl selectivity study has been carried out on the red shrimp (Aristaeomorpha foliacea) *bottoms of the Strait of Sicily, using the covered cod-end method. The by-catch has been examined and classified. About 50% of the yield is represented by accompanying species, of which one third is of selachians (20 species belonging to 8 families). One ray,* Raja fullonica, *is here reported for the first time as local occurrence. The legal mesh (20 mm, side) retains practically all the cartilaginous fishes; at present, the "cost" of one ton of red shrimp is 325 kg of selachians. Stomach content reveals that cartilaginous fishes are not important predators of red shrimps.*

Key-words: *cartilaginous fish, bottom trawl, by-catch, Strait of Sicily, Mediterranean.*

Introduzione

La conoscenza della composizione quali-quantitativa del by-catch è condizione necessaria per uno sfruttamento responsabile delle risorse. I pesci cartilaginei rappresentano una frazione importante delle catture della pesca a strascico, ma le modalità della pesca del gambero rosso, *Aristaeomorpha foliacea*, nello Stretto di Sicilia fanno sì che praticamente nessuna delle specie accessorie abbia importanza economica. Infatti, benché numerose specie siano commestibili, e siano in effetti vendute in altre occasioni, nella pesca alturiera a gambero rosso a causa dello scarso valore unitario e/o delle quantità commercialmente modeste esse sono rigettate in mare o tutt'al più utilizzate per autoconsumo.

La stima del rapporto by-catch/gambero rosso è complessa a causa della variabilità naturale e spaziale, delle diverse tipologie di pesca e della rappresentatività delle statistiche sullo scarto (Andrew e Pepperell, 1992); col procedere della attività di pesca, i fondi vengono poi sempre più "ripuliti" dalle specie accompagnatrici (Philippart, 1998). Inoltre, molti fattori influenzano la definizione di ciò che di volta in volta costituisce il "by-catch commerciale" o lo "scarto". A titolo indicativo, 400 t/anno è considerata una stima ragionevole dello scarto risultante dalla pesca del gambero rosso nello Stretto di Sicilia (Andaloro, 1985).

Quanto alle relazioni trofiche, Bombace e Li Greci (1970), Arena e Li Greci (1973) ed altri considerano i gamberi rossi dello Stretto di Sicilia come prede abituali di squali e razze. Analisi successive tendono però a dimostrare che i gamberi rossi non hanno predatori sistemici (salvo l'uomo) tra le specie accompagnatrici, almeno nella fase di vita adulta (Relini e Orsi Relini, 1987; Demestre e Martin, 1993).

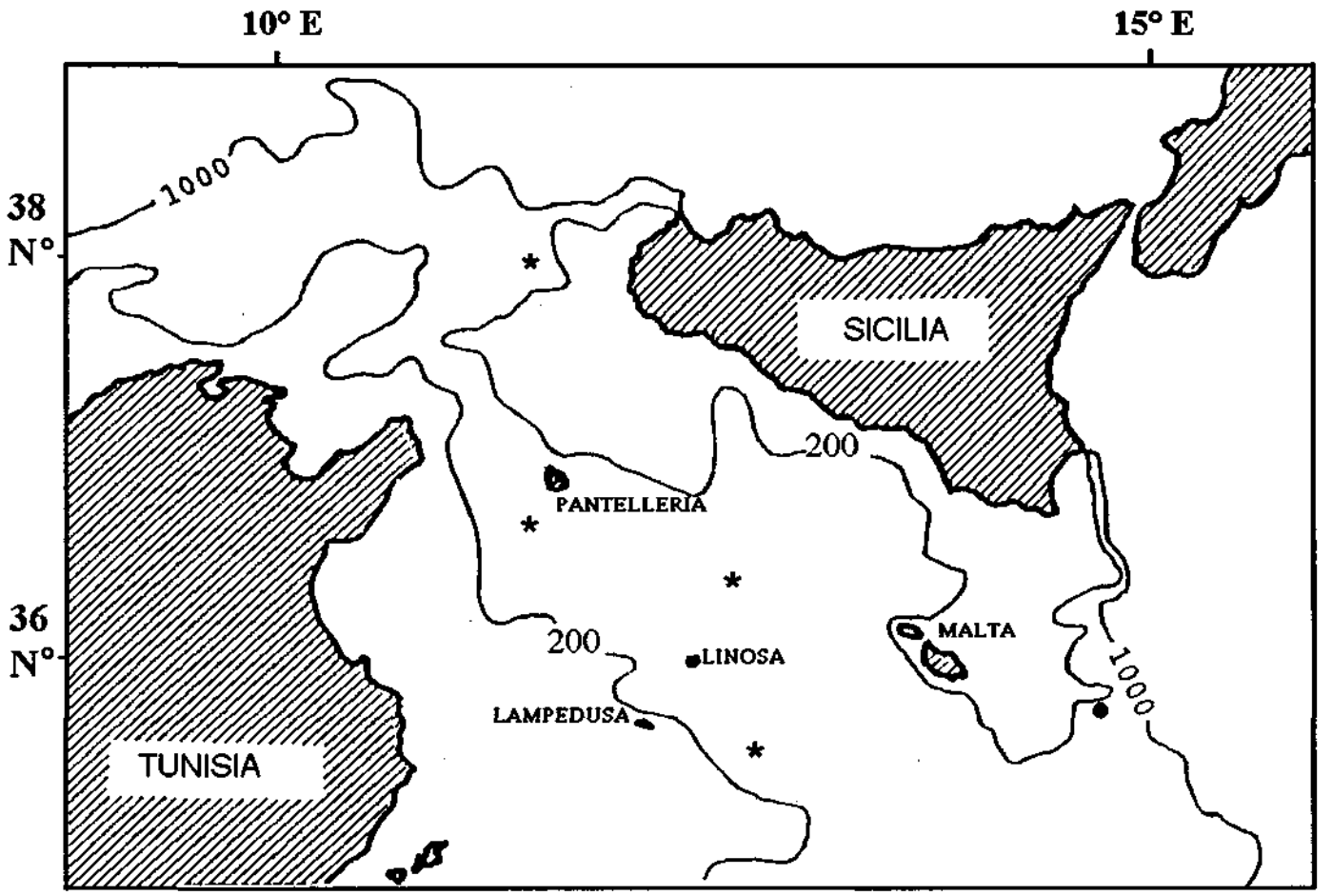


Fig. 1 - Lo Stretto di Sicilia e le quattro zone esaminate (asterischi).
The Strait of Sicily and the four fished areas (stars).

Materiali e metodi

Sono stati esaminati e classificati tutti i pesci cartilaginei raccolti nel corso di una prova di selettività con il metodo del sacco e controsacco (rapporto di selezione: out/totale), condotta sui fondi a gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea* e *Aristeus antennatus*) dello Stretto di Sicilia (Fig. 1), tra i 500 m ed i 700 m di profondità, nella primavera ed estate 1993 per un totale di 93 cale diurne (rispettivamente 39 e 54 cale) da 3 ore ciascuna (più alcune altre di notte o senza cover). Per il "pozzale" sono state utilizzate reti di diversa maglia (16, 20, 24, 28 e 45 mm di lato nominale; controllate giornalmente secondo la norma UNI 8783), mentre nel "cover" la maglia era di 14 mm di lato. E' stato anche esaminato macroscopicamente il contenuto stomacale di tutti gli esemplari di taglia medio-grande.

Risultati

Il 53.3% della cattura totale in peso (6405 kg) è costituita da specie accessorie, di cui grosso modo un terzo appartenente ai pesci cartilaginei. Su 132 specie demersali individuate, i selaci sono presenti con 20 specie appartenenti ad 8 famiglie (Tab. 1): Hexanchidae (*Heptranchias perlo*, *Hexanchus griseus*); Scyliorhinidae (*Galeus melastomus*, *Scyliorhinus canicula*); Triakidae (*Mustelus asterias*); Oxynotidae (*Oxynotus centrina*); Squalidae (*Squalus acanthias*, *S. blainvillei*, *Centrophorus granulosus*, *C. uyato*, *Etmopterus spinax*, *Dalatias licha*); Torpedinidae (*Torpedo marmorata*, *T. nobiliana*); Rajidae (*Raja clavata*, *R. melitensis*, *R. fullonica*, *R. alba*, *R. oxyrinchus*); Chimaeridae (*Chimaera monstrosa*).

Le specie più comuni sono il boccanera (*Galeus melastomus*) ed il sagrì nero (*Etmopterus spinax*), catturati in oltre il 95% delle cale con rese globali di

9.3 esemplari/h e 10.1 es./h (1540 g/h e 890 g/h), e la chimera (*Chimaera monstrosa*). Tutti gli altri selaci sono scarsamente ed infrequentemente presenti.

In totale sono stati pescati 6110 pesci cartilaginei, per un totale di 990 kg (3550 g/h, una quantità praticamente identica a quella riportata, per il Tirreno, da Di Natale, 1995); i selaci rappresentano quindi il 15.4% della cattura totale, ovvero 29% della by-catch. Il valore commerciale totale dei pesci cartilaginei catturati è di circa 900 Euro, pari a 3.25 Euro/h.

Tab. 1 - Elenco delle specie di pesci cartilaginei catturati sui fondi a gambero rosso dello Stretto di Sicilia, importanza commerciale (in parentesi, solo potenzialmente commerciabile), frequenza di cattura (%, su 93 cale), cattura totale in numero e peso.

List of the cartilaginous fishes collected on the red shrimp fishing grounds in the Strait of Sicily, commercial species (in brackets, marketable only potentially), frequency (%, on 93 hauls), total catch in number and weight.

taxon	nome italiano	valore	freq. %	cattura n	cattura kg
Exanchidae					
Heptranchias perlo (Bonnaterre, 1788)	squalo manzo	(€)	3	3	5.8
Hexanchus griseus (Bonaterre, 1788)	squalo capopiatto	€	2	2	15.3
Scyliorhinidae					
Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)	gattuccio	€	8	17	2.5
Galeus melastomus Rafinesque, 1809	boccanera	-	98	2601	429.0
Triakidae					
Mustelus asterias Cloquet, 1821	palombo stellato	€	1	1	1.7
Oxynotidae					
Oxynotus centrina (Linnaeus, 1758)	pesce porco	-	3	4	5.7
Squalidae					
Squalus acanthias Linnaeus, 1758	spinarolo	€	4	18	34.0
Squalus blainvillei (Risso, 1826)	spinarolo bruno	€	1	1	1.1
Centrophorus granulosus (Bloch e Schneider, 1801)	centroforo comune	(€)	10	10	30.8
Centrophorus uyato (Rafinesque, 1809)	centroforo boccanera	(€)	2	14	40.3
Etmopterus spinax (Linnaeus, 1758)	sagrì nero	-	96	2968	261.3
Dalatias licha (Bonnaterre, 1788)	zigrino	-	27	38	33.1
Torpedinidae					
Torpedo marmorata Risso, 1810	torpedine marezzata	-	1	1	0.3
Torpedo nobiliana Bonaparte, 1835	torpedine nera	-	3	4	20.7
Rajidae					
Raja clavata Linnaeus, 1758	razza chiodata	€	19	23	19.3
Raja melitensis Clark, 1926	razza di Malta	€	1	1	0.3
Raja fullonica Linnaeus, 1758	razza spinosa	€	1	1	0.7
Raja alba Lacepéde, 1803	razza bianca	€	1	1	0.4
Raja oxyrinchus Linnaeus, 1758	razza monaca	€	17	21	67.3
Chimaeridae					
Chimaera monstrosa Linnaeus, 1758	chimera	-	42	381	20.3
TOTALE CHONDRICHTHYES				**6110**	**989.9**

Lo squalo manzo, *Heptranchias perlo*, è un predatore attivo, riportato come sporadico nello Stretto di Sicilia (Pipitone *et al.*, 1992), a profondità di 300-600 m (Arena e Li Greci, 1973). In Sicilia è una specie accessoria mediamente apprezzata (Fischer *et al.*, 1987) e viene venduto fresco o congelato, soprattutto per preparare polpette di pesce. Nel corso di questo studio ne sono stati catturati tre separatamente (taglia da 700 g a 2.7 kg), a 600-630 m.

Agli Hexanchidi appartiene anche lo squalo capopiatto, *Hexanchus griseus*, catturato sporadicamente nelle precedenti campagne (Pipitone *et al.*, 1992). Lo squalo capopiatto si nutre di pesci e crostacei (Whitehead *et al.*, 1986), ed i giovani sembrano più demersali degli adulti (Fischer *et al.*, 1987). Gli individui grandi (anche oltre i 3 m) erano abitualmente commercializzati a Mazara, ed il fegato era usato per olio; oggi la cattura è rara, e gli squali sono tagliati in tranci ed avviati ai mercati del Nord Italia. Nel corso di questo studio ne sono stati catturati due (135 cm, 11.6 kg; 87 cm, 3.6 kg), a 625-700 m.

Il gattuccio, *Scyliorhinus canicula*, è molto comune nello Stretto di Sicilia, soprattutto al livello epibatiale (Arena e Li Greci, 1973; Arena, 1985), e meno in acque più profonde (Pipitone *et al.*, 1992). Nel corso di questo studio sono stati catturati 17 gattucci, di cui 9 esemplari in una singola cala ed in coppia in due occasioni, di peso variabile da 100 g a 1.3 kg. Incidentalmente, un gattuccio da 250 g è riuscito a passare per la maglia da 45 mm.

Assai abbondante sui fondi a gambero rosso dello Stretto di Sicilia è risultato il boccanera, *Galeus melastomus*, un piccolo selaco con carni mollicce e di nessun valore. Il boccanera è stato catturato praticamente in tutte le occasioni (cattura totale 429 kg e 2601 esemplari), con picchi anche di 192 esemplari per cala; in primavera è più abbondante che in estate (42 contro 17 esemplari per cala). Nonostante la piccola taglia (anche meno di 100 g) e la forma slanciata, solo pochissimi individui (0.6%) riescono a sfuggire alla maglia da 20 mm. Il tasso medio di selezione (out/tot, %) in numero, riconvertito dopo trasformazione arcoseno, passa poi a 5%, 8% e 86% con i pozzali da 24 mm, 28 mm e 45 mm rispettivamente (3%, 5% e 88% per la cattura in peso).

Alla famiglia dei Triakidi appartiene il palombo stellato, *Mustelus asterias*, assai apprezzato e sbarcato in notevoli quantità nei porti siciliani (insieme al congenere *M. mustelus*, oltre 1500 t nel 1982; Cingolani *et al.*, 1986). Pur comune nello Stretto di Sicilia (Levi, 1990), non è stato finora riportato in acque profonde (Relini, 1995). Un solo esemplare è stato pescato durante questo studio, a 570 m della zona SE; esso pesava 1.7 kg ed era lungo 84.5 cm.

Il pesce porco, *Oxynotus centrina*, è poco comune nello Stretto di Sicilia (Arena e Li Greci, 1973), dove abita da pochi metri fino a 1000 m (Fredj e Maurin, 1987; Pipitone *et al.*, 1992). Considerato una cattura "portascalogna" dai pescatori mazaresi, il pesce porco è ributtato immediatamente in mare. Durante questo studio sono stati catturati quattro esemplari, di cui due in coppia (peso max 5.7 kg).

Lo spinarolo, *Squalus acanthias*, dotato di spine velenose (Bini, 1967), non è una specie bersaglio della pesca, ma le sue carni sono apprezzate ed è quindi comunemente presente sui mercati italiani, turchi, greci e marocchini (Fischer *et al.*, 1987); in Sicilia, insieme al congenere *S. blainvillei*, se ne catturano alcune centinaia di tonnellate all'anno (ad esempio, 1200 t di *Squalus* sp. sono state sbarcate nel 1982; Cingolani *et al.*, 1986). Inoltre, lo spinarolo vive spesso in aggregazioni, ed i quantitativi catturati possono essere interessanti. Nello Stretto

di Sicilia non è stato finora segnalato in acque profonde. In questo studio ben 13 dei 18 individui pescati sono stati catturati in una sola cala (per un totale di 22.4 kg); le quattro occasioni positive sono state tutte in primavera, nella zona SE; gli animali andavano da 300 g a 3.5 kg (43 cm e 89 cm TL, rispettivamente).

Lo spinarolo bruno, *Squalus blainvillei*, è meno comune dello spinarolo, ma è regolarmente riportato ai livelli mesobatiali dello Stretto di Sicilia (Arena e Li Greci, 1973; Arena, 1985; Pipitone *et al.*, 1992). In questo studio ne è stato catturato uno, di 60 cm TL e 1.1 kg di peso, a 600 m nella zona SE (un altro esemplare, di 77 cm TL e 2 kg di peso, è stato preso in una cala successivamente invalidata).

La classificazione sistematica dei selaci del genere *Centrophorus* presenta delle difficoltà interpretative. Infatti, secondo Capapé (1985), le varie "specie" segnalate sono in realtà ascrivibili ad un unico taxon (*Centrophorus granulosus*), una ipotesi questa supportata da vari autori; nello Stretto di Sicilia, in effetti, anche se normalmente riportati come specie differenti (Pipitone *et al.*, 1992), i centrofori presentano una stretta relazione tra taglia ed attributi tassonomici (Bombace e Sarà, 1972), cioè i più piccoli (fino a 100 cm TL; Compagno, 1984) mostrano principalmente le caratteristiche di *C. uyato* (centroforo boccanera), mentre i grandi hanno i caratteri di *C. granulosus* (centroforo comune, o sagrì). Comunque, i pescatori mazaresi distinguono commercialmente le due "forme", che sono ambedue di scarsissimo pregio. In questo studio, i centrofori (cattura totale 71 kg) sono stati classificati come *C. granulosus* in 9 cale (10 individui, di cui il più grande lungo 95 cm e pesante 5.5 kg), e come *C. uyato* in due cale (rispettivamente con catture di 12 e 2 individui intorno ai 2-3 kg); per inciso, le due "specie" sono state catturate insieme una volta, a 670 m di profondità.

Il sagrì nero, *Etmopterus spinax*, è riportato da tutti gli autori come frequente ed abbondante nello Stretto di Sicilia; secondo Arena (1985) è uno dei più tipici rappresentanti dei fondi mesobatiali, presente però anche ai livelli epibatiali. Benché talvolta commercializzato in Nord Africa (Arena, 1985), in Sicilia è di norma rigettato a mare; in questo caso, per via delle piccole dimensioni, è facile preda degli uccelli marini. In questo studio, il sagrì nero non è stato catturato solo in quattro cale (cattura totale 261 kg, pari a 2968 individui); in media è presente con una trentina di animali (di notte se ne catturano quantitativi minori), ma con picchi anche di 206 esemplari; in primavera è più abbondante che in estate (45 contro 22 esemplari per cala). La piccola taglia (anche meno di 100 g) e la forma slanciata consentono al 1% degli animali di sfuggire alle maglie da 20 mm e 24 mm. Il tasso medio di selezione (out/tot, %) in numero passa poi a 14% e 89% con i pozzali da 28 mm e 45 mm, rispettivamente (11% e 89% per la cattura in peso).

Lo zigrino, *Dalatias* (*Scymnorhinus*) *licha*, è frequente nello Stretto di Sicilia, ma con quantitativi modesti (Arena, 1985). Commercializzato in Nord Africa e nel Tirreno, è invece scartato dai pescatori mazaresi. Pescato in questo studio 25 volte, per un totale di 38 individui di peso variabile da 200 g a 4 kg (cattura totale 33 kg), è stato ritenuto con tutti i pozzali, salvo alcuni individui sfuggiti alla maglia da 45 mm. Incidentalmente, lo stomaco di uno zigrino da 400 g di peso e 45 cm di lunghezza ha prodotto l'unica evidenza di una predazione sul gambero rosso da parte dei pesci cartilaginei; è interessante notare che Macpherson (1980) ha trovato resti di *Aristeus antennatus* proprio nello stomaco di questa specie.

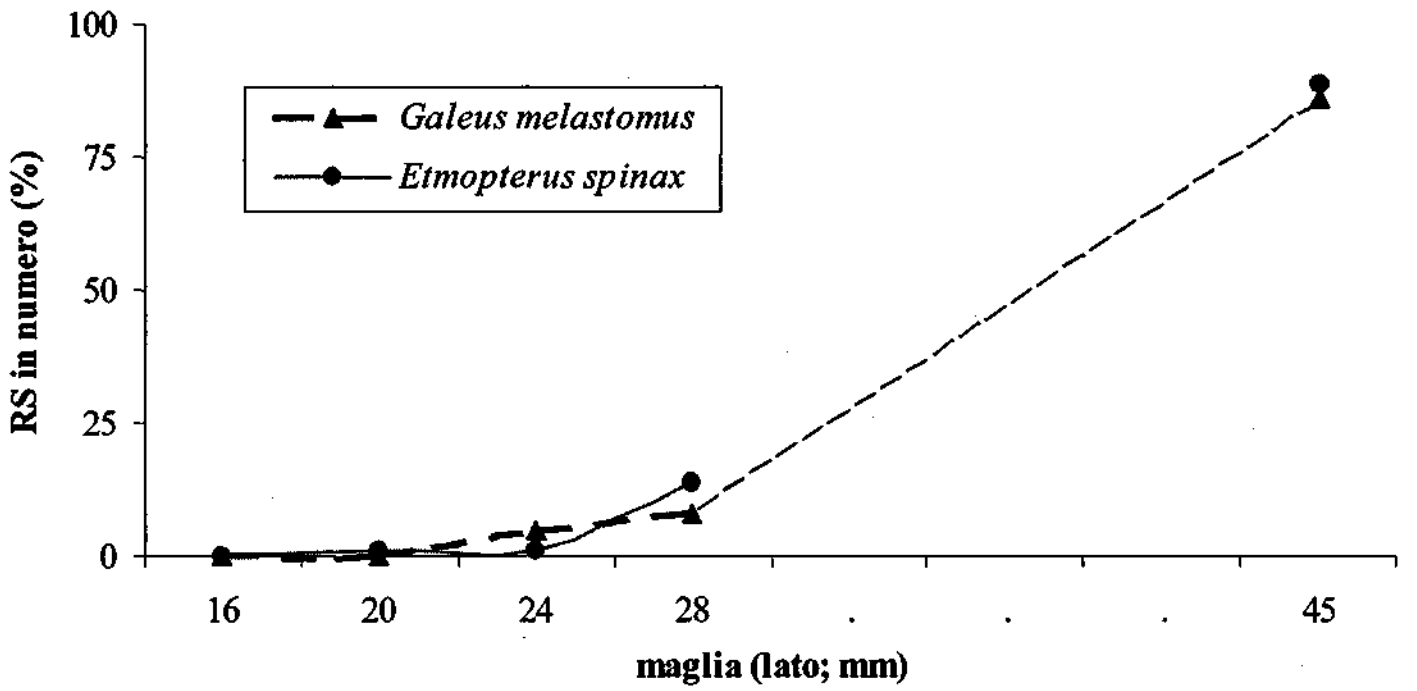


Fig. 2 - Rapporto di selezione (RS %) medio in numero con le varie maglie impiegate, per i selaci più abbondanti sui fondi mesobatiali dello Stretto di Sicilia, *Galeus melastomus* e *Etmopterus spinax*.

Mean selection ratio (RS %) in number with various meshes, for the most abundant selachians in the mesobathyal grounds of the Strait of Sicily, Galeus melastomus *and* Etmopterus spinax.

La torpedine marezzata, *Torpedo marmorata*, è presente in tutto il Mediterraneo (Fischer *et al.*, 1987). Benché abbiano carni discrete, le torpedini sono normalmente rigettate a mare (Fischer *et al.*, 1987), anche a causa delle scariche elettriche che possono dare. In questo studio è stata pescato una sola torpedine marezzata, di 250 g, nella zona di Marettimo a 590 m.

La torpedine nera, *Torpedo nobiliana*, è riportata nello Stretto di Sicilia come occasionale tra i 235 m ed i 650 m (Arena e Li Greci, 1973). Durante questo studio, quatto esemplari (di cui una femmina di 18.4 kg e gli altri al di sotto di un kg) sono stati catturati in tre cale, tutte nella zona NW intorno ai 600 m.

Per quanto riguarda le razze che occorrono a livello epi- e mesobatiale (*Raja batis* e *R. brachyura* sono più costiere, ma comunque le razze sono in genere euribatiche), nello Stretto di Sicilia sono state segnalate da vari autori *Raja asterias*, *R. circularis*, *R. clavata*, *R. miraletus*, *R. montagui*, *R. naevus*, *R. oxyrhincus*, *R. melitensis* e *R. polystigma*; le ultime due sono considerate endemismi del Mediterraneo (Fredj e Maurin, 1987). In questo studio sono state ritrovate cinque specie, di cui una, *R. fullonica*, non compare nelle liste faunistiche compilate nello Stretto di Sicilia e un'altra, *R. alba*, era riportata in un intervallo batimetrico più ristretto (Relini, 1995); va tenuto pero conto che varie specie della famiglia dei Rajidae sono polimorfiche (alcuni caratteri sistematici possono addirittura essere assenti; Bauchot e Pras, 1980) e presentano quindi difficoltà di classificazione e di tassonomia (Bini, 1967). Le razze sono una preda apprezzata (Minervini *et al.*, 1985) e normalmente commercializzata nella pesca costiera siciliana, ma in quella alturiera finiscono soprattutto all'autoconsumo.

La razza chiodata, *Raja clavata*, è tra le razze più comuni nello Stretto di Sicilia (Arena, 1985) ma, al contrario che in Nord Europa ed in altre zone mediterranee (Whitehead *et al.*, 1986), sempre con singoli o pochi individui per

cala (Arena e Li Greci, 1973). In questo studio se ne sono pescati 20 kg, per un totale di 23 individui (max 3.2 kg, 75 cm TL) catturati in 18 occasioni.

La razza maltese, *Raja melitensis*, è considerata un endemismo delle acque tra Malta e la Tunisia (Fredj e Maurin, 1987), ma è riportata occasionalmente anche nelle acque italiane dello Stretto di Sicilia (Whitehead *et al.*, 1986; Relini, 1995) e sui mercati siciliani (Cannavò *et al.*, 1999). In questo studio se ne è catturato un solo esemplare (300 g), nella zona più prossima a Malta, a 570 m di profondità.

La razza spinosa, *Raja fullonica*, non è inclusa nelle liste di specie compilate per lo Stretto di Sicilia; la sua caratterizzazione è comunque controversa (Bini, 1967), tanto che Tortonese (1970) la considera come specie di transizione tra il gruppo a "naso lungo" e quello a "naso corto", mentre Whitehead *et al.* (1986) la mette *tout-court* nel secondo gruppo. L'unico esemplare catturato durante questo studio, di 650 g, proveniente dalla zona NW a 610 m, presentava alcune differenze diagnostiche nell'aspetto del margine del disco e nella mancanza di spine sui bordi (caratteri d'altronde già ritenuti altamente variabili con taglia ed età; Tortonese, 1970; Whitehead *et al.*, 1986).

La razza bianca, *Raja alba*, del gruppo "naso lungo", non è riportata nelle liste "storiche" (Bombace e Sarà, 1972; Arena e Li Greci, 1973) ma è citata da Relini (1995) per lo Stretto di Sicilia; la specie è abbastanza comune nel Mediterraneo occidentale ed orientale (Whitehead *et al.*, 1986) ed anche in altre acque italiane (Tortonese, 1956). In questo studio ne è stato catturato un esemplare di 400 g, nella zona NW a 620 m.

La razza monaca, *Raja oxyrinchus*, è presente nel 10-20% delle cale intorno a Pantelleria (Bombace e Sarà, 1972), mentre Arena e Li Greci (1973) la trovano, con pochi individui per volta, un po' dovunque tra i 235 m ed i 575 m; secondo Arena (1985) preferisce però i fondi epibatiali. Nel corso di questo studio se ne sono pescati 68 kg, pari a 21 razze in 16 occasioni; gli esemplari più grandi pesavano 6.7 kg e 5.5 kg, e misuravano rispettivamente 106 cm e 109 cm TL. Alcuni individui presentavano un rapporto lunghezza "naso"/distanza interorbitale inferiore all'atteso (2.9-4.6 contro 5.5-7.0 previsto da Whitehead *et al.*, 1986). I contenuti stomacali delle razze monaca comprendevano, tra i crostacei, solo uno scampo e due *Parapeneus longirostris*.

Tab. 2 - Rapporti medi di selezione (RS%, ± deviazione standard; riconvertiti dopo trasformata arcoseno) in numero e peso con le diverse maglie impiegate (mm, lato), per le due specie di selaci più abbondanti sui fondi mesobatiali dello Stretto di Sicilia.

Mean selection ratios (RS%, ± standard deviation reconverted after arcsin transformation) in number and weight resulting with the different employed meshes (mm, side), for the two most abundant selachians in the mesobathyal grounds of the Strait of Sicily.

maglia (lato)	*Galeus melastomus*		*Etmopterus spinax*	
	RS n (%) ± dev. standard	**RS kg (%)** ± dev. standard	**RS n (%)** ± dev. standard	**RS kg (%)** ± dev. standard
16 mm	0	0	0	0
20 mm	0	0	1 ± 2.4	0
24 mm	5 ± 7.2	3 ± 5.4	1 ± 1.5	0
28 mm	8 ± 6.1	5 ± 3.9	14 ± 3.4	11 ± 2.9
45 mm	86 ± 0.5	88 ± 0.4	89 ± 0.2	89 ± 0.3

Unico rappresentante dell'ordine degli Olocefali, la chimera, *Chimaera monstrosa*, risulta abbastanza comune nello Stretto di Sicilia, specie tra i 300 m ed i 500 m (Arena, 1985). Benché sia commestibile, in tutto il Mediterraneo la chimera è scartata per l'uso alimentare, anche se in qualche area è utilizzata per olio (Fischer *et al.*, 1987). In questo studio la chimera è stata catturata in 39 occasioni, per un totale di 381 animali (di cui 175 esemplari in una sola cala), in genere di piccola taglia (solo 20 kg in totale); in primavera risulta essere più frequente (2/3 delle cale, contro meno di 1/4 delle cale estive) e più abbondante (12 verso 5 esemplari per cala) che in estate. Dei tre animali di circa un kg catturati, due risultano aver ingerito crostacei (scampi), ma non gambero rosso. Le modestissime dimensioni (anche meno di 100 g) consentono al 9.7% degli animali di sfuggire già alla maglia da 20 mm.

Quanto alla selettività dello strascico, nonostante l'esiguità dei nati per molte specie, appare chiaramente che la maglia legale (20 mm, lato) trattiene in pratica tutti i selaci (rapporto di selezione sempre inferiore a 2%). Per le specie più piccole (boccanera e sagrì nero; Tab. 2), il rapporto di selezione in numero (Fig. 2) supera il 5% con la maglia da 28 mm, e con quella da 45 mm ne sfugge circa il 90% (in peso e numero). Questa mancanza di selettività fa sì che attualmente il "costo" di una tonnellata di gambero rosso sia, nello Stretto di Sicilia, intorno a 325 kg di selaci, meno di quanto trova Di Natale (1995), sui fondi ad Aristeidi del Tirreno (750 kg, con una pesca però meno monospecifica).

Infine, dall'analisi del contenuto stomacale di tutti gli esemplari più grandi (Tab. 3), risulta che i selaci non rivestono un ruolo primario tra i predatori dei gamberi di profondità: infatti solo il 7% (6/85) aveva crostacei (scampi, *Parapenaeus*) nello stomaco, e solo un piccolo zigrino (*Dalatias licha*) aveva consumato gambero rosso.

Conclusioni

I fondali a gambero rosso dello Stretto di Sicilia possiedono una discreta varietà di pesci cartilaginei (oltre 20 specie), a differenza ad esempio dei fondi ad Aristeidi del Tirreno (7 specie nel Mar Ligure, 6 specie nella Sicilia settentrionale; Di Natale, 1995) o di quelli ad *Aristeus* del Mediterraneo spagnolo (Carbonell *et al.*, 1995, ne riporta solo 4 specie nelle cale commerciali).

A prescindere da alcune specie prettamente costiere, o comunque normalmente di bassa e media profondità (*Mustelus mustelus*, *Squatina squatina*, *Squatina oculata*, *Torpedo torpedo*, riportate da Relini, 1995, e le varie razze già accennate), da un confronto con altri elenchi di pesci cartilaginei riportati per lo Stretto di Sicilia, alla lista risultante da questo studio manca *Scyliorhinus stellaris*, riportato sui fondi mesobatiali (anche se come occasionale) sia da Pipitone *et al.* (1992) che da Relini (1995).

Poiché, data la scarsa qualità del by-catch di pesci cartilaginei, è improbabile che se ne possa incrementare l'uso, l'obiettivo gestionale dovrebbe tendere alla sua riduzione. I risultati di questo studio hanno però dimostrato che, benché un consistente aumento delle dimensioni della maglia possa essere di beneficio per la pesca dei gamberi rossi e debba essere fortemente caldeggiata (Ragonese e Bianchini, 1996), esso non comporta, almeno fino alla maglia da 28 mm, una congrua riduzione del by-catch di pesci cartilaginei. D'altra parte, il rigetto a mare del by-catch non commerciale non sembra nemmeno essere una soluzio-

Tab. 3 - Contenuti stomacali dei selaci catturati sui fondi a gambero rosso dello Stretto di Sicilia (solo negli esemplari medi e medio-grandi; numero, taglia e peso).

Stomach contents of the cartilaginous fishes caught on the red shrimp fishing grounds in the Strait of Sicily (only medium and large specimens; number, size and weight).

n	TL (cm)	TW (g)	risultati
Heptranchias perlo			
1	100	2750	Vuoto
2	56-92	700-2700	Cefalopodi
Hexanchus griseus			
1	87	3650	cefalopodi e pesce
1	135	11600	*Nezumia sclerorhynchus*
Galeus melastomus			
2	47-51	350-500	vuoto
1	54	500	vertebre di selaci
Squalus acanthias			
4	43-89	300-3500	vuoto
1	76	2500	cefalopodi
Squalus blainvillei			
1	77	2000	vuoto
1	60	1050	pesce ?
Centrophorus sp.			
30	77-93	2600-5000	vuoto
5	80-95	3000-5500	cefalopodi
Dalatias licha			
7	59-92	900-4000	vuoto
1	45	400	**gambero rosso** (resti)
1	82	3000	*Galeus melastomus* (semi-digerito)
2	82-86	2500-3000	mictofidi
Torpedo nobiliana			
1	107	18400	vuoto
Raja clavata			
2	60-75	1150-3250	vuoto
Raja oxyrinchus			
9	86-109	2400-5500	vuoto
1	95	4000	*Nephrops norvegicus*
1	106	6700	*Parapenaeus longirostris* (due individui)
5	95-100	4000-4600	pesce
Chimaera monstrosa			
3	56-80	400-950	vuoto
2	77-78	1000-1150	*Nephrops norvegicus*

ne, in quanto, a causa della rapida depressurizzazione, degli sbalzi di temperatura (almeno in estate) e del tempo di selezione a bordo, la probabilità di sopravvivenza degli animali scartati è probabilmente nulla o molto bassa. Inoltre, appena rilasciati, i piccoli selaci, come il boccanera, il sagrì nero e la chimera, sono di norma massivamente predati dagli uccelli marini.

Un interessante corollario di questo studio è che non c'è ragione di obbligare i pescatori a montare la maglia legale (20 mm, lato), in quanto non è selettiva né per i giovani di gambero rosso né per la stragrande maggioranza delle specie accompagnatrici.

Infine, risulta che la eliminazione *tout-court* dei pesci cartilaginei non è giustificata come misura gestionale per la distruzione di potenziali predatori, in quanto i selaci presenti nei fondi a gambero rosso dello Stretto di Sicilia non sembrano nutrirsi di *Aristaeomorpha foliacea* in modo consistente.

Summary

The knowledge of the quali-quantitative composition of the by-catch is a necessary step for the responsible exploitation of the fishing resources. In the red shrimp (*Aristaeomorpha foliacea*) off-shore fishery of the Strait of Sicily, almost none of the accompanying species is of economic importance, because of small quantities and/or low prices. Therefore, the sole management aim should be the reduction of the by-catch, since the alternative, i.e. a better utilization of it, is improbable.

A trawl selectivity study has been carried out on the red shrimp bottoms of the Strait of Sicily, using the covered cod-end method (selection ratio: out/total), in the spring and summer of 1993; four different meshes (16, 20, 24, 28 and 45 mm, side) were employed, in a total of 93 valid diurnal hauls of 3 h each. The by-catch has been examined and classified.

About 50% of the yield is represented by accompanying species (132 demersal species identified), of which one third is of cartilaginous fishes, i.e. a total of 20 species belonging to 8 families: Hexanchidae (*Heptranchias perlo, Hexanchus griseus*); Scyliorhinidae (*Galeus melastomus, Scyliorhinus canicula*); Triakidae (*Mustelus asterias*); Oxynotidae (*Oxynotus centrina*); Squalidae (*Squalus acanthias, S. blainvillei, Centrophorus granulosus, C. uyato, Etmopterus spinax, Dalatias licha*); Torpedinidae (*Torpedo marmorata, T. nobiliana*); Rajidae (*Raja clavata, R. melitensis, R. fullonica, R. alba, R. oxyrinchus*); Chimaeridae (*Chimaera monstrosa*).

The most common animals are the blackmouth catshark (*Galeus melastomus*) and the velvet-belly (*Etmopterus spinax*), fished in over 95% of hauls, with average hourly yields of 9.3 individual/h e 10.1 individual./h (1540 g/h e 890 g/h), and the rabbit fish (*Chimaera monstrosa*). All other cartilaginous fishes are scarce and infrequent; one ray, *Raja fullonica,* is here reported for the first time as occurrence in the bottoms of the Strait of Sicily.

Speaking of the trawl selectivity, the legal mesh (20 mm, side) retains practically all the cartilaginous fishes (selection ratio always less than 2%). In the smaller species (blackmouth catshark and velvet-belly), the selection ratio in number reaches 8-14% with the 28 mm mesh, while 90% of the animals (in weight and number) escapes from the 45 mm mesh. At present, the "cost" of one metric ton of red shrimp is around 325 kg of cartilaginous fish.

The analysis of the stomach content of all the largest specimens reveals that the cartilaginous fishes are not important predators of the deep-water red shrimps: in fact, only 7% (6/85) of the stomachs contained crustacean remnants (of Norway lobster and pink shrimp), and a single small shark (*Dalatias licha*) had eaten red shrimp.

Bibliografia

ANDALORO F. (1985) - La trasformazione: tecniche e sviluppi. In: AA.VV., *Pesca e trasformazione dei prodotti ittici siciliani*, C.C.I.A.A.-Co.S.V.A.P., Palermo: 113-120.

ANDREW N.L., PEPPERELL J.G. (1992) - The by-catch of shrimp trawl fisheries. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **30**: 527-565.

ARENA P. (1985) - Studio sulla possibilità di razionalizzare e rendere più produttiva la pesca a strascico nel Canale di Sicilia e nel Mediterraneo centro-meridionale. *Pubbl. E.S.P.I.*: 33 pp.

ARENA P., LI GRECI F. (1973) - Indagine sulle condizioni faunistiche e sui rendimenti di pesca dei fondali batiali della Sicilia occidentale e della bordura settentrionale dei banchi della soglia siculo-tunisina. *Quad. Lab. Tecnologia Pesca*, **1** (5): 157-201.

BAUCHOT M.L., PRAS A. (1980) - *Guide des poissons marins d'Europe*. Ed. Delachau-Niestlé: 47 pp.

BINI G. (1967) - *Atlante dei pesci delle coste italiane: Leptocardi, Ciclostomi, Selaci.* Mondo Sommerso Ed., **1**: 206 pp.

BOMBACE G., LI GRECI F. (1970) - Corrélation trophiques entre les organismes bentiques et diverses espèces de poisson bathynectoniques et pélagiques. *Journées Ichthyol.*, **1**: 157-162.

BOMBACE G., SARÀ R. (1972) - La pesca a strascico sui fondali da -500 a -700 metri nel settore a Sud-Est di Pantelleria. *Mem. Min. Mar. Merc.*, **33**: 77 pp.

CANNAVÒ G., D'ANDREA F., GIORDANO D., HERMIDA F., ROMEO T. (1999) - Note tassonomiche su alcune razze nel Mediterraneo Centrale. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 534-536.

CAPAPÉ C. (1985) - Nouvelle description de *Centrophorus granulosus* (Schneider, 1801) (Pisces, Squalidae). Données sur la biologie de la reproduction et le régime alimentaire des spécimens des côtes tunisiennes. *Bull. Inst. nat. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, **12**: 97-141.

CARBONELL A., MASSUTI E., REÑONES, ALVAREZ F. (1995) - Acompanying fauna of the shrimp (*Aristeus antennatus*) fishery off Majorca Island (NW Mediterranean). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **34**: 23.

CINGOLANI N., COPPOLA S.R., MORTERA J. (1986) - Studio di fattibilità per un sistema di rilevazione campionaria delle statistiche della pesca (PESTAT). *Quad. Ist. Ric. Pesca Marittima*, **5/1** (2): 283-753.

COMPAGNO L.J.V. (1984) - FAO specie catalogue. Sharks of the world. *FAO Fish. Synop.*, **125/4** (1-2): 665 pp.

DEMESTRE M., MARTÍN P. (1993) - Optimum exploitation of a demersal resource in the Western Mediterranean: the fishery of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). *Sci. Mar.*, **57** (2): 175-182.

DI NATALE A. resp. (1995) - Survey of red shrimp fishing in the western Italian basins. *Progetto MED92/005, Rapporto finale alla Commissione Europea, D.G. XIV*, (1): 404 pp.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - Fiche FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rev. 1). Méditerranée et Mer Noire (Zone de pêche 37). *FAO Projet GCP/INT/422/EEC*: 1529 pp.

FREDJ G., MAURIN C. (1987) - Les poissons dans la banque de données Medifaune: application à l'étude des caractéristiques de la faune ichtyologique méditerranéenne. *Cybium*, **11** (3): 218-341.

LEVI D. (1990) - Relazione sull'attività svolta dalla U.O. Ist. di Tecnologia della Pesca e del Pescato, Mazara del Vallo. *N.T.R.-I.T.P.P.*, **15 bis**: 280 pp.

MACPHERSON E. (1980) - Régime alimentaire de *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810, *Etmopterus spinax* (L., 1758) et *Scymnorhinus licha* (Bonnaterre, 1788) en Méditerranée occidentale. *Vie et Milieu*, **30** (2): 139-148.

MINERVINI R., GIANNOTTA M., BIANCHINI M.L. (1985) - Observations on the fishery of *Rajformes* in Central Tyrrhenian Sea. *Oebalia*, **11** (2): 583-591.

PHILIPPART C.J.M. (1998) - Long term impact of bottom fisheries on several by-catch species of demersal fish and benthic invertebrates in the south-eastern North Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **55**: 342-352.

PIPITONE C., BADALAMENTI F., BARBERA G., D'ANNA G., GRISTINA M. (1992) - Fish fauna of the trawlable mesobathyal grounds in the Sicilian Channel. *Oebalia*, **17** (Suppl.): 151-153.

RAGONESE S., BIANCHINI M.L. (1996) - Growth, mortality and yield-per-recruit of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Crustacea-Aristeidae) of the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Fish. Res.*, **26** (1): 125-127.

RELINI G. (1995) - La fauna ittica batiale del Mediterraneo con particolare riferimento ai campionamenti dello strascico. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 177-183.

RELINI G., ORSI RELINI L. (1987) - The decline or red shrimps stocks in the Gulf of Genova. *Invest. Pesq.*, **51** (Suppl. 1): 254-260.

TORTONESE E. (1956) - *Fauna d'Italia: Leptocardia, Cyclostomata, Selachii.* Ed. Calderini Bologna, **2**: 334 pp.

TORTONESE E. (1970) - *Fauna d'Italia: Osteichthyes (Pesci ossei).* Ed. Calderini Bologna, **10-11**: 565+636 pp.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1986) - Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. *Publ. U.N.E.S.C.O.*, Paris, **1-2-3**: 1473 pp.

Lavoro eseguito con un contributo della Commissione Europea, Dir. Gen. Pesca, MED 92/010.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 412-416

F. HEMIDA, F. MOUMENE, D. GIORDANO*

USTHB/ISN - BP 32 16111 El-Alia. Algiers – Algeria
*Istituto Sperimentale Talassografico, Messina, Italia.

DISTRIBUTION OF SOME RAY SPECIES FROM THE ALGERIAN BASIN

DISTRIBUZIONE DI ALCUNE RAZZE NEL MEDITERRANEO SUD-OCCIDENTALE

Abstract

The distribution of the 5 commonest ray species is described on the base of data gathered during an experimental bottom trawl survey carried out off the Algerian coast (10-800 m)in September 1982. Moreover the sampling efficiency of the two used fishing gears was evaluated. Raja miraletus, Raja asterias *and* Raja montagui *are the most coastal rays. Raja clavata is not present in the central part of the shore and shows a wide depth range like* R. oxyrhincus *which is the more bathyal ray. The most efficient gear, the bottom trawl with a 5m vertical opening made 97% of the rays catches.*

Key-words: *elasmobranch, Rajidae, ecology, Algerian coasts.*

Introduction

The rays represent an important part of fishing product in Algeria. However, until now no information about the ecology of this species is available in this country except those of Dieuzeide *et al* (1953). The Mediterranean ichthyofauna includes 17 Rajidae family representatives (Fisher *et al*, 1987). During the Thalassa survey (ISTPM, 1982) nine different species were collected: *Raja miraletus*, *Raja clavata*, *Raja asterias*, *Raja oxyrhincus*, *Raja montagui*, *Raja radula*, *Raja melitensis*, *Raja alba* and *Raja sp.* The last four, represented by only 1 to 4 individuals were not considered. The objective of the present work was to study the ecology of the most abundant rays: the 1982 survey enabled us to determine the distribution of the most common rays caught in trawable areas, according to the nature of the substratum, the depth and the geographical zone.

Material and methods

The Thalassa cruise (ISTPM, 1982) was carried out on the west (Beni-Saf, Arzew), the center (Bou-Ismail, Zemmouri) and the east (Jijel, Skikda, Annaba) off the Algerian coasts. During this survey, 182 stations were sampled on the continental shelf and slope, between 10 and 800m depth. Two types of bottom trawl net were used for fishing: one with a vertical opening of up to 5m (GOV), the other one with 2,5m in height (Lofoten or LOF). A total of 102 hauls have been carried out with the first trawl (17-440m), 80 with the second one (28-796m). Two tows, one from each gear, have been eliminated because hauled in a wide depth zone. For each station gathered matter has been sorted by species: the number per hour of caught specimen and the average depth were reported. The distribution of rays was assessed by means of two indices: Ar (relative

abundance) and Fr (relative frequency). To calculate these indices, the study only considered the depth limits of catch (Hemida & Ghazli, 1998) within the species becomes apparent:

Ar = N/ST and Fr = (S+/ST)*10

with N : number of individuals ;
S+ : number of stations with the considered species;
S- : number of stations without the considered species;
ST : number of stations in the zone of presence = (S+)+(S-)

For the vertical distribution the hauls have been grouped in bathymetrical zones of 60m. The skates were caught on six kinds of substratum: thick sand (SG), sand with shell (SC), thin sand (SF), sandy mud (VS), compact slime (VC) and liquid slime (VL). In this survey 1035 individuals were caught; they belong to the five commonest ray species: *Raja miraletus* (I), *Raja clavata* (II), *Raja asterias* (III), *Raja oxyrhincus* (IV) and *Raja montagui* (V). Most of the hauls have been carried out by daylight.

Tab. 1 - Number of individuals caught between the catch limits (C.L), in the different geographical sectors.

Numero di individui pescati entro i limiti di cattura (C.L.) nei differenti settori geografici.

Species	Region	P.Z(m)	NS	C.L (m)	N	S+	S-	ST	Ar	Fr
Raja miraletus	West	20-796	72	20-121	72	14	19	33	2.18	4.20
	Center	30-641	31	46-117	31	6	6	12	2.58	5.00
	East	17-630	77	17-171	475	23	32	55	8.63	4.20
Raja clavata	West	20-796	72	49-380	73	16	39	55	1.33	2.90
	Center	30-641	31	-	0	-	-	-	-	-
	East	17-630	77	116-281	46	7	17	24	1.91	2.90
Raja asterias	West	20-796	72	21-234	67	13	32	45	1.49	2.90
	Center	30-641	31	30-52	23	3	4	7	3.28	4.30
	East	17-630	77	17-140	108	10	52	62	1.74	1.60
Raja oxyrhincus	West	20-796	72	210-796	6	6	25	31	0.19	1.90
	Center	30-641	31	-	1	1	30	31	0.33	0.32
	East	17-630	77	140-434	83	3	23	26	3.19	1.10
Raja montagui	West	20-796	72	63-144	14	5	26	31	0.45	1.60
	Center	30-641	31	30-43	8	2	2	4	2.00	5.00
	East	17-630	77	19-89	28	6	27	33	0.85	1.80

P.Z: prospected zone; NS: number of stations in prospected zone
N: number of individuals; NT: number of stations in catch limits
Ar: relative abundance; Fr: relative frequency

Results and discussion

The presence areas for each specie of this study have been located in between the catch limits in the 3 regions (Tab. 1). In this areas where the species are supposed to live, for ecological reasons, the indices Ar and Fr have been calculated and used to analyse the distributions (Fig. 1, 2 and 3).

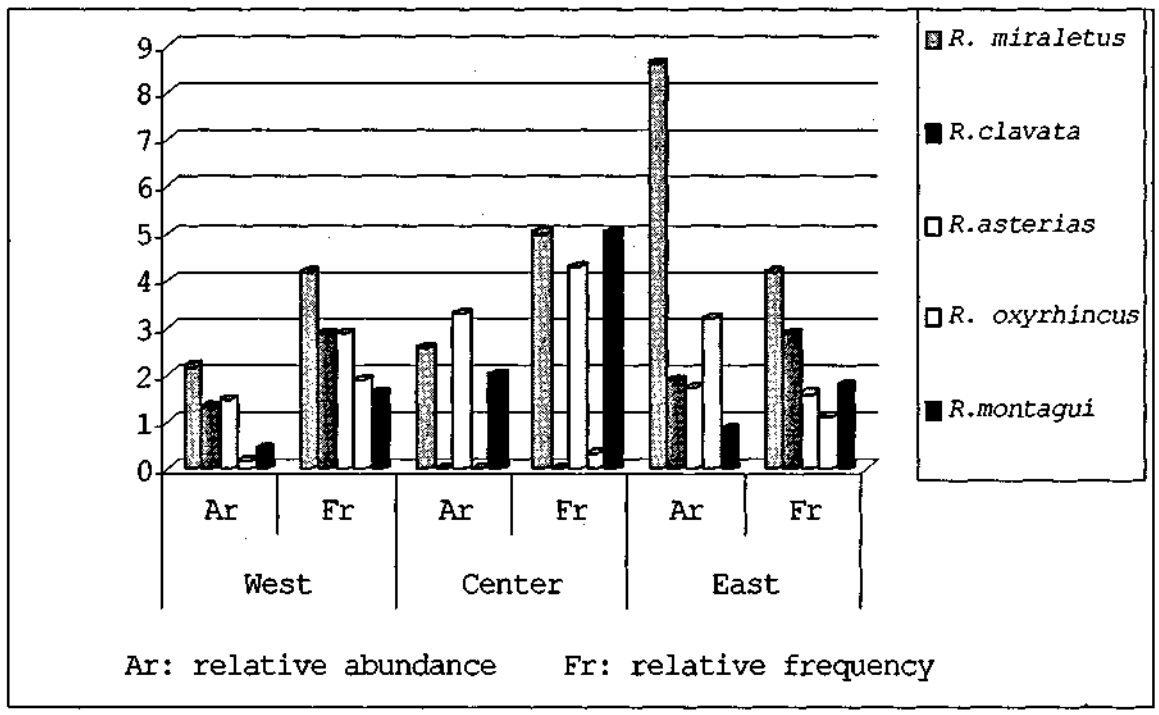


Fig. 1 - Geographical distribution of the Algerian rays.
Distribuzione geografica delle razze Algerine.

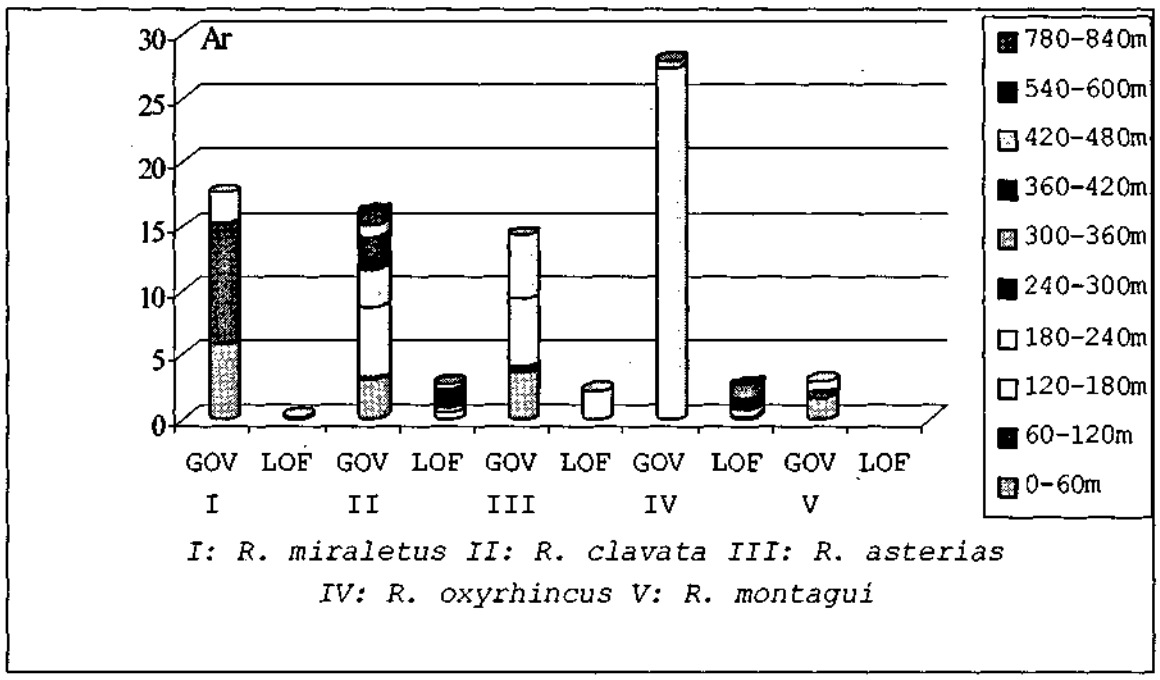


Fig. 2 - Vertical distribution of the Algerian rays and catch efficacy of the two fishing gears.
Distribuzione verticale delle razze Algerine ed efficacia di cattura delle due reti da pesca.

The geographical analysis showed the presence of the 5 species (Fig. 1) along the algerian coast; the only exception was *R. clavata* which did not exist in the central part of the algerian shore. The greatest concentration of skates

occured in the eastern side of Algeria. Nevertheless *R. asterias* and *R. montagui* were more abundant in the central region. The frequencies values were never more than 5, and resulted lower in most cases. Therefore the rays did not appear often in the trawl catches. The results for *R. oxyrhincus*, in the central region, have no significant interest (because obtained with one station and one individual) but proved the existence of this ray in this part of the shore.

The five species appeared in different bathymetrical zones (Fig. 2): the more coastal rays were *R. miraletus*, *R. montagui* (0-180m) and *R. asterias* (0-240m); *R. clavata* (0-60m; 120-420m) and *R. oxyrhincus* (120-300m; 300-360m; 420-480m; 540-600m; 780-840m) showed a wide distribution range. The last one was the more bathyal ray but showed a preference for the depth range 120-180m. This liking was noticed for *R. clavata* too whereas *R. miraletus* prefers the range 60-120m and *R. montagui* 0-60m. Hundred and one hauls have been considered for the bottom trawl of 5m vertical opening: 72 of them realised 97% of the rays catches. In comparison, 18 tows from the 79 made with the Lofoten, caught 35 individuals belonging mainly to *R. clavata*, *R. oxyrhincus* and *Raja asterias*. Catch analysis regarding the two gears, showed the efficiency of an important vertical opening and give an idea about the avoidance capability of the rays.

The analysis of the distribution according to the sediment (Fig. 3) showed that *R. miraletus* is present on all kinds of substratum with a distinct liking for sandy mud. *Raja asterias* and *R. montagui* did not appear on thick sand; *R. clavata* was absent from sand with shell and *R. oxyrhincus* only confined within the compact and liquid slime. A slight preference for the compact slime was noted for *R. asterias* and *Raja clavata*. In general, the results about the bathymetric distribution in the present work, were in agreement with those about the tunisian rays (Capapé, 1971). The exception is about *R. oxyrhincus* which seemed to live deeper in the Algerian basin.

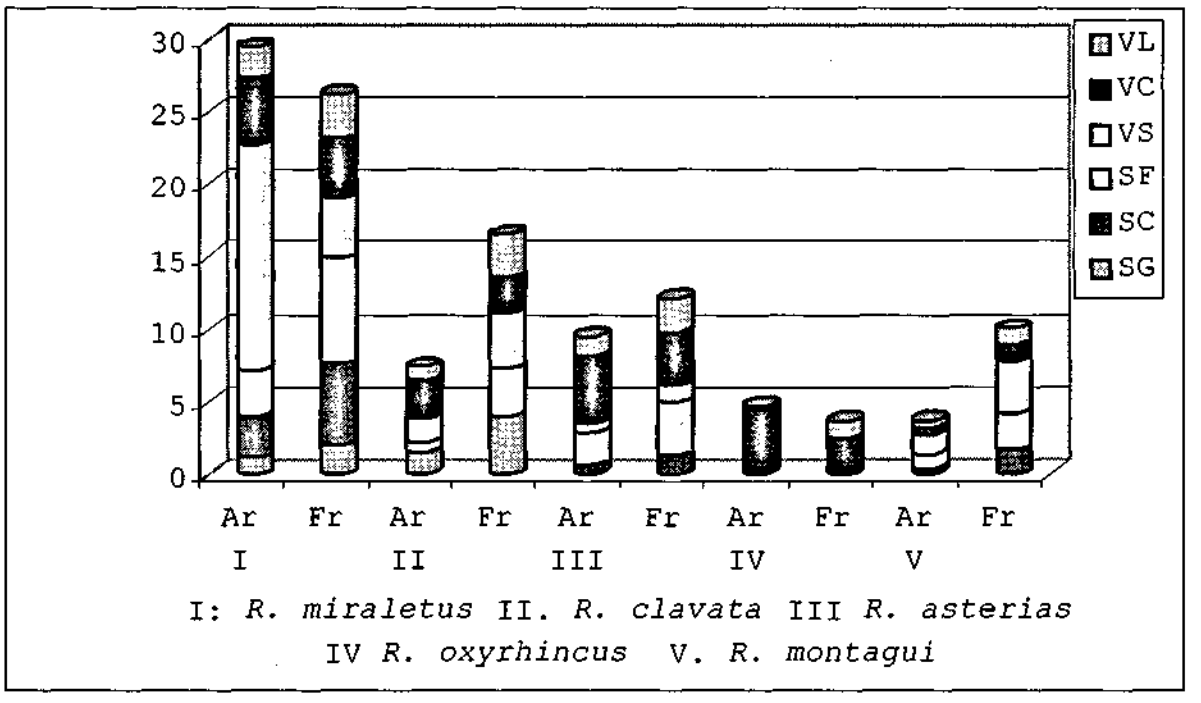


Fig. 3 - Distribution of the rays on the sediment, in Algeria. SG: thick sand. SC: sand with shell. SF: thin sand VS: sandy mud. VC: compact slime. VL: liquid slime.

Distribuzione delle razze sui sedimenti: SG: sabbie grossolane, SC: sabbie con conchiglie, SF: sabbie fini, VS: fango sabbioso, VC: limo compatto, VL: limo liquido.

According to the substratum, four skates can live on sand or on mud (*R. miraletus, R. clavata, R. asterias, R. montagui*) whereas *R. oxyrhincus* looks only for mud, even in the continental shelf. Capapé (1971) reported that the last ray appear on sand and mud.

Conclusion

This contribution to the ecology of the rays is the first step to the elasmobranchs stock assesment and to its conservation. Dieuzeide *et al* (1953) spoke of the abundance of *Raja oxyrhincus* and the rarity of *R. clavata*; updated observations still confirm that this ray specie has disappeared in the central region of algerian basin. Surveys are needed to complete the information about the biology and the ecology of the rays, that will help to understand their comportement.

Riassunto

In Algeria le razze rappresentano una parte importante del pescato; tuttavia fino ad ora non sono disponibili informazioni sull'ecologia di queste specie, se non quelle di Dieuzeide *et al.* (1953). La campagna Thalassia (ISTPM, 1982) lungo i settori occidentale, centrale ed orientale delle coste algerine ci ha permesso di determinare la distribuzione delle razze più comuni catturate nelle aree strascicabili, in relazione alla natura del substrato, alla profondità e alla zona geografica. Durante questa campagna, sono state esplorate 182 stazioni sulla piattaforma continentale e sulla scarpata, tra 10 e 800 m di profondità. Sono stati utilizzati due tipi di rete a strascico: una con apertura verticale di 2,5 m e l'altra con apertura verticale fino a 5 m. Per ogni stazione il materiale raccolto è stato separato per specie ed è stato riportato il numero per ora di individui catturati. La distribuzione delle razze è stata valutata per mezzo di due indici: Ar (abbondanza relativa) e Fr (frequenza relativa). Per calcolare questi indici, questo studio ha considerato soltanto i limiti di cattura entro i quali è presente la specie. Per la distribuzione verticale le strascicate sono state raggruppate in zone batimetriche di 60 m. Le razze sono state catturate su 6 tipi di substrato: sabbie grossolane, sabbie con conchiglie, sabbie fini, fango sabbioso, limo compatto e limo liquido.

In questa campagna sono stati catturati 1035 individui che appartengono alle 5 specie di razze più comuni: *Raja miraletus, Raja clavata, Raja asterias, Raja oxyrhincus* and *Raja montagui.* La rete con l'apertura verticale di 5 m ha effettuato il 97% delle catture. L'analisi geografica mostra la presenza delle cinque specie lungo la costa algerina (l'unica eccezione è *R. clavata* che non è presente nella parte centrale). La maggiore concentrazione di razze si ha nella parte orientale dell'Algeria. Le cinque specie si trovano a diverse batimetrie: le razze più costiere sono *R. miraletus, R. montagui* (15-180 m) e *R. asterias* (15-240 m). *Raja clavata* (15-420 m) e *R. oxyrhincus* (120-840 m) sono specie con un ampio intervallo di distribuzione. Quest'ultima è la razza più batiale. L'analisi della distribuzione in relazione al sedimento mostra che *R. miraletus* si trova su tutti i tipi di substrato, soprattutto su fango sabbioso. *Raja asterias* e *R. montagui* non sono presenti su sabbie grossolane; *R. clavata* non si trova su sabbie con conchiglie e *R. oxyrhincus* è confinata sui fondi fangosi compatti e liquidi.

References

CAPAPE C. (1971) - *Systématique, Ecologie et Biologie de la reproduction des Sélaciens des côtes tunisiennes. Fascicule III.* Thèse de doctorat de 3° Cycle, Université de Paris VI: 96p.

DIEUZEIDE R., NOVELLA M., ROLAND R. (1953) - Catalogue des poissons des côtes algeriennes. *Bull. Stn. Aquic. Pêch .Castiglione*, I(n.s), **4**: 1-135.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire (Révision Zone de pêche 37), Vol. II Vertébrés.* FAO: 761-1530.

HEMIDA F., GHAZLI R. (1998) - Contribution à l'écologie de *Dentex maroccanus* (Valenciennes, 1839) des côtes algériennes: répartitions géographique, bathymétrique et en fonction du sédiment. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **35**: 448-449.

ISTPM (1982) - Rapport de mission sur l'évolution des ressources halieutiques de la marge continentale algérienne. Stocks pélagiques et Stocks démersaux exploitables au chalut. Campagne Thalassa, Ichthys, Joamy: 101 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 417-426

A. Belluscio, U. Scacco, F. Colloca, P. Carpentieri, G.D. Ardizzone

Dipartimento Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza", Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma, Italia.

STRATEGIE ALIMENTARI DI DUE SPECIE DI SELACI DI ACQUE PROFONDE, *GALEUS MELASTOMUS* (RAFINESQUE, 1810) E *ETMOPTERUS SPINAX* (LINNAEUS, 1758), NEL TIRRENO CENTRALE

FEEDING STRATEGIES OF TWO SPECIES OF DEMERSAL CHONDRICHTHYANS, *GALEUS MELASTOMUS* (RAFINESQUE, 1810) AND *ETMOPTERUS SPINAX* (LINNAEUS, 1758), IN THE CENTRAL TYRRHENIAN SEA

Abstract

In order to study the diet of two species of selachians, Galeus melastomus *and* Etmopterus spinax *(Chondrichthyes: Squalidae), a total respectively of 922 and 661 stomachs were collected during some experimental trawl surveys carried out in the central Tyrrhenian Sea. Diet resulted mainly composed of Crustaceans and Cephalopods.*

Key-words: *stomach contents, blackmouth catshark, velvet belly, feeding ecology, Central Tyrrhenian Sea.*

Introduzione

Le campagne di pesca sperimentali, svolte nei mari italiani nell'ambito dei progetti sulla valutazione delle risorse demersali MEDITS e GRU.N.D., hanno permesso di raccogliere una serie di dati biologici anche su specie che non hanno una particolare importanza commerciale e, di conseguenza, spesso poco note.

Nel piano batiale Mediterraneo sono presenti circa 44 specie di selaci (Relini, 1995), le più abbondanti delle quali sono *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810) e *Etmopterus spinax (*Linnaeus, 1758). Entrambe le specie sono catture accessorie della pesca a strascico, normalmente non commercializzate ma, soprattutto *G. melastomus*, sempre più spesso viene rilevata sui mercati ittici del Lazio.

Il presente studio intende apportare un contributo alle conoscenze sulla biologia alimentare delle due specie, essendo il quadro delle reti trofiche nelle acque profonde del Tirreno centrale un argomento assai poco studiato.

Materiali e metodi

Il materiale raccolto proviene da campagne sperimentali di pesca a strascico effettuate nei mesi di luglio e di ottobre del 1997 nell'ambito rispettivamente dei progetti MEDITS e GRU.N.D. (Relini, 1998). L'area campionata comprende il tratto di mare che va dall'isola di Giannutri, a Nord, alla foce del Garigliano, a Sud, includendo l'intera costa del Lazio, tra 10 e 800 metri di profondità. Per ciascun esemplare catturato sono stati raccolti dati biometrici (LT, Lunghezza Totale in mm), di maturità sessuale e prelevato il contenuto stomacale, conservato in una soluzione acquosa al 70% di alcool. In laboratorio le prede sono state smistate e classificate al più basso livello tassonomico possibile. Per lo studio

della dieta sono stati applicati indici alimentari di tipo quantitativo (Hureau, 1970): Indice di frequenza relativa F (%) = (numero di stomaci contenenti la preda identificata / numero totale di stomaci pieni) × 100; Indice di abbondanza relativa Cn (%) = (numero di prede identificate / numero totale di prede) x 100; Indice di intensità alimentare (A) = Numero medio di prede per stomaco.

Per meglio seguire l'andamento della dieta durante le diverse fasi dell'accrescimento, gli individui di *G. melastomus* campionati sono stati successivamente suddivisi in 15 classi di taglia mentre gli esemplari di *E. spinax* sono stati suddivisi in 7 classi di taglia (Tabb. 1-4).

Risultati

In totale sono stati esaminati 1328 individui, dei quali 922 con stomaco pieno, di *G. melastomus* di taglia variabile tra 95 e 610 mm, provenienti da profondità comprese tra 250 e 700 m (Fig. 1).

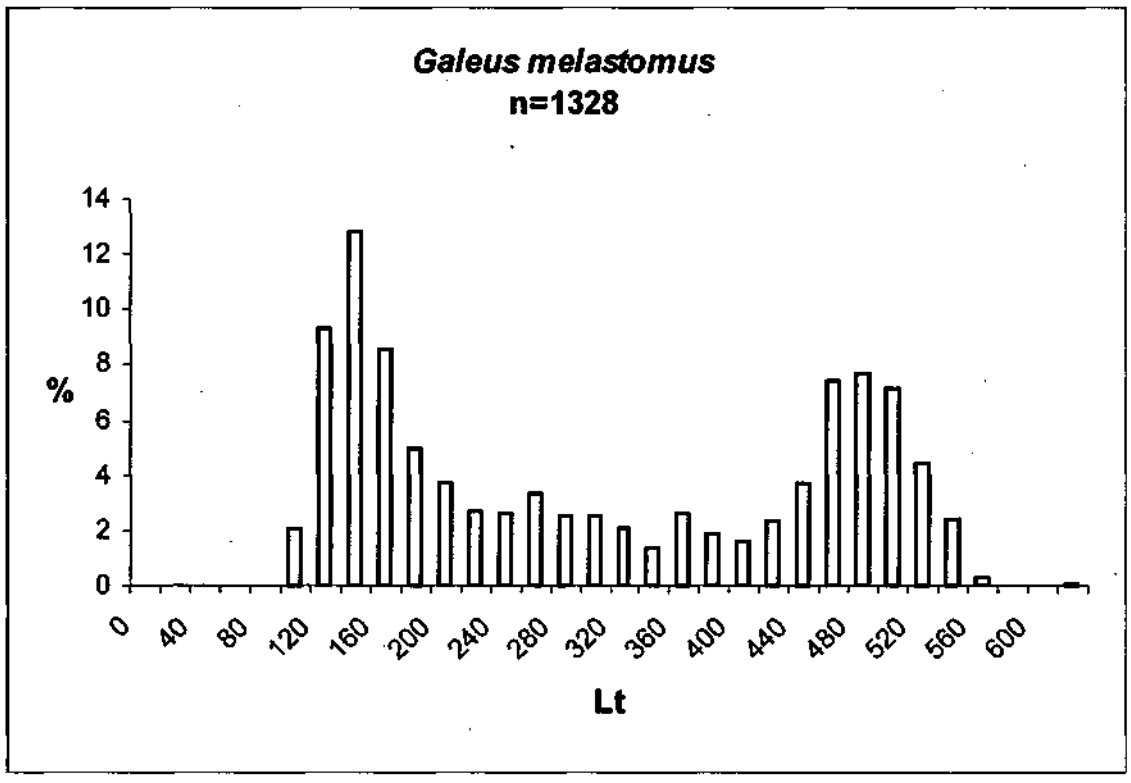


Fig. 1 – Distribuzione di frequenza di lunghezza (LT, mm) di *Galeus melastomus* nelle due campagne (estiva ed autunnale) del 1997.
Length frequency distribution (TL, mm) of Galeus melastomus *during the two (summer and autumn) 1997 trawl surveys.*

Per quel che riguarda *E. spinax,* sono stati campionati un totale di 661 individui, dei quali 416 con stomaco pieno, di taglia variabile fra 85 e 390 mm, provenienti da profondità comprese tra 340 e 650 m (Fig.2).

L'alimentazione di *G. melastomus* è risultata basata soprattutto su Crostacei (Cn = 52.5%; F = 51.28%), quindi su Cefalopodi (Cn = 29.5%; F = 43.40%), e, in misura minore, su Teleostei (Cn = 10%; F = 10%) e Tunicati (Cn = 7%; F = 8.8%). Tra i Crostacei decapodi *Pasiphaea sivado* (Cn = 16.6%, F = 25.59%)

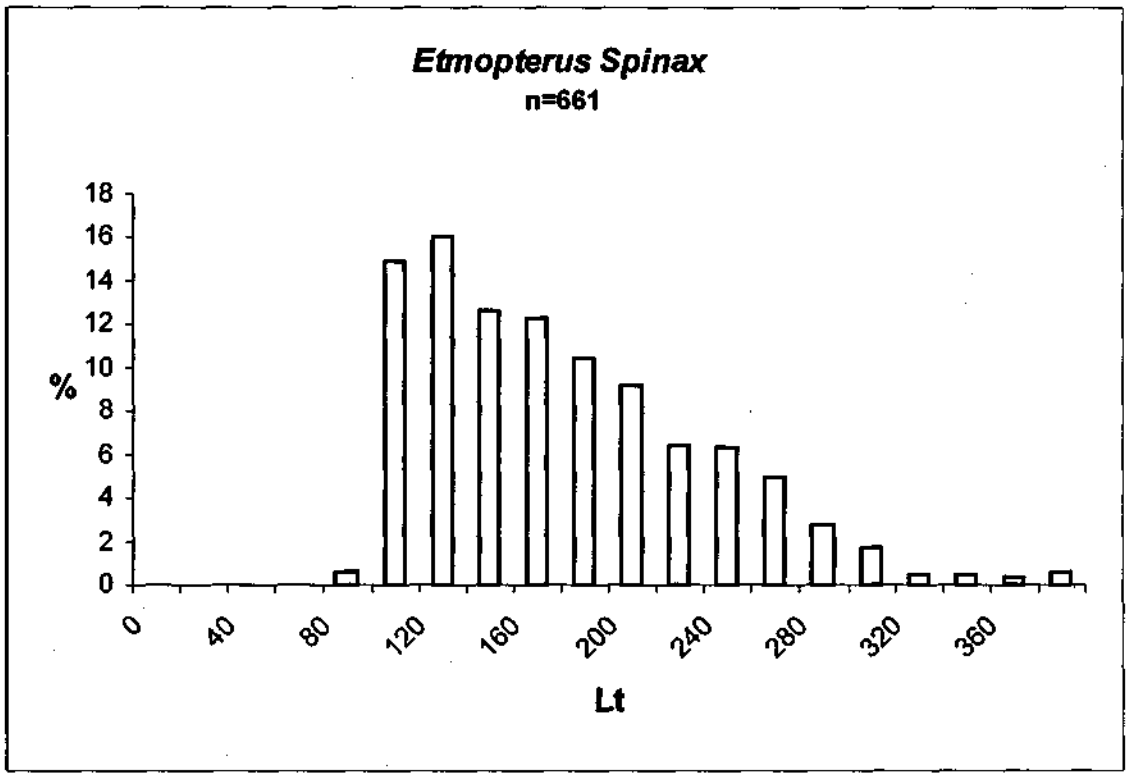


Fig. 2 – Distribuzione di frequenza di lunghezza (LT, mm) di *Etmopterus spinax* nelle due campagne (estiva ed autunnale) del 1997.
Length frequency distribution (TL, mm) of Etmopterus spinax *during the two (summer and autumn) 1997 trawl surveys.*

rappresenta la preda principale; i Cefalopodi sono rappresentati soprattutto dal genere *Heteroteuthis* (*H. dispar* Cn = 44%, F = 25.59%) mentre tra i Teleostei l'attività predatoria è concentrata in particolar modo sui pesci della famiglia Myctophidae (*Lampanyctus crocodilus* Cn = 0.85%, F = 1.73%). Evidente l'importanza dei Tunicati nel regime alimentare di *G. melastomus* (Thaliacea Cn = 6.37%, F = 7.59%; Phyrosomii Cn = 3%, F = 0.47%) (Tab. 1-2).

La figura 3 mostra l'andamento della dieta e le sue principali variazioni in rapporto con la crescita di *G. melastomus*.

I giovani (LT 85-149 mm) si nutrono principalmente di Crostacei (Pasiphaeidae ed Eufasiacei), di piccoli Cefalopodi decapodi (*Abralia verany*, *H. dispar*, Sepiolidae) e, in misura minore, di Teleostei di piccole dimensioni (Mycthopidae). Con l'aumentare della taglia (LT 150-360 mm) si amplia lo spettro trofico del selace, crescono di importanza i Crostacei (*Pashipaea* spp., *Plesionika* spp., *Meganyctiphanes norvegica*) e i Cefalopodi. Gli adulti (LT 420-610 mm) evidenziano una preferenza, oltre che per *H. dispar,* per i Cefalopodi di grande taglia (*Loligo* sp., *Histioteuthis* spp., Eledoninae), Crostacei brachiuri (*Monodaeus couchii*) e natanti (*Solenocera membranacea*, *Parapenaeus longirostris*), Tunicati e Teleostei (soprattutto Myctophidae di grande taglia). Nei contenuti gastrici di *G. melastomus* sono stati inoltre ritrovati una serie di residui dell'attività antropica (zampa di pollo, ecc.) nonché resti di vegetali terrestri (piccoli rami e foglie) e marini (alghe).

L'alimentazione di *E. spinax* è basata prevalentemente su Cefalopodi decapodi mesopelagici (Cn = 51%; F = 46.68%): *H. dispar* (Cn = 13.6%, F = 13.75%) e secondariamente *Histioteuthis bonnellii* (Cn = 2.14%, F = 2.45%). La dieta è composta inoltre da Crostacei decapodi, *Pasiphaea sivado*, *P. multidentata* e, in misura

Tab. 1 - Indice di frequenza (F%) per le principali prede di *Galeus melastomus* calcolato per le differenti classi di taglia.
Percentage of frequency of occurrence (F%) for each prey item in the diet of different size class of Galeus melastomus.

Preda	Classi di taglia														
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
LT (mm)	85-119	120-149	150-179	180-209	210-239	240-269	270-299	300-329	330-359	360-389	390-419	420-449	450-479	480-509	510-610
Crustacea															
Meganyctiphanes norvegica		1,28	3,00		7,50		3,33	4,76	7,69	4,35	5,71	6,25	6,40	12,66	3,33
Euphausiacea	2,62	3,25	2,00	2,00		3,74				4,35	5,71	3,61	4,80	5,63	3,33
Isopoda			1,00												
Monodaeus couchii							3,33	4,76				1,25	1,60	5,63	
Brachyura					2,50							7,23	3,20	5,63	
Plesionika edwarsii						3,70									
Plesionika gigliolii											2,86				
Plesionika antigai						3,70									
Plesionika spp.			1,00	2,00	2,50	3,74	3,33				2,86		0,80	1,27	
Processa spp.											2,86	1,25	0,80		3,33
Pasiphaea sivado	3,09	5,77	10,00	12,00	15,00	25,93	23,33	19,05	46,15	43,48	42,86	39,76	47,20	45,57	63,33
Pasiphaea multidentata		0,64	1,00	2,00	2,50							2,41	0,80	2,53	
Pasiphaeidae	6,19	1,28	3,00	4,00	5,00	7,41	6,67		7,69	4,35		3,61	4,80	7,59	3,33
Sergestidae		1,28	1,00	4,00											
Parapenaeus longirostris											2,86	1,25		1,27	
Solenocera membranacea						3,74							0,80	1,27	
Crustacea ind.	17,52	16,02	10,10	20,01	25,00	18,51	20,01	23,80	11,53	8,69	8,57	20,48	15,20	20,17	10,01
Cephalopoda															
Eledoninae													0,80	6,33	6,67
Octopodinae														1,27	
Ommastrephidae			1,00							13,43	8,57	2,50	2,40	7,59	6,67
Loligo spp.							3,33				2,86		1,60	1,27	3,33
Histioteuthis bonnellii							3,33				5,71	3,61	1,60	5,63	1,00
Histioteuthis elongata			1,00									1,25	0,80		
Histioteuthis reversa												1,25	0,80	2,53	
Histioteuthidae							3,33		7,69	4,35	5,71	4,82	2,40	1,27	6,67
Abralia verany			2,00				3,33					1,25	1,60	3,80	
Enoploteuthidae												2,50	1,60	1,27	
Brachioteuthidae												1,25	1,60		
Sepietta spp.													1,60		
Sepiola spp.													0,80	1,27	
Rossia macrosoma									3,85	4,35			0,80		
Semirossia spp.															3,33
Heteroteuthis dispar	1,39	3,85	4,00	16,00	12,50	44,44	46,67	33,33	3,77	34,78	2,00	28,92	32,80	36,79	4,00
Heteroteuthis spp.									3,85						
Sepiolidae	1,39	0,64	1,00	2,00				4,76	3,85		2,86	1,25	4,80	5,63	
Cephalopoda ind.	11,34	2,51	11,00	16,00	22,50	25,93	26,67	14,29	11,54	26,87	2,00	24,96	25,60	15,19	23,33
Tunicata															
Phyrosomii								4,76				2,50	2,40	1,27	
Thaliacea		0,64	1,00	2,00		7,47	3,33	9,52	11,54	4,35	22,86	13,25	18,40	12,66	2,00
Pisces															
Lampanyctus crocodilus	1,39		2,00									1,25	2,40	3,80	3,33
Myctophidae	1,39	1,32	6,00	6,00	2,50			4,76	7,69	4,35	5,71	3,61	5,60	8,87	6,67
Notolepis rissoi														2,53	
Nettastomidae													2,40		3,33
Paralepididae													1,60	2,53	
Teleostea ind.	7,22	9,62	16,00	18,00	12,50	7,47	1,00	4,76		17,39	5,71	14,46	19,20	31,65	6,67
Residui antropici	3,09	0,64	1,00							4,35	2,86	4,82	4,80	3,80	3,33

Tab. 2 - Indice di abbondanza relativa (Cn %) e di intensità alimentare (A) per le varie prede di *Galeus melastomus*.
Percentage of abundance composition (Cn %) and number (A) of each prey item in the diet of Galeus melastomus.

Preda	Classi di taglia																													
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		XIII		XIV		XV	
LT (mm)	85-119		120-149		150-179		180-209		210-239		240-269		270-299		300-329		330-359		360-389		390-419		420-449		450-479		480-509		510-610	
Indici	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A	Cn	A
Crustacea																														
Meganyctiphanes norvegica			1,6	1,0	4,6	1,3			6,1	1,0			2,9	2,0	2,9	1,0	13,2	4,0	7,4	5,0	4,3	2,0	4,8	2,4	15,8	1,5	34,3	16,5	3,6	4,0
Euphausiacea	3,7	1,0	5,0	1,0	2,3	1,0	1,8	1,0			4,0	2,0							4,4	3,0	2,1	1,0	2,4	2,0	1,1	1,0	1,9	2,3	0,9	1,0
Isopoda					1,1	1,0																								
Monodaeus couchii													1,5	1,0	2,9	1,0							0,4	1,0	0,4	1,0	0,8	1,0		
Brachyura									2,5	1,0													2,8	1,2	0,7	1,0	0,8	1,0		
Plesionika edwarsii											2,0	1,0																		
Plesionika gigliolii																					1,6	1,0								
Plesionika antigai											2,0	1,0																		
Plesionika spp.					1,1	1,0	1,8	1,0	2,5	1,0	2,0	1,0	1,5	1,0							2,1	2,0			0,2	1,0	0,6	3,0		
Processa spp.																					1,6	1,0	0,4	1,0	0,2	1,0			0,9	1,0
Pasiphaea sivado	7,4	1,3	9,0	1,2	14,9	1,3	12,3	1,2	12,2	1,0	16,0	1,1	22,1	2,1	17,6	1,5	31,8	1,8	30,9	2,1	39,4	2,5	28,4	2,2	24,5	2,2	22,9	3,0	42,9	2,5
Pasiphaea multidentata			0,8	1,0	1,1	1,0	1,8	1,0	2,5	1,0													1,2	1,5	0,6	3,0	0,6	1,5		
Pasiphaeidae	11,1	1,0	3,3	2,0	3,4	1,0	3,6	1,0	3,8	1,0	4,0	1,0	2,9	1,0			3,3	1,0	1,5	1,0			1,2	1,0	1,4	1,2	1,3	1,0	0,9	1,0
Sergestidae			1,6	1,0	1,1	1,0	3,6	1,0																						
Parapenaeus longirostris																					2,1	2,0	0,4	1,0			0,2	1,0		
Solenocera membranacea											2,0	1,0													0,2	1,0	0,2	1,0		
Crustacea ind.	31,5	1,0	20,5	1,0	12,6	1,1	19,3	1,0	24,5	1,3	12,0	1,0	13,2	1,1	20,6	1,0	5,6	1,0	2,9	1,1	3,2	1,0	6,8	1,3	4,3	1,8	3,4	1,2	2,7	1,1
Cephalopoda																														
Eledoninae																									0,2	1,0	1,6	1,0	2,7	1,5
Octopodinae																											0,2	1,0		
Ommastrephidae					1,1	1,0													4,4	1,0	3,2	1,0	0,8	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,8	1,0
Loligo spp.													1,5	1,0							1,6	1,0			0,4	1,0	0,2	1,0	0,9	1,0
Histioteuthis bonnellii													1,5	1,0							2,1	1,0	1,2	1,0	0,4	1,0	0,8	1,0	3,6	1,3
Histioteuthis elongata					1,1	1,0																	0,4	1,0	0,2	1,0				
Histioteuthis reversa																							0,4	1,0	0,2	1,0	0,4	1,0		
Histioteuthidae													1,5	1,0			4,5	1,5	1,5	1,0	2,1	1,0	1,6	1,0	0,6	1,0	0,2	1,0	1,8	1,0
Abralia verany					2,3	1,0							2,9	2,0									0,4	1,0	0,4	1,0	0,6	1,0		
Enoploteuthidae																							1,2	1,0	0,4	1,0	0,2	1,0		
Brachioteuthidae																							0,4	1,0	0,4	1,0				
Sepietta spp.																									0,4	1,0				
Sepiola spp.																									0,2	1,0	0,2	1,0		
Rossia macrosoma																	1,5	1,0	1,5	1,0					0,2	1,0				
Semirossia spp.																													0,9	1,0
Heteroteuthis dispar	1,9	1,0	4,9	1,0	4,6	1,0	15,8	1,1	10,2	1,0	34,0	1,4	29,4	1,4	29,4	1,4	21,4	1,8	22,6	1,9	8,5	1,1	14,8	1,5	13,5	1,8	8,7	1,3	11,7	1,8
Heteroteuthis spp.																	1,5	1,0												
Sepiolidae	1,9	1,0	0,8	1,0	1,1	1,0	1,8	1,0							2,9	1,0	1,5	1,0			1,6	1,0	0,4	1,0	1,5	1,3	1,3	1,5		
Cephalopoda ind.	20,4	1,0	26,2	1,0	14,9	1,2	14,4	1,0	23,5	1,3	14,0	1,0	13,2	1,1	8,8	1,0	4,5	1,0	10,3	1,2	7,4	1,0	10,8	1,4	11,2	1,9	3,2	1,3	7,1	1,1
Tunicata																														
Phyrosomii															2,9	1,0							1,6	2,0	0,7	1,3	0,2	1,0		
Thaliacea			0,8	1,0	1,1	1,0	1,8	1,0			4,0	1,0	1,5	1,0	5,9	1,0	4,5	1,0	4,4	3,0	11,8	1,6	8,4	2,0	10,7	2,5	3,7	1,7	11,7	2,2
Pisces																														
Lampanyctus crocodilus	1,9	1,0			2,3	1,0											1,5	1,0					0,4	1,0	0,7	1,3	0,6	1,0	0,9	1,0
Myctophidae	1,9	1,0	13,1	1,0	6,9	1,0	7,2	1,3	2,5	1,0					2,9	1,0	4,9	1,0			2,1	1,0	2,0	1,3	1,6	1,0	1,9	1,0	1,8	1,0
Notolepis rissoi																											0,4	1,0		
Nettastomidae																									0,6	1,0			0,9	1,0
Paralepididae																									0,4	1,0	0,4	1,0		
Teleostea ind.	13,0	1,0	12,3	1,0	20,7	1,1	15,8	1,0	10,2	1,0	4,0	1,0	4,4	1,0	2,9	1,0			5,9	1,0	2,1	1,0	5,2	1,8	4,7	1,4	6,4	1,2	1,8	1,0
Residui antropici	5,6		0,8		1,1														1,5		1,1		1,6		1,1		0,6		0,9	

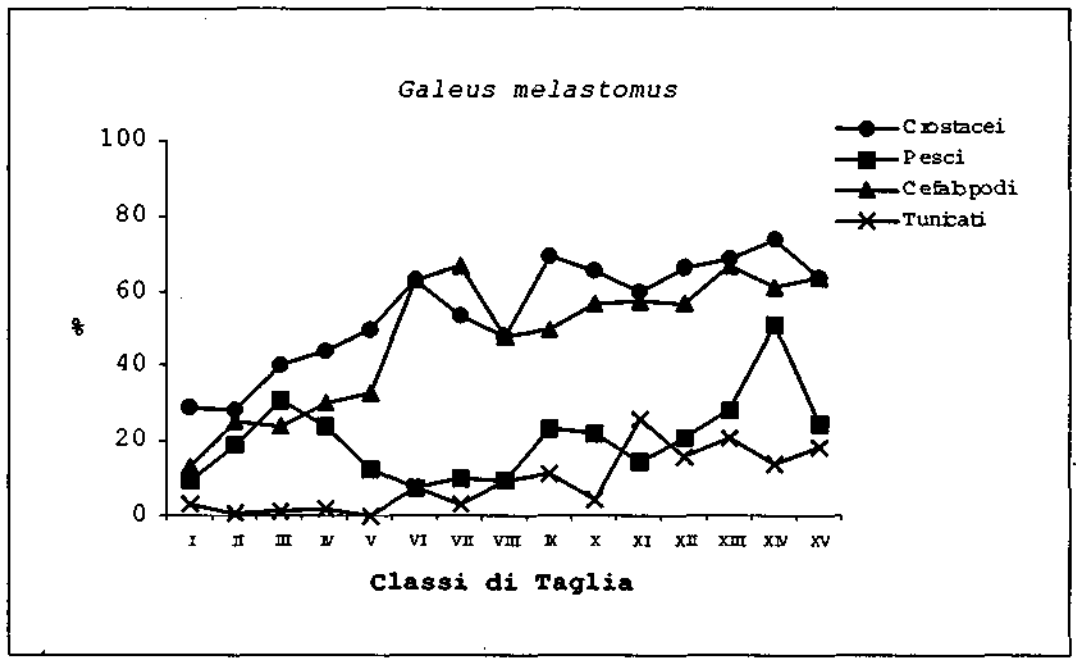


Fig. 3 – Indice di frequenza relativa (F %) per i principali taxa di prede in *Galeus melastomus*. *Frequency of occurrence (F%) of main preys taxa of* Galeus melastomus.

minore, da piccoli Teleostei delle famiglie Myctophidae e Paralepididae che rappresentano il 10% del totale delle prede (Tabb. 3-4). Praticamente assenti nella dieta i resti di origine antropica.

La figura 4 permette di apprezzare l'andamento nella dieta delle prede principali in relazione alla crescita della specie.

L'esame della dieta di *E. spinax* evidenzia l'incremento delle dimensioni delle prede al crescere della taglia; infatti mentre i giovani della specie (LT 85-149 mm) basano la loro dieta su piccoli Cefalopodi (*H. dispar*, Sepiolidae, Rossinae) ed in misura minore sui Crostacei (*P. sivado*, *M. norvegica*), per gli individui adulti (LT > 250 mm) l'alimentazione è composta principalmente da Crostacei decapodi (*Pasiphaea* spp.), che rappresentano il 40% delle prede totali, grandi Cefalopodi (*Loligo* sp., Ommastrephidae) e Teleostei (Myctophidae).

Conclusioni

Dai risultati ottenuti risulta come *G. melastomus* sia un attivo predatore bentopelagico, in grado di sfruttare un ampio range di prede. Poche però sono le specie fondamentali e molte quelle occasionali, come osservato anche altri autori (Relini Orsi e Wurtz, 1975). Dall'analisi dei dati emerge come i Crostacei rappresentino le prede più importanti nell'alimentazione della specie, come confermato in studi condotti in Adriatico meridionale (Bello, 1997) e mar ligure (Relini Orsi e Wurtz, 1977), a differenza invece di quanto rilevato in altre aree del Tirreno centro-settentrionale (Sartor e De Ranieri, 1995), dove la dieta della specie risulta composta principalmente da Cefalopodi e, solo secondariamente, da Crostacei. I giovani di *Galeus* presentano una dieta caratterizzata principalmente da Crostacei di piccole dimensioni, seguono i Cefalopodi, e principalmente il piccolo sepiolide *H. dispar.* Componente secondaria della dieta sembrano essere Mictophydae ed altri piccoli Teleostei demersali. Nella fase successiva dell'accrescimento le maggiori

Tab. 3 - Indice di frequenza (F%) delle varie prede di *Etmopterus spinax.*
Percentage of frequency of occurrence (F%) for each prey item in the diet of Etmopterus spinax.

Preda	Classi di taglia						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
LT (mm)	85-119	120-149	150-179	180-209	210-249	250-279	280-390
Crustacea							
Meganyctiphanes norvegica	3,38	3,88	3,18	1,69	4,76	2,86	
Pasiphaea sivado	6,74	9,32	20,16	27,12	30,95	28,57	6,90
Pasiphaea multidentata	1,12	1,55					
Pasiphaeidae	8,99	2,33	4,65		2,39	2,86	3,45
Parapenaeus longirostris			0,78				
Crustacea ind.	22,47	17,82	13,98	13,55	19,04	2,85	13,80
Cephalopoda							
Gasteropoda					2,39		
Eledoninae		0,78	0,78				
Octopodinae		0,78	1,55	3,39			
Ommastrephidae		2,33	1,55				13,79
Loligo spp.		0,78	0,78			2,86	
Histioteuthis bonnellii	1,12	0,78	3,88	3,39	2,39		3,45
Histioteuthis reversa		0,78	1,55				
Histioteuthidae		6,22	0,78	1,69			3,45
Enoploteuthidae	2,25	1,55					
Brachioteuthidae	1,12	1,55					
Sepiola spp.		0,78	0,78				
Rossia macrosoma	4,49	0,78	0,78				
Rossia spp.		2,33	0,78				
Semirossia spp.	1,12						
Rossinae		1,55	0,78				
Heteroteutis dispar	3,38	9,32	20,93	20,34	11,95	17,14	17,24
Heteroteutis spp.	1,12	4,65	2,33				
Sepiolidae	3,38	3,88	2,33	3,39	4,76	8,57	3,45
Cephalopoda ind.	31,47	17,54	11,63	11,86	9,52	17,14	20,69
Tunicata							
Phyrosomii	1,12						
Thaliacea		1,55	0,78				
Pisces							
Lampanyctus crocodilus		0,78			2,39		
Myctophidae	1,12	2,33		5,85	7,15		
Paralaepididae				1,69			
Teleostea ind.	5,62	4,65	3,88	6,78	2,39	14,29	13,79

dimensioni corporee collegate alle migliori capacità natatorie e quindi predatorie amplierebbero lo spettro delle prede, dato del resto confermato dalla variazione del numero medio delle prede totali per stomaco. Si aggiungono, alle prede già osservate, altre di maggiori dimensioni quali *Histioteuthis* spp., Ommastrephidae, *Loligo* spp. per i Cefalopodi, *Plesionika* spp. per i Crostacei. Nella fase adulta il consumo dei Cefalopodi di piccola taglia è ridotto e si osserva la comparsa di nuove specie come Cefalopodi ottopodi e sepiolidi bentonici (Rossinae), aumenta la presenza di Tunicati e Crostacei, con prede tipicamente bentoniche quali i Brachiura. In questa fase è notevole l'incremento del consumo dei Teleostei con prede di grandi dimensioni. Tutti questi dati, più la comparsa nei contenuti gastrici

Tab. 4 - Indice di abbondanza relativa (Cn%) e intensità alimentare (A) per le varie prede di *Etmopterus spinax.*

Percentage of abundance composition (Cn %) and number (A) of each prey item in the diet of Etmopterus spinax.

	Classi di taglia						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
LT (mm)	85-119	120-149	150-179	180-209	210-249	250-279	280-390
Crustacea							
Meganyctiphanes norvegica	3,00	2,69	3,38	2,56	8,70	5,26	
Pasiphaea sivado	6,00	7,83	19,11	35,90	3,43	31,58	10,00
Pasiphaea multidentata	1,00	1,74					
Pasiphaeidae	6,00	2,69	5,62		4,35	5,26	4,55
Parapenaeus longirostris			1,12				
Crustacea ind.	19,00	17,39	20,22	20,51	17,39	5,26	18,18
Cephalopoda							
Gasteropoda					4,35		
Eledoninae		0,87	1,12				
Octopodinae		0,87	2,25	5,13			
Ommastrephidae		2,69	2,25				18,18
Loligo spp.		0,87	1,12			5,26	
Histioteuthis bonnellii	1,00	0,87	5,62	2,56	4,35		4,55
Histioteuthis reversa		0,87	2,25				
Histioteuthidae		6,96	1,12	2,56			4,55
Enoploteuthidae	2,00	1,74					
Brachioteuthidae	1,00	1,74					
Sepiola spp.		0,87	1,12				
Rossia macrosoma	4,00	2,69	1,12				
Rossia spp.		2,69	1,12				
Semirossia spp.	1,00						
Rossinae		1,74	1,12				
Heteroteuthis dispar	2,00	8,70	23,60	25,64	17,39	26,32	18,18
Heteroteuthis spp.	1,00	5,22	2,25				
Sepiolidae	2,00	4,35	2,25	2,56	8,70	1,53	4,55
Cephalopoda ind.	27,00	16,52	15,73	17,95	17,39	26,32	27,27
Tunicata							
Phyrosomii	1,00						
Thaliacea		1,74	1,12				
Pisces							
Lampanyctus crocodilus		0,87			4,35		
Myctophidae	1,00	2,61		7,69	13,04		
Paralaepididae				2,56			
Teleostea ind.	5,00	5,22	5,62	7,69	4,35	26,32	18,18

di residui di origine antropica (non si tratta evidentemente di una risorsa alimentare ma molto probabilmente di elementi che occasionalmente vengono ingeriti durante l'attività predatoria sul fondo) starebbero ad indicare un maggiore contatto con il fondo degli adulti, in gran parte rappresentati da femmine ben oltre la taglia di prima maturità sessuale, pronte per la deposizione delle uova. Dato nuovo rispetto alla letteratura su questa specie è l'importanza che assumono i Tunicati, prede la cui presenza solleva dei quesiti interessanti sul loro reperimento: è infatti ipotizzabile che si tratti di tuniche di Taliacei pelagici precipitate sul fondo oppure di organismi vivi predati in acque libere.

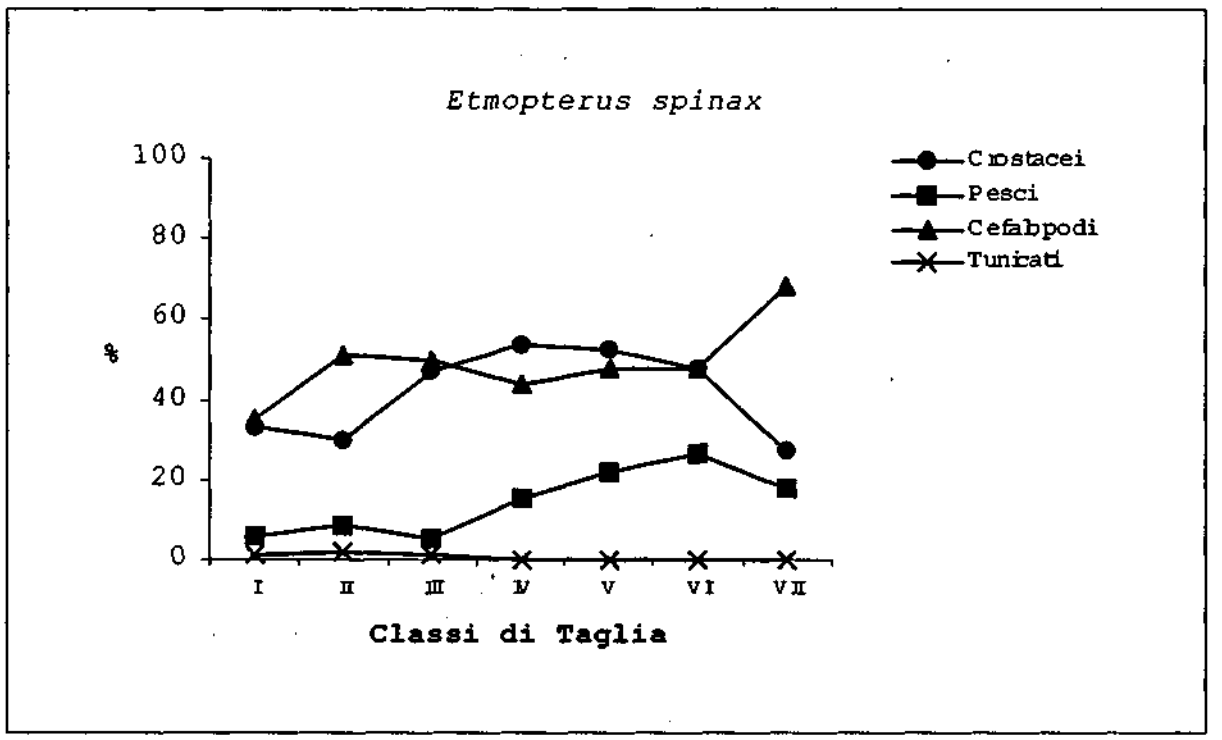


Fig. 4 – Indice di frequenza relativa (F %) per i principali taxa di prede in *Etmopterus spinax*. *Frequency of occurrence (F%) of main preys taxa of* Etmopterus spinax.

Come emerso anche in altri lavori (Relini Orsi e Wurtz, 1976, 1977; Bello, 1998), *E. spinax* ha evidenziato una attività predatoria concentrata su un minore numero di prede rispetto a quelle identificate per *G. melastomus*: sono infatti circa 31 i taxa che hanno una rilevanza nel regime alimentare della prima specie rispetto ai 48 della seconda. La componente principale della dieta dei giovani risulta essere costituita dai Cefalopodi e tra questi le Rossinae, famiglia prettamente bentonica, sono l'unica preda il cui consumo è effettuato esclusivamente dai giovani, dato forse correlabile ad un maggiore contatto con il fondo di questi individui. La fase adulta è caratterizzata dal prevalente consumo di Cefalopodi di maggiori dimensioni e prettamente bentonici (ottopoda). La predazione dei Crostacei sembra subire un drastico calo mentre i Teleostei presentano in questa fase il loro massimo consumo, con esemplari di grandi dimensioni, spesso rappresentati da porzioni della stessa preda contenuti negli stomaci di individui diversi. Questo dato, e la presenza delle sole porzioni cefaliche dei Cefalopodi, conferma le ipotesi avanzate da Macpherson (1981) circa la predazione in gruppo effettuata da *E. spinax* su prede di grosse dimensioni. La predazione in piccoli gruppi potrebbe rappresentare una sorta di strategia compensatoria per la predazione di prede pelagiche troppo grandi e troppo veloci per il singolo individuo. In conclusione, anche lo studio del regime alimentare di *E. spinax* ha evidenziato una variazione della dieta con la taglia. La presenza di prede più pelagiche e la minore frequenza di prede bentoniche nella dieta potrebbe essere correlata alle maggiori attitudini pelagiche di *E. spinax* rispetto a *G. melastomus*.

Summary

Experimental trawl surveys, carried out in order to evaluate the demersal resources of Italian Seas, permitted, among other things, to collect biological data about non commercial and poor studied

species. In particular, during the autumn 1997 and summer 1998 trawl surveys two species of selachians *Galeus melastomus* and *Etmopterus spinax* (Chondrichthyes: Squalidae)were studied in order to analyse their bathimetric distribution and feeding ecology. The study area is located in the central Tyrrhenian Sea and surveys were carried out in accord to GRUND and MEDITS projects protocols. On board, the specimens were sorted, weighted, sized and sexed, and stomachs were collected. In laboratory preys were identified and feeding index (F%, Cn, A) were calculated.

A total of 1300 specimens of *G. melastomus* were caught between 300 and 650 m depth, size ranged between 95 and 610 mm. A total of 922 stomach were collected. Diet resulted strictly correlated to fish size and sex: juveniles feed on small Crustaceans (Pasiphaeidae), Cepalopods (Abralia verany) and Teleosteans (Mictophidae), adults feed mainly on large Cephalopods (*Loligo, Histioteuthis*), Crustaceans (*Solenocera membranacea, Parapenaeus longirostris*), Teleosteans and Tunicates.

A total of 661 stomachs were collected from *E. spinax* specimens fished between 400 and 650 m. Size ranged between 85 and 390 mm. This species showed a more pelagic feeding habits compared to G. melastomus. Juveniles feed on Cephalopods (*H. dispar, Sepiolidae, Rossinae*), adults feed mainly on Crustaceans (Pasiphaea spp.).

In conclusion, *G. melastomus* appears to be an active bentho-pelagic predator, feeding on a wide variety of species. *E. spinax* showed a feeding activity concentrated on a lower number of species and, especially the adults, with a pelagic habitus.

Bibliografia

BELLO G. (1997) – Cephalopods from the stomach contents of demersal Chondrichthyans caught in the Adriatic sea. *Vie Milieu,* **47** (3): 221–227.

BELLO G. (1998) – The feeding ecology of the velvet belly, *Etmopterus spinax* (Chondrichtyes: Squalidae), of the Adriatic Sea on the basis of its stomach contents. *Atti Soc. It. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Nat. Milano*, **139** (2): 187-193.

HUREAU (1970) – Biologie comparee de quelques poissons antarctiques (Notothenidae). *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*, **68**: 1–391.

MACPHERSON E. (1980) – Regime alimentaire de *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810), *Etmopterus spinax* (L., 1758) et *Scymnorhinus licha* (Bonaterre, 1788) en Mediterranee occidentale. *Vie Milieu,* **30**: 139-148.

RELINI G. (1995) – La fauna ittica batiale nel Mediterraneo con particolare riferimento ai campionamenti dello strascico. *Biol. Mar. Medit.,* **2** (2): 177–183.

RELINI G. (1998) – Valutazione delle Risorse Demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 3-19.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1975) – Osservazioni sulla alimentazione di *Galeus melastomus* dei fondi batiali liguri. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca.*, **2** (1): 17-36.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1976) – Ricerche sull'alimentazione di *Etmopterus spinax* (Chondrichthyes Squalidae). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **31** (1-2): 257-266.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1977) – Patterns and overlap in the feeding of two selachians of bathyal fishing grounds in the Ligurian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* **24** (5): 89-94.

SARTOR P., DE RANIERI S. (1995) – *Heteroteuthis dispar* (Ruppel, 1844) (Cephalopoda, Sepiolidae) nella dieta di due selaci batiali nel Mar Tirreno settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 517-518.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 427-432

M. COSTANTINI, M. BERNARDINI *, P. CORDONE *, P.G. GIULIANINI *, G. OREL *

W.W.F. - Riserva naturale marina di Miramare, Viale Miramare, 349 - 34100 Trieste, Italia.
* Dipartimento di Biologia, via L. Giorgieri, 7 - 34127 Trieste

OSSERVAZIONI SULLA PESCA, LA BIOLOGIA RIPRODUTTIVA ED ALIMENTARE DI *MUSTELUS MUSTELUS* (CHONDRICHTYES, TRIAKIDAE) IN ALTO ADRIATICO

OBSERVATIONS ON FISHERY, FEEDING HABITS AND REPRODUCTIVE BIOLOGY OF MUSTELUS MUSTELUS *(CHONDRICHTYES, TRIAKIDAE) IN NORTHERN ADRIATIC SEA*

Abstract

Information concerning fishery, feeding habits and reproductive biology of the most common northern Adriatic sea bentho-demersal shark, Mustelus mustelus, *are presented. Specimens were collected by a gill-net named "cagnolera" (60-70 mm mesh size) off Marano Lagunare (Ud). The 81 individuals sampled ranged from 51 to 148 cm TL (Total Length). The embryos recorded in 6 individuals ranged from 11 to 34 cm TL, the largest in May 1999 suggesting that parturition occurs in May-June. Predominant preys were crustaceans (41%), molluscs (30%) and fish (27%). Histological analyses show immature gonads in October and maturing ones, with large oocyte (16 mm) in female and spermatozoa spermatocysts in male, in May.*

Key-words: *Chondrichtyes,* Mustelus mustelus, *fishery, feeding habits, reproductive biology.*

Introduzione

I palombi lisci, *Mustelus mustelus* (Linneus, 1758), sono elasmobranchi presenti in Mediterraneo e Nord-Est Atlantico (Notarbartolo e Bianchi, 1998; Branstetter, 1994). Vivono su fondali mobili, sabbiosi o fangosi, raramente sotto l'isobata dei 50 metri (Compagno, 1984). Sono condroitti bento-demersali regolarmente pescati nel bacino settentrionale del mare Adriatico e smerciati presso le marinerie di Trieste, Grado, Marano Lagunare, Caorle, Venezia e Chioggia. Per la loro cattura, oltre alle reti a strascico, sono generalmente utilizzate reti da posta dette "cagnolere" dal termine "cane" con cui i pescatori locali chiamano questo pesce. Le "cagnolere sono attrezzi che vantano antiche origini. La "cagnolera", oggi in uso, ha avuto origine dalla modificazione (allungamento e diminuzione del numero delle maglie in altezza) di un attrezzo già descritto da Faber (1883): "la cagnera" o rete da Can è una rete da posta appesantita con pietre per la pesca di piccoli squali (pesce can) e di razze, lunga 40 metri e alta 2 metri". Sono redditizie soprattutto nei mesi tardo primaverili, estivi e nei primi mesi autunnali: le maggiori catture si hanno in maggio e giugno, poi lentamente tendono a diminuire fino ad ottobre. Negli ultimi 4 anni, a Marano Lagunare, dove tale tipo di pesca è esercitato da 4 imbarcazioni, la produzione media annua di palombi si attesta intorno alle 50 t (Fonte Mercato Ittico di Marano Lagunare (Ud)).

Le ricerche sono state svolte allo scopo di descrivere l'attività di pesca con le "cagnolere" e per dare informazioni sulla biologia della popolazione di *M. mustelus* in Alto Adriatico.

Materiali e metodi

Gli animali (n = 81) sono stati reperiti nel corso di 20 uscite effettuate su di un peschereccio con cadenza mensile a partire dall'ottobre 1997 fino a maggio 1999. Gli esemplari analizzati rappresentano in taluni casi la totalità del pescato, mentre nei mesi in cui l'attrezzo è risultato maggiormente redditizio (maggio, giugno, luglio, ottobre) corrispondono ad un campione del pescato pari al 10%.

L'attrezzo di pesca utilizzato è la "cagnolera": una rete da posta nuda in monofilo con maglie di 60-70 mm. Alta circa 2 m, viene stesa per circa 1 miglio nautico. Calata su un fondale variabile tra i 18 e 25 m, alle prime luci dell'alba, viene salpata di notte dopo un periodo variabile da una a due giornate.

Gli animali esaminati sono stati misurati (lunghezza totale L.T.), pesati (W; g) ed eviscerati. Per ogni esemplare femminile è stata verificata l'eventuale presenza di embrioni negli uteri.

Da ciascuno esemplare è stato prelevato lo stomaco per le analisi qualitative del contenuto. I contenuti stomacali, conservati in formalina al 10%, sono stati esaminati per la determinazione delle prede al livello tassonomico più basso possibile tramite chiavi di determinazione specifiche. L'analisi è stata effettuata grazie agli indici di frequenza d'occorrenza (F%) e di composizione numerica percentuale (Cn%) tratti dalla letteratura (Morte, 1997; Hyslop, 1980). Di 40 animali si è inoltre monitorata la condizione riproduttiva mediante analisi istologica. Campioni di gonadi sono stati fissati in Bouin per 24 ore, disidratati in serie ascendenti di alcoli ed inclusi in paraffina. Sezioni di 10μm di spessore sono state colorate con ematossilina-eosina per l'analisi istologica. Immagini digitalizzate sono state utilizzate per le misure con un software di analisi d'immagine Image-Pro Plus 3.01 (Media Cybernetics).

Risultati

Analisi dimensionale degli esemplari catturati

Gli 81 animali hanno lunghezza totale (LT) variabile da 51 cm a 148 cm (lunghezza media = 101 cm), peso da 0,35 kg a 13 kg (peso medio = 5,8 kg), di cui 24 femmine di lunghezza (LT) compresa tra 84 cm e 148 cm, peso da 0,75 kg a 13 kg e 57 maschi di lunghezza (LT) compresa tra 51 cm e 127 cm, peso da 0,35 kg a 6,5 kg.

Sono stati riscontrati embrioni in 6 esemplari. Embrioni di 11-14 cm (n = 6) sono stati rinvenuti in dicembre 1997 (1 esemplare, LT = 90 cm) e di 25-34 cm (n = 79) in maggio 1998 (3 esemplari, LT = 86-126 cm), 1999 (2 esemplari, LT = 122-148 cm). Il numero medio di embrioni per esemplare è 14, la sex ratio è di 1:1 (M/F).

Altre specie catturate

Se si escludono le sporadiche catture di teleostei riscontrate durante le 20 uscite effettuate (*Zeus faber* (n = 1), *Uranoscopus scaber* (n = 1), *Scophthalmus maximus* (n = 1), *Trigla hirundo* (n = 6)) e di crostacei decapodi (*Homarus gammarus* (n = 1), *Dromia personata* (n = 2), *Maja squinado* (n = 1)), la "cagnolera" cattura principalmente elasmobranchi.

Oltre il palombo liscio, *Mustelus mustelus*, vengono catturati esemplari appartenenti alle specie: *Mustelus punctulatus* (n = 71), *Squalus acanthias* (n = 51), *Scyliorhinus stellaris* (n = 3), *Myliobatis aquila* (n = 200) Gli esemplari osser-

vati sono per lo più maturi sessualmente con ovari con ovociti in vitellogenesi avanzata. In taluni casi le femmine di maggiori dimensioni sono gravide (*Squalus acanthias*), con embrioni ben formati o con uova prossime alla deposizione (*Scyliorhinus stellaris*).

Analisi dei contenuti stomacali

Nessuno dei 65 stomaci analizzati è risultato vuoto. Il numero medio di prede per stomaco è di 5,6. Le prede più frequenti appartengono ai crostacei (41%) seguite dai molluschi (30%), dai pesci (27 %). Tra i crostacei la specie più predata è *Squilla mantis* (F% = 38,46; Cn% = 10,66), seguita dai Paguridae nel loro complesso, tra i molluschi *Solenocurtus strigillatus* (F% = 23,08; Cn% = 6,56), *Ensis spp.* (F% = 29,23; Cn% = 8,20), seguiti dai cefalopodi, di cui il più rappresentativo è *Eledone moscata*; tra i pesci la specie principalmente predata è *Engraulis encrasicholus* (F% = 38,46; Cn% = 20,22). I dati esposti sono di seguito esposti in tabella 1.

Tab. 1 - Prede e specie maggiormente predate da *M. mustelus*.

Prede	**%**	**Specie maggiormente predate**	**F%**	**Cn%**
Molluschi	41%	*Solenocurtus strigillatus*	23,08	6,56
		Ensis spp.	29,23	8,20
Crostacei	30%	*Squilla mantis*	38,46	6,56
Pesci	27%	*Engraulis enchrasicolus*	38,46	20,22

Biologia riproduttiva

L'ovario è in relazione con l'organo ematopoietico epigonale (Fig. 1a). In gonadi in stadio precoce di maturazione si possono notare pochi grossi ovociti di circa 600 μm di diametro a cui sono associati nidi di ovociti precoci con un diametro medio di circa 80 μm (Fig. 1a). In ovari in maturazione la popolazione oocitaria è formata prevalentemente da cellule con diametro maggiore di 4 mm (Fig. 1b). Le cellule follicolari della granulosa passano da un'organizzazione a epitelio piatto in ovociti con diametro minore di 100 μm ad un'organizzazione di tipo cubico, colonnare e infine pluristratificato in ovociti prossimi alla maturità. La dimensione massima oocitaria riscontrata è stata di 16 mm (esemplare di 126 cm, catturato il 20/5/98).

I testicoli di *M. mustelus*, anch'essi in relazione con l'organo epigonale, presentano in sezione trasversale una disposizione a maturazione zonale, con una zona germinativa da cui si originano spermatocisti che muovendosi verso il deferente maturano fino alla fusione con quest'ultimo. In animali di dimensioni inferiori alla taglia minima di maturità i testicoli, di profilo ovale, presentano in sezione un diametro di circa 3 mm. Predominano percentualmente le spermatocisti a spermatociti con diametro medio di 69 ± 8 μm (n = 10) di diametro (Fig. 2a). Testicoli in maturazione, in sezione, presentano un profilo ovale di 17x9 mm. Predominano percentualmente le spermatocisti a spermatidi avanzati e a spermatozoi con un diametro medio di 149 ± 17 μm (n = 10; Fig. 2b).

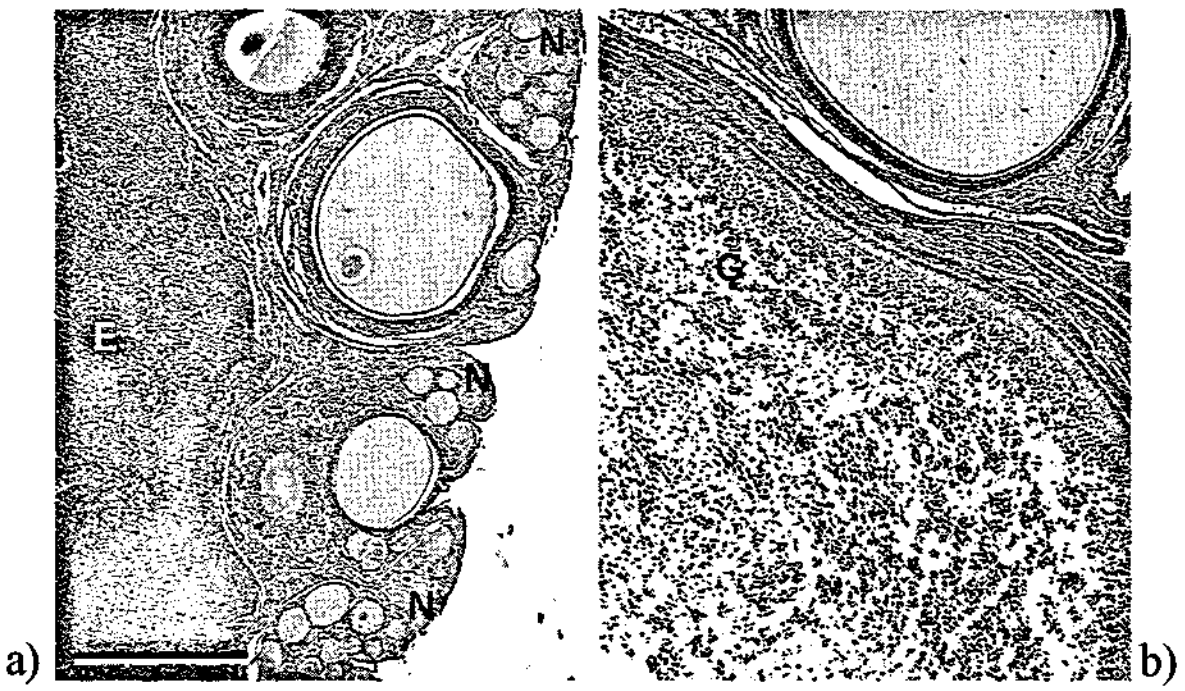


Fig. 1 - a) Sezione trasversale di ovario immaturo di *M. mustelus*. Si possono notare l'organo ematopoietico epigonale (E) ed i nidi di ovociti precoci (N). b) Sezione trasversale di ovario in maturazione di *M. mustelus*. Si può notare un grosso ovocita con granuli di tuorlo (G). Barra di calibrazione=500 µm, ematossilina-eosina.

a) Cross section of an immature ovary of M. mustelus *showing small oocyte nests (N). b) Cross section of a maturing ovary of* M. mustelus *with a large oocyte with yolk granules (G). Scale bar=500 µm, haematoxylin-eosin.*

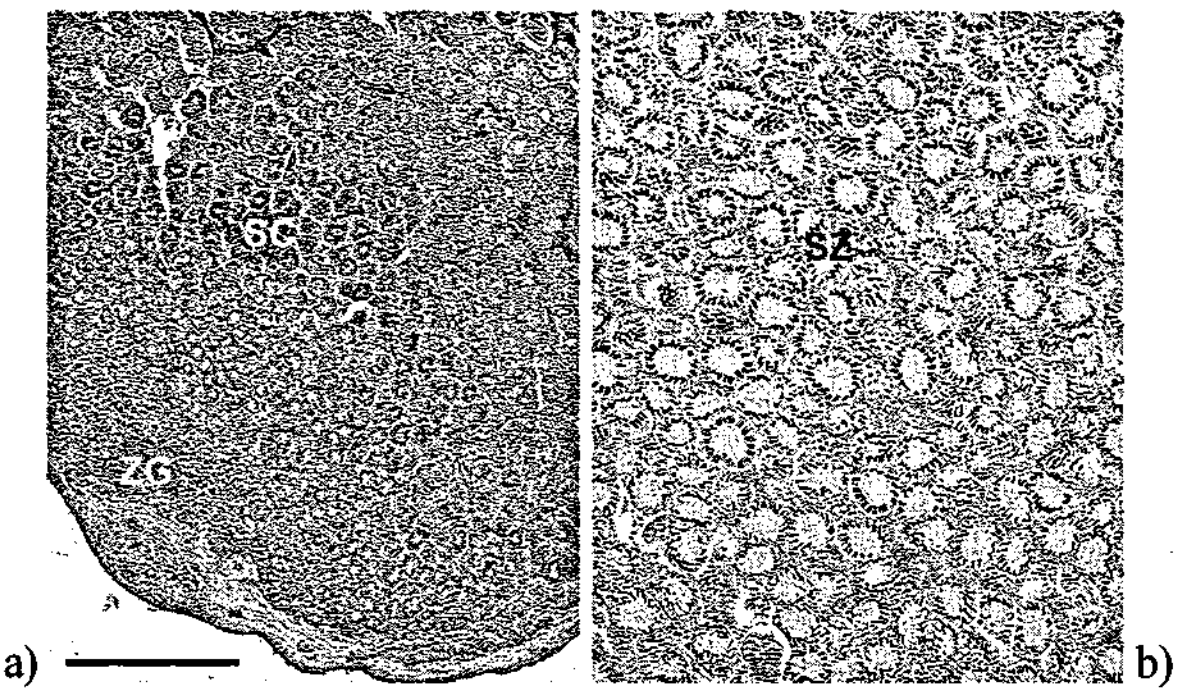


Fig. 2 - a) Sezione trasversale di testicolo immaturo di *M. mustelus*. Si possono notare la zona germinativa (ZG) e le spermatocisti a spermatociti (SC). b) Sezione trasversale di testicolo in maturazione. SZ=spermatocisti a spermatozoi. Barra di calibrazione=500 µm, ematossilina-eosina.

a) Cross section of immature testis of M. mustelus *showing a germinal zone (ZG) and small spermatocyte spermatocysts (SC). b) Cross section of maturing testis of* M. mustelus *showing spermatozoa spermatocysts (SZ). Scale bar=500 µm, haematoxylin-eosin.*

Discussione e conclusioni

Questo lavoro fornisce un primo apporto di informazioni e di dati relativi sia alla pesca degli elasmobranchi bento-demersali in Alto Adriatico sia alla biologia riproduttiva ed alimentare di *M. mustelus*.

L'attrezzo da pesca utilizzato è estremamente specializzato, poiché cattura, vista la sporadicità di Teleostei e Crostacei osservati, quasi esclusivamente Elasmobranchi.

Per quanto riguarda *M. mustelus* la quasi totalità dei campioni è risultata di lunghezza superiore alla taglia minima di maturità sessuale, che è pari a 70-74 cm (Notarbartolo e Bianchi, 1998; Compagno, 1984). Un unico esemplare maschio (LT = 51 cm) è risultato di dimensioni inferiori. Tra gli esemplari femminili esaminati il 25% (n = 6) è risultato gravido e di lunghezza totale variabile da 86 cm a 148 cm. Smale e Compagno (1997) riportano che la femmina gravida più piccola osservata nei loro campionamenti, eseguiti in Sud Africa, raggiungeva i 126,3 cm (LT), pertanto di lunghezza superiore a quanto da noi riscontrato

Dato che la lunghezza alla nascita è di 28-32 centimetri (Capapé, 1983), l'osservazione di 5 femmine gravide in maggio con embrioni con lunghezza compresa tra 25 e 34 cm suggerisce che in Alto Adriatico il periodo di parto dovrebbe cadere tra maggio e giugno, in accordo con le osservazioni di Capapé (1983) in *M. asterias*, di Capapé e Quignard (1977) in *M. punctulatus* e di Yamaguchi *et al.* (1996) in *M. manazo*.

La dieta di esemplari maturi di *M. mustelus* in Alto Adriatico si discosta da quella riscontrata in soggetti immaturi e giovanili studiati nel Golfo di Valencia (Spagna) (Morte *et al.*, 1997). Negli esemplari giovanili la composizione della dieta mostra che il 77% del materiale ingerito è costituito da Crostacei, mentre nei nostri campioni è pari al 41%; ridotta nei giovanili è anche la presenza di Pesci che raggiunge il 14%, mentre negli esemplari alto adriatici è risultata del 27%.

M. mustelus risulta pertanto avere una dieta che tende a diversificarsi con l'incrementarsi della taglia. Le nostre osservazioni permettono di riportare anche che la specie ha un comportamento alimentare non specializzato come, invece, è stato riscontrato in *M. asterias*, la cui predazione insiste per il 97% su Crostacei (Ellis *et al.*, 1996).

L'analisi istologica ha consentito la descrizione di gonadi ad uno stadio iniziale di maturazione in animali pescati nel mese di Ottobre 1998 e di gonadi in avanzato stadio di maturazione nei mesi di Maggio 1998 e 1999. I testicoli presentano la tipica maturazione zonale descritta in altre specie di Elasmobranchi. In sezioni trasversali di testicoli in avanzato stadio di maturazione il diametro medio delle spermatocisti a spermatozoi non maturi (149 ± 17 μm) risulta minore di quanto riportato in *Sphyrna tiburo* (234 ± 15,8; Parson e Grier, 1992) e paragonabile a quanto riportato per *Dasyatis sabina* (133,6 ± 22,7; Maruska *et al.*, 1996).

Summary

In this study information concerning fishery, feeding habits and reproductive biology of the most common northern Adriatic sea bentho-demersal shark, *M. mustelus* (Chondrichtyes, Triakidae), are presented. Specimens were collected by a gill-net named "cagnolera" (60-70 mm mesh size) off Marano Lagunare (Ud). The net is called "Cagnolera" because the Italian word for "smooth-hound" is "Cane" (dog). The 81 individuals sampled ranged from 51 to 148 cm TL. The embryos recorded in 6 individuals ranged from 11 to 34 cm TL, the largest in may 1999 suggesting that

parturition occurs in May-June. The gill-net caught mainly elasmobranch, the common smooth-hound, *M. mustelus*, the blackspotted smooth-hound, *M. punctulatus*, the greater spotted dogfish, *Scyliorhinus stellaris*, the spurdog, *Squalus achantias*, and the common eagle ray *Myliobatis aquila*. With the exception of the eagle ray, that has no economic value, all are sold in the fish market. The specimens off all species, with ovary with vitellogenic follicles are mainly mature and part of the females are pregnant, with embryo almost full term or with developed egg cases in the uteri. The teleost (*Zeus faber, Uranoscopus scaber, Scophthalmus maximus, Trigla hirundo*) are rarely caught by this gear. The stomach contents analyses suggested that the predominant preys were crustaceans (41%), molluscs (30%) and fish (27%). Histological analyses showed immature gonads in October and maturing ones, with large oocyte (16 mm) in female and mainly spermatozoa spermatocysts in male, in May.

Bibliografia

BRANSTETTER S. (1984) - Triakidae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds), *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*, UNESCO, Paris, vol. 1: 117-121.

CAPAPÉ C., QUIGNARD J.P. (1977) - Contribution à la biologie des Triakidae des côtes tunisiennes. I - *Mustelus mediterraneus* (Quignard et Capapé, 1972): Répartition géographique et bathymétrique, migrations et déplacements, reproduction, fécondité. *Bulletin de l'office National des Pêches, Tunisie,* **1**: 103-122.

CAPAPÉ C. (1983) - Nouvelles données sur la biologie de la riproduction de *Mustelus asterias* Cloquet, 1821 (Pisces, Pleurotremata, Triakidae) des côtes tunisiennes. *Vie Milieu,* **33** (3/4): 143-152.

COMPAGNO L.J.V. (1984) - FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part. 2 Carcharhiniformes. *Fao Fish. Synop.,* (125) **4** (2): 251-655.

ELLIS J.R., PAWSON M.G., SHACKLEY S.E. (1997) - Reproductive biology of the .starspotted dogfish *Mustelus manazo* from Tokyo Bay, Japan. *Fish. Sci.,* **63** (6): 918-922.

FABER G.L. (1883) - *The fisheries of the adriatic and the fish thereof.* Bernard Quaritch, London: 174 pp.

HYSLOP E. J. (1980) - Stomach content analysis. A review of methods and their application. *Journ. Marin. Biol. Ass. U.K.*, **12**, 468-505

MARUSKA K.P., COWIE E.G., TRICAS T.C. (1996) - Periodic gonadal activity and protracted mating in elasmobranch fishes. *J. Exp. Zool.*, **276**: 219-232.

MORTE S., REDON M.J., SANZ-BRAU A. (1997) - Feeding habits of juvenile *Mustelus mustelus* (Carcharhiniformes, Triakidae) in the western Mediterranean. *Cah. Biol. Mar.,* **38**: 103-107.

NOTARBARTOLO DI SCIARA G., BIANCHI I. (1998) - *Guida degli squali e razze del Mediterraneo.* Franco Muzzio, Modena: 388 pp.

PARSONS G.R., GRIER H.J. (1992) - Seasonal changes in shark testicular structure and spermatogenesis. *J. Exp. Zool.*, **261**: 173-184.

QUIGNARD J.P., CAPAPÉ C. (1972) - Note sur les especes Mediterraneennes du genre Mustelus. *Rev. Trav. Inst. Péches marit.*, **36** (1): 15-29.

SMALE M.J., COMPAGNO L.J V. (1997) - Life history and diet of two southern African smoothhounds sharks, *Mustelus mustelus* (Linnaeus,1758) and *Mustelus palumbes* (Smith,1957) (Pisces, Triakidae). *S. Afr. J. Mar. Sci.*, **18**: 229-248.

YAMAGUCHI A., TANIUCHI T., SHIMIZU M. (1996) - Age and growth of the starspotted dogfish *Mustelus manazo* from Tokyo Bay, Japan. *Fish. Sci.*, **62** (6): 919-922.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 433-439

R. BAINO, F. SERENA

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana
Sezione Regionale: Gestione della fauna ittica, Ecosistemi marini e Acquacoltura,
Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.

VALUTAZIONE DI ABBONDANZA E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DI ALCUNI SELACI DELL'ALTO TIRRENO E MAR LIGURE MERIDIONALE

ABUNDANCE ESTIMATION AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF SOME SELACHII IN THE NORTHERN TYRRHENIAN AND SOUTHERN LIGURIAN SEAS

Abstract

In the northern Tuscany for twelve years, fishing surveys have been carried out for the Agricolture Ministry with the Italian otter trawl net. Among Selachii, the most important species, four rays and three sharks, have been analysed for the estimation of biomass indexes, geographical distributions, abundance cycles and trends. Length frequency data - associated with the tows locations - have been used to determine both growth migrations and nursery areas.

Key-words: *bottom trawl, selachii, Tyrrhenian Sea, Ligurian Sea.*

Introduzione

Il valore commerciale dei selaci non è certamente confrontabile con quello dei più importanti pesci ossei, però alcune specie di questo gruppo compaiono costantemente nello sbarcato giornaliero dello strascico. Nelle marinerie della Toscana, come ad esempio Viareggio e Livorno, il gattuccio (*Scyliorhinus canicula*) è aggiunto alle casse contenenti specie ittiche minori, definite localmente "minestra", al fine di arricchirne la composizione e conseguentemente il valore commerciale. Altre specie di selaci come il boccanera (*Galeus melastomus*) spellato precedentemente allo sbarco, la razza chiodata (*Raja clavata*) e la razza stellata (*Raja asterias*) sono invece vendute singolarmente come pesce di qualità medio-alta; a Viareggio, la razza stellata costituisce addirittura una delle principali specie catturate dal rapido (Serena e Abella, in stampa).

Questa nota si focalizza quindi sulle specie di selaci di maggior rilevanza economica, descrivendo la loro distribuzione geografica, anche in funzione della taglia, e analizzando le serie storiche d'abbondanza raccolte per un periodo di oltre un decennio.

Materiali e metodi

I dati provengono da 21 campagne di pesca a strascico sperimentale effettuate con la tartana commerciale dal 1985 al 1998 nell'ambito del programma GRUND (Relini, 1998) tra la Foce del Magra e l'Isola d'Elba. Durante i survey sono state eseguite globalmente 585 cale (pescate di durata oraria) condotte tra 10 e 800 metri di profondità. Del catturato totale è stata rilevata la composizione specifica in peso e numero; per tutti i selaci sono stati registrati la distribuzione di frequenza delle lunghezze per sesso, nonché alcuni fondamentali

parametri biologici. Successivamente per ciascuna specie sono stati valutati i rendimenti orari, le stime degli indici di biomassa, le loro oscillazioni temporali e la distribuzione spaziale, anche in relazione alla profondità e alla struttura di taglia della popolazione.

Dal momento che la misura dell'apertura orizzontale della rete in pesca è stata valutata mediamente in 17 m (Fiorentini *et al.*, 1993) e la velocità del motopesca è pari a 3 nodi, i rendimenti di pesca sono stati espressi anche in kg/km² in modo da renderli confrontabili con i dati di altre aree.

Risultati e discussione

Globalmente in tutte le campagne di pesca sono state identificate 25 specie di elasmobranchi, elencate in Tab. 1. Di queste sono state analizzate in dettaglio tre squaliformi (*Scyliorhinus canicula*, *Galeus melastomus* ed *Etmopterus spinax*) e quattro specie di razze (*Raja clavata*, *Raja miraletus*, la *Raja asterias* e *Raja oxyrinchus*) data la loro significatività commerciale nell'area di indagine.

Tab. 1 - Indici di abbondanza e range batimetrico dei selaci catturati durante le campagne di pesca a strascico.

Abundance indexes and depth range of selachii from trawl surveys catches.

		Rendimento globale kg/ora	Kg/km²	Intervallo batimetrico	Esemplari catturati
1	*Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758)	2,083	22,05	25-553	16568
2	*Galeus melastomus* Rafinesque, 1809	1,416	14,99	161-633	14933
3	*Raja clavata* Linnaeus, 1758	0,948	10,04	23-589	1099
4	*Raja miraletus* Linnaeus, 1758	0,333	3,52	13-439	1000
5	*Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758)	0,149	1,58	224-633	2424
6	*Chimaera monstrosa* Linnaeus, 1758	0,128	1,36	295-633	675
7	*Raja oxyrinchus* Linnaeus, 1758	0,099	1,04	164-554	97
8	*Raja asterias* Delaroche,1809	0,089	0,95	9-150	170
9	*Raja montagui* Fowler,1910	0,081	0,86	20-633	269
10	*Centrophorus granulosus* (Bloch & Schneider,1801)	0,046	0,48	410-589	50
11	*Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788)	0,039	0,41	347-441	2
12	*Squalus blainvillei* (Risso, 1826)	0,044	0,47	125-402	25
13	*Raja cfr.polystigma* Regan,1923	0,034	0,36	119-550	81
14	*Oxynotus centrina* (Linnaeus, 1758)	0,032	0,34	134-295	6
15	*Torpedo marmorata* Risso, 1810	0,031	0,32	18-276	80
16	*Squalus acanthias* Linnaeus, 1758	0,030	0,32	16-416	55
17	*Raja fullonica* Linnaeus, 1758	0,026	0,27	366-524	12
18	*Scyliorhinus stellaris* (Linnaeus, 1758)	0,018	0,19	55-409	12
19	*Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758)	0,013	0,14	12-34	14
20	*Torpedo torpedo* (Linnaeus, 1758)	0,011	0,12	9-74	74
21	*Dalatias licha* (Bonnaterre, 1788)	0,011	0,12	445-589	12
22	*Mustelus punctulatus* Risso, 1826	0,003	0,03	33	1
23	*Dasyatis centroura* (Mitchill,1815)	0,002	0,02	22	1
24	*Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758)	0,001	0,01	9	1
25	*Torpedo nobiliana* Bonaparte, 1835	0,001	0,01	115-137	3

I risultati della mappatura (Fig. 1) hanno evidenziato come la razza più diffusa ed abbondante (*R. clavata*) sia ampiamente distribuita tra 20 e 600 metri di profondità, mentre *R. oxyrhinchus* appare confinata soltanto nel batiale, *R. asterias* lungo la fascia costiera fino a 150 m (Serena *et al.*, 1998), dove studi recenti

hanno messo in evidenza una nursery per questa specie (Abella *et al.* 1997) in prossimità del Fiume Arno, ed infine *R. miraletus*. nella zona della piattaforma compresa tra le isole di Capraia e d'Elba. Tra gli squaliformi (Fig. 2), le specie più significative sono risultate S. *canicula* (con distribuzione batimetrica simile a quella di *R. clavata*) e, nel batiale, *G. melastomus* ed *E. spinax* in quantità significativamente inferiori.

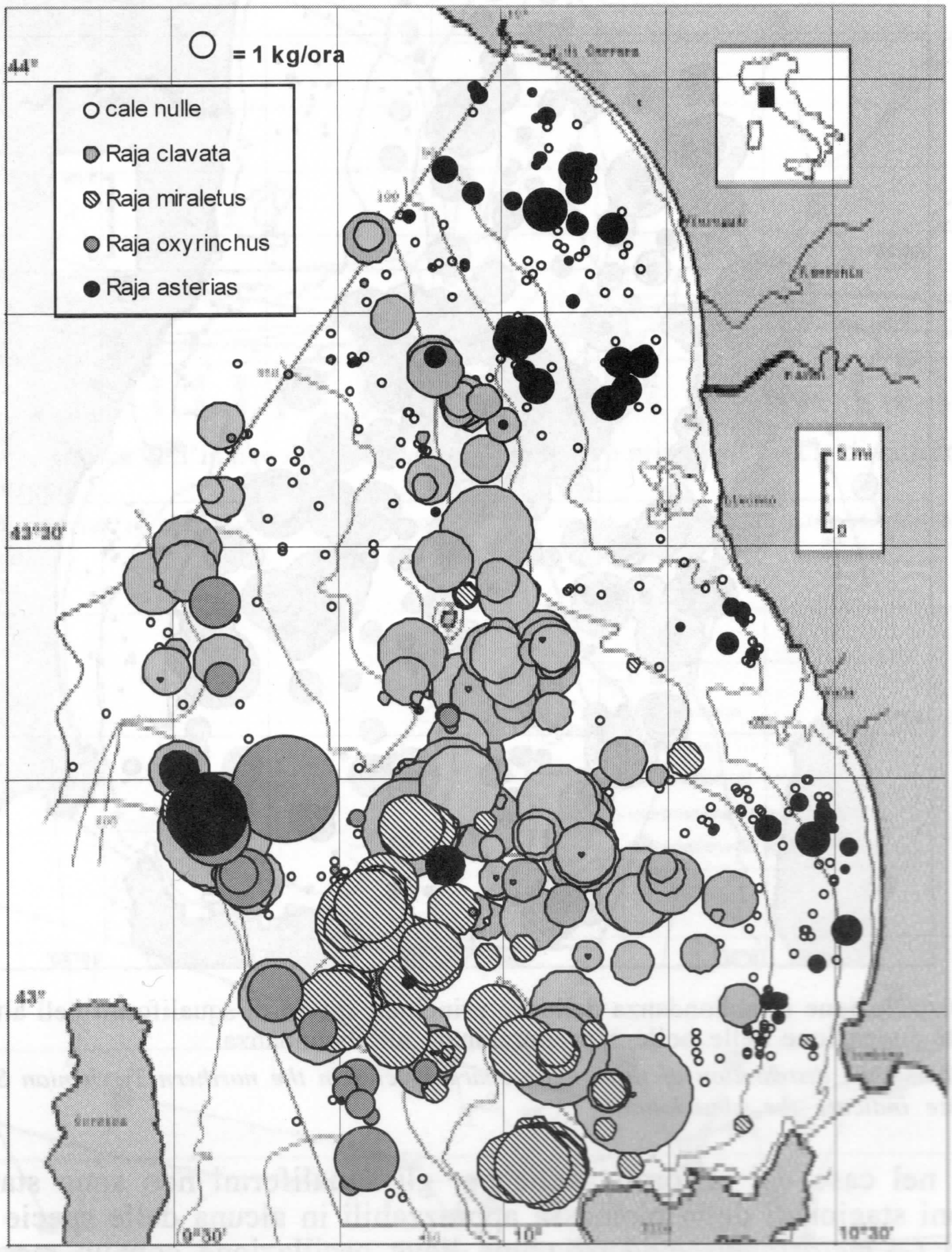


Fig. 1 - Distribuzione di abbondanza delle quattro principali specie di raiformi nell'alto Tirreno. La dimensione delle bolle è proporzionale all'abbondanza.

Abundance distribution of four main ray species in the northern Tyrrhenian Sea. Bubble size indicate the abundance.

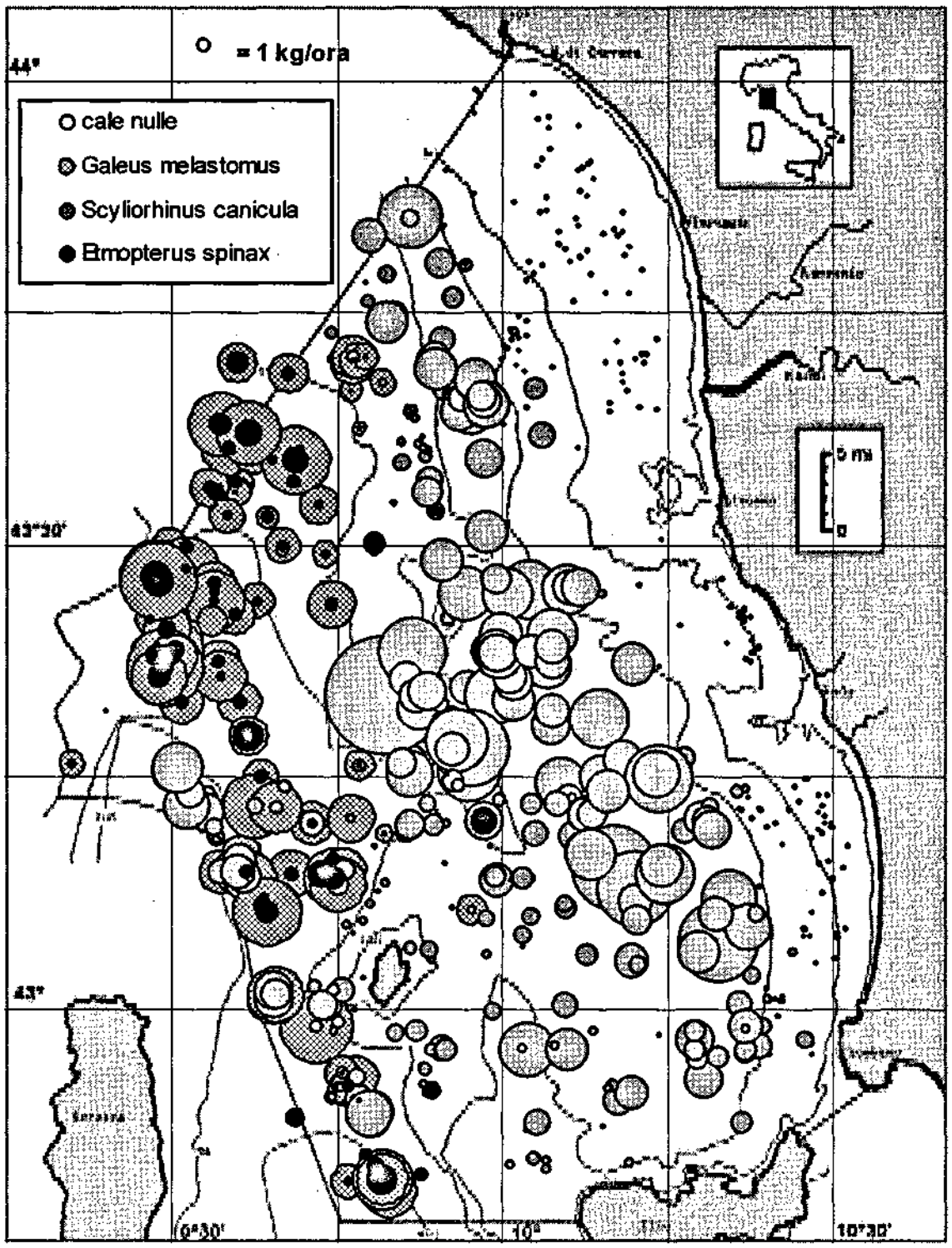


Fig. 2 - Distribuzione di abbondanza delle tre principali specie di squaliformi nell'alto Tirreno. La dimensione delle bolle è proporzionale all'abbondanza.

Abundance distribution of three main shark species in the northern Tyrrhenian Sea. Bubble size indicate the abundance.

Come nel caso dei raiformi anche per gli squaliformi non sono state notate fluttuazioni stagionali della biomassa apprezzabili in alcuna delle specie considerate; solo *G. melastomus* evidenzia una lieve oscillazione con un massimo nel periodo invernale (1,7 kg/h) e un minimo in quello estivo (0,8 kg/h).

Analizzando la serie storica degli indici di biomassa (Fig. 3 e Fig. 4), tutte le specie considerate, presentano negli ultimi 4-5 anni un andamento dell'abbondanza tendenzialmente in ascesa, preceduto da un minimo avvertito agli inizi degli anni novanta e risultato pari a circa il 50% dei rendimenti ottenuti precedentemente, intorno alla metà degli anni ottanta.

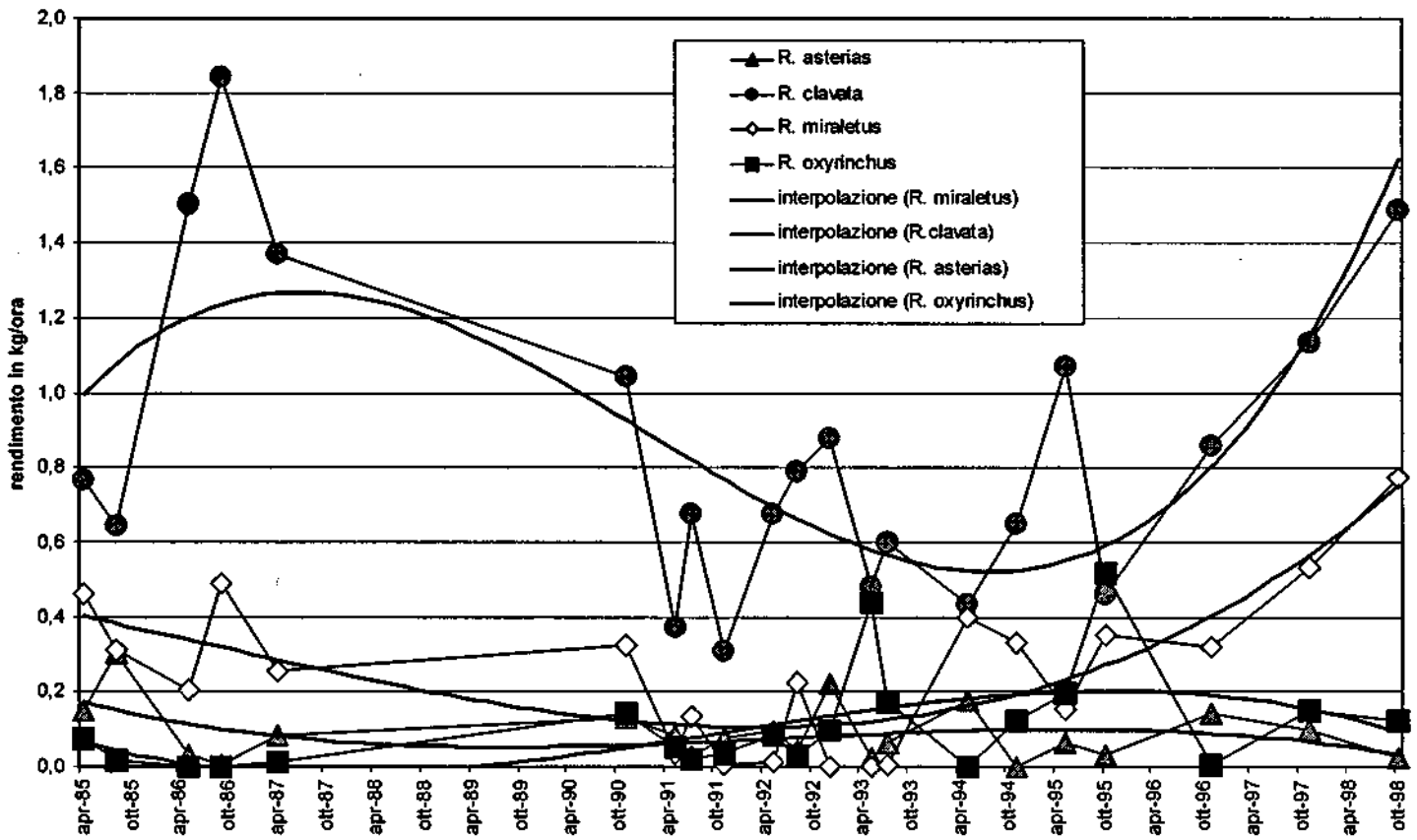


Fig. 3 – Serie storica dell'indice di abbondanza delle quatto principali specie di raiformi nell'alto Tirreno.

Time series of the abundance index of the four main ray species in the northern Tyrrhenian Sea.

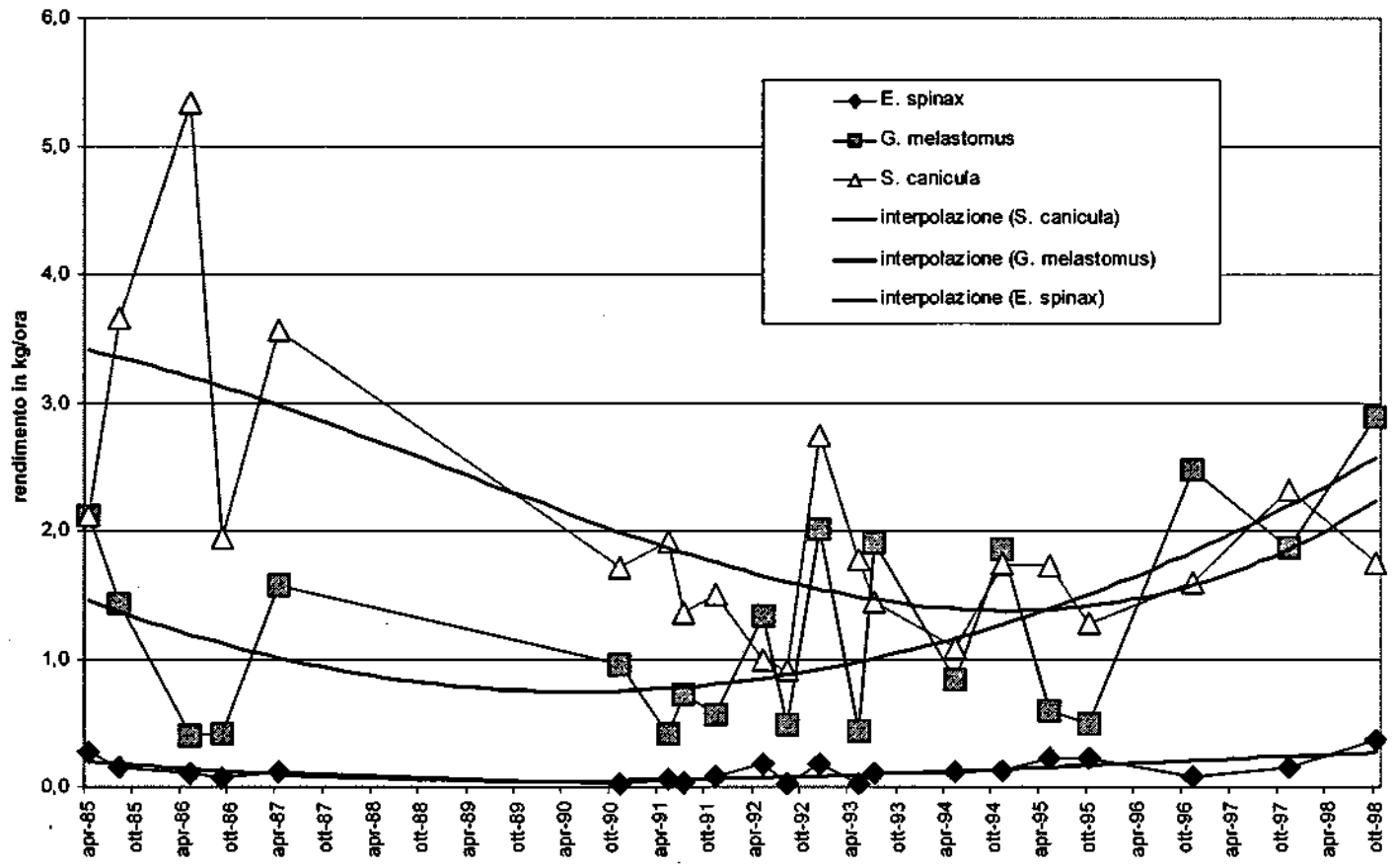


Fig. 4 – Serie storica dell'indice di abbondanza delle tre principali specie di squaliformi nell'alto Tirreno.

Time series of the abundance index of the three main shark species in the northern Tyrrhenian Sea.

In relazione alla struttura di taglia della popolazione, gli esemplari di *R. clavata* compresi tra 15 e 50 cm LT, costituiscono il 70% del totale e sono prevalentemente concentrati tra 100 e 300 metri di profondità; la parte rimanente, pari a circa il 30%, è costituita da individui adulti di 50-90 cm LT localizzati tra 90 e 150 m di profondità.

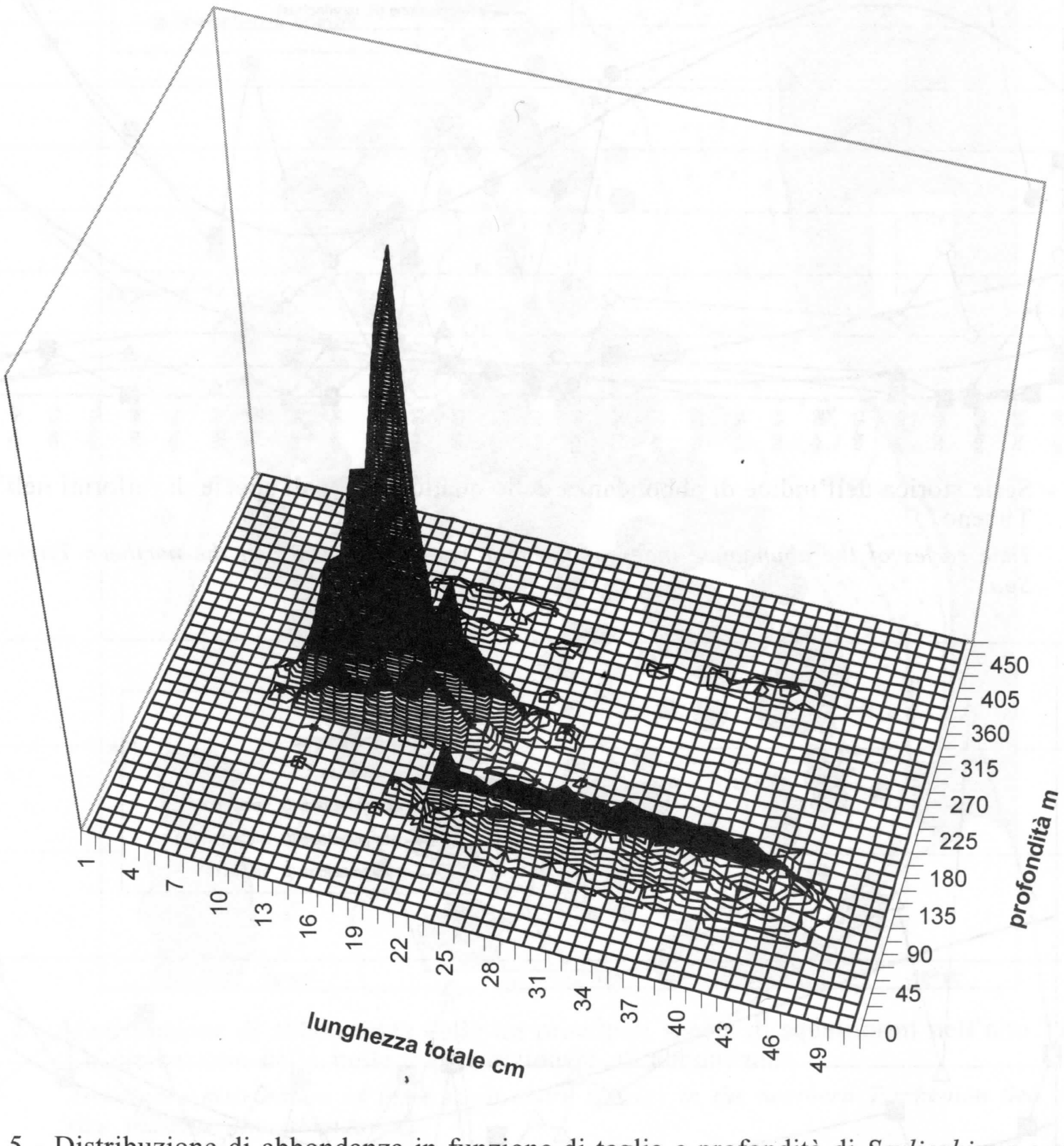


Fig. 5 - Distribuzione di abbondanza in funzione di taglia e profondità di *Scyliorhinus canicula*.
Abundance distribution by size and depth of *Scyliorhinus canicula*.

Il 61% della popolazione di *S. canicula* si ritrova tra 200 e 300 metri di profondità (Fig. 5), con taglia degli esemplari (immaturi) compresa tra 10 e 25 cm LT, identificando così una precisa area di nursery tra le isole di Capraia e Gorgona. L'analisi geografica dei rendimenti e delle taglie medie ha messo in evidenza per questa specie un'apparente migrazione degli esemplari più grandi verso profondità minori. La maggior parte degli adulti (20-45 cm LT) infatti sono

spazialmente separati dagli esemplari giovanili e si trovano localizzati tra 90 e 150 metri. Quest'area può essere identificata verosimilmente come una zona di alimentazione e tali fondali sono caratterizzati da una facies a *Leptometra phalangium* peculiare della biocenosi del Detritico del Largo. Infine, rari esemplari (solo il 5% della popolazione) con taglia media di 40 cm LT si ritrovano fino ai 350-400 metri di profondità.

Gli altri due selaci, *G. melastomus* e *E. spinax,* sono risultati distribuite all'interno di un analogo intervallo geografico (a nord-est della Corsica) e di profondità (tra 250 e 650 m), ma tale situazione non comporta comunque competizione trofica tra le due specie in quanto secondo Macpherson (1980), a causa del loro diverso comportamento alimentare, queste due specie sembrano occupare nicchie ecologiche distinte: *G. melastomus* è definito bentopelagico, mentre *E. spinax* batipelagico.

Bibliografia

ABELLA A., AUTERI R., BAINO R., LAZZERETTI A., RIGHINI P., SERENA F., SILVESTRI R., VOLIANI A., ZUCCHI A. (1997) - Reclutamento di forme giovanili nella fascia costiera toscana. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 172-181.

FIORENTINI L., COSIMI G., SALA A., PALUMBO V. (1993) - Misura dei parametri idrodinamici delle attrezzature a strascico, utilizzate dalle UU.OO. di valutazione delle risorse demersali, al fine di renderne confrontabili i risultati. IRPEM-CNR Ancona. *Ministero Marina Mercantile, Direzione Generale della Pesca Marittima. Rapporto Finale.*

MACPHERSON E. (1980) - Regime alimentaire de *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 *Etmopterus spinax* (L., 1758) et *Scymnorhinus licha* (Bonnaterre, 1788) en Mediterranee Occidentale. *Vie Milieu*, **30** (2): 139 148.

RELINI G. (1998) - Valutazione delle Risorse Demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 3-19.

SERENA F., ABELLA A. (in stampa) - Assessment of the effects of fishing on demersal assemblages of the fishing grounds located in the Northern Tyrrhenian Sea with special reference to *Raja asterias. ICES/SCOR Symposium on Ecosystem Effects of Fishing. Montpellier, France.* 16-19 March 1999.

SERENA F., BAINO R., RIGHINI P. (1988) - Geographical and depth distribution of Rays in Northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Mèdit.* **31** (2): 277.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 440-443

F. CIGALA FULGOSI, F. NONNIS MARZANO*, G. GANDOLFI*, J. TAGLIAVINI*

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma,
Parco Area delle Scienze, 157A - 43100 Parma, Italy.
*Dip. di Biologia Evolutiva e Funzionale, Università di Parma.

EVIDENCE OF INTERSPECIFIC LOW MITOCHONDRIAL DIVERGENCE BETWEEN *MUSTELUS ASTERIAS* AND *M. MANAZO* (CHONDRICHTHYES, TRIAKIDAE).

EVIDENZE DI UNA BASSA DIVERGENZA MITOCONDRIALE TRA MUSTELUS ASTERIAS *E* M. MANAZO *(CHONDRICHTHYES, TRIAKIDAE)*

Abstract

An assessment of the genetic divergence useful for the analysis of the evolutionary relationships between Mediterranean and Indian-Pacific smooth-hound species (M. asterias, M. manazo, M. mustelus, *and* M. punctulatus) *(Chondrichthyes, Triakidae) was evaluated through molecular data (part of the mitochondrial genes cytochrome.b and 12S rDNA). Sequence comparisons have revealed a low genetic diversity between the Mediterranean* M. asterias *and Indian-Western Pacific species* M. manazo. *Their evolutionary separation could be dated back to the Tethys closure event.*

Key-words: Mustelus, *mitochondrial, molecular evolution, Tethys closure.*

Introduction

The genus *Mustelus* is represented in the Mediterranean Sea by 3 species (*M. asterias, M. mustelus,* and *M. punctulatus*). Their main morpho-meristic diagnostic characters are the presence of light or black spots in the skin, different distances between the nostrils, etc... Frequently, the same characters are common to species of different geographic areas. In particular, the stellate smooth-hound *Mustelus asterias* Cloquet 1821, a Mediterranean and north-eastern Atlantic species, shares the "light spots" morphological character with *M. manazo* Bleeker 1854, a species commonly found in the Indian and Western Pacific oceans (Compagno, 1984). The two species have close morphological characters and thereby species identification is mostly based on the catching area. Nowadays, it has not yet been possible to verify if common characters between the two species can be considered as homologies rather than analogies due to evolutionary parallelism. Supposing a common evolutionary origin, the close event that caused the reproductive isolation between the two species, via the generation of an effective geographical barrier, could be referred to the final Tethys separation, datable 11 to 13 million years (MYr) ago (Jacobs *et al.,* 1996).

Recently, the entire mitochondrial genome of *M. manazo* has been described and reported on DNA database (Cao *et al.,* 1998). Here we report molecular data, obtained by sequencing part of two mitochondrial genes, cytochrome.b (cyt.b) and 12S rDNA, of *M. asterias* and two other species of Mediterranean smooth dogfish, i.e. *M. mustelus* (Linnaeus 1758) and *M. punctulatus* (Risso 1826). Their genetic divergence could be useful for the analysis of the evolutionary relationships between *M. manazo* and *M. asterias.*

Materials and methods

Six specimens of *M. mustelus*, four of *M. punctulatus*, and two of *M. asterias* were collected from the fish trade centres of Mazara del Vallo (Trapani, Sicily Channel) and San Benedetto del Tronto (Pescara, Adriatic Sea).

Total DNAs were obtained by conventional SDS-K.proteinase digestion of various tissues (mainly blood or muscle) and phenol-chloroform extractions. PCR amplifications were performed using two pair of previously described universal primers, respectively 12Sa and 12Sb (Kocher *et al.,* 1989) for 12S rDNA, and L14725 (Irwin *et al.,* 1991) and H15149 (Kocher *et al.,* 1989) for cyt.b sequences. Sequencing was performed using "Thermo Sequenase radiolabelled terminator cycle sequencing kit" (Amersham-Pharmacia-Biotech Inc., Cleveland, Ohio) and PCR amplified fragment, purified by agarose gel electrophoresis as DNA templates.

The multiple alignment of the nucleotidic sequences was carried out with "CLUSTAL" (PC-Gene, Intelligenetics); nucleotide diversity at synonymous and non synonymous sites in cyt.b sequences was obtained by "DnaSP- Version 3.00 (Rozas & Rozas, 1999).

Results and discussion

Two encoding regions of the mitochondrial genome have been sequenced for total 685 base pairs corresponding to (i) part of the 12S rRNA (280 bp) and (ii) parts of the cyt.b gene (405 bp) in the three species *M. asterias, M. punctulatus* and *M. mustelus*. Consensus sequences were deposited in GenBank under the following accession numbers: AF183924, AF183925, AF183926, for cyt.b, and AF183927, AF183928, AF183929, for 12S rDNA.

For what concerns *M. manazo*, sequences reported in the EMBL database were used as comparable data. Pairwise alignments between ribosomal sequences (i) have demonstrated a high similarity degree among the four species and absolute identity among conspecific specimens. In particular, *M. asterias* and *M. manazo* differ each other for just one transition (99.6% of similarity); the minimum of pairwise similarity resulted from the *M. punctulatus* - *M. manazo* comparison (95% of similarity).

The alignment of cyt.b sequences with regard to the variable sites is reported in Table 1. We observe a pairwise similarity of 87.7% between the more divergent species *M. punctulatus* and *M. manazo* (Table 2a). Moreover, most of the sequence variability is on the third codon position of the sequence (Table 2b), and corresponds principally to synonymous substitutions (Table 3). The pairwise comparisons among the four cyt.b sequences prove high similarity for *M. asterias* and *M. manazo*. They differ each other much less than what happens between *M. asterias* and both its Mediterranean sympatric species *M. mustelus* and *M. punctulatus*. Moreover, cyt.b sequence too indicate *M. punctulatus* as more divergent species of the group.

Nevertheless, by considering the total nucleotides diversity in the partial cyt.b sequences, and considering a molecular clock based on a divergence rate for cyt.b mitochondrial sequences of ~0.2% per million years, as estimated for heterothermic vertebrates (e.g. turtles and sharks) by Martin & Palumbi (1993), is possible to refer the *M. asterias* and *M. manazo* speciation to the Tethys closure event.

	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2
	1 1 2 3 3 3 5 5 6 8 9 0 0 1 1 2 2 2 3 3 4 5 6 6 7 7 8 1 1
	2 5 4 1 3 4 1 3 6 7 9 1 4 1 2 3 7 9 2 9 1 3 5 8 1 7 6 3 6
M.mustelus	T C C T A C C C T A C T T T A C A T C A C C C C C C G C C
M.asterias	* T T C C * T T C * * * C A * * T * * C T * T T * T * * *
M.manazo	* T T C C * T * C G * C C A * * T A * C T * T T * T G * *
M.punctulatus	C * * C * T * * C * T * * C C T * * T * T T T * T * * T T

	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
	1 2 2 3 3 5 5 6 6 7 8 8 8 0 0 0 1 1 1 2 2 2 2 3 4 5 5 5 5 6 6 8 8 9 9 9
	9 5 8 1 7 2 8 1 3 9 3 8 9 3 6 7 2 5 8 1 4 7 8 0 3 1 4 5 7 0 6 1 7 0 6 9
M.mustelus	T T T C T T C C C C A T C G C C C C C C C T T C A C A G C C C C C C C C
M.asterias	* * C A * C T A * * G C T * T * * * * T * * A * * * * * * * T A * * * T
M.manazo	* * C A C C T A * * * C * * * * * * * T * * A T G * * A * * * A * * T T
M.punctulatus	C C C * * C T * T T G * * A C T T T T T T A A T * T T A T T * * T T T *

Tab. 1 - Variable sites detected in 405 bp of cyt.b gene of the four *Mustelus* species. The numbers above the sequences correspond to nucleotidic positions referred to the *M.mustelus* sequence AF183924 (GenBank). The first nucleotidic position corresponds to (3') of the gene.

Siti variabili rilevati in 405 paia basi del gene citocromo.b delle quattro specie di Mustelus *analizzate. I numeri riportati sulle sequenze corrispondono alle posizioni nucleotidiche variabili rispetto alla sequenza AF183924 (GenBank) di* M. mustelus. *La posizione nucleotidica "1" (non riportata in quanto invariabile) corrisponde al 3' del gene.*

(a)

		1	2	3	4
M. mustelus	1	xxxx	376	372	363
M. asterias	2	92.8	xxxx	391	356
M. manazo	3	91.9	96.5	xxxx	355
M. punctulatus	4	89.6	87.9	87.7	xxxx

(b)

	1	2	3	4
1	xxxxx	21	25	33
2	15.5	xxxxx	8	38
3	18.5	6	xxxxx	40
4	24.4	28.1	29.6	xxxxx

Tab. 2 - (a) Matrix of the pairwise similarity scores, and (below the diagonal) percent of the pairwise similarity. (b) Number of nucleotide substitutions and (below the diagonal)% of nucleotide substitutions, measured on the third codon positions of cyt.b sequences.

(a) Matrice dei valori assoluti di similarità e (sotto la diagonale) valori di similarità espressi in %. (b) Numero di sostituzioni nucleotidiche rilevate in terza posizione dei codoni del gene cit.b: valori assoluti (sopra) e valori percentuali (sotto la diagonale).

		1	2	3	4
M. mustelus	1	xxxx	.023	.023	.020
M. asterias	2	.298	xxxx	.020	.026
M. manazo	3	.329	.087	xxxx	.026
M. punctulatus	4	.510	.592	.594	xxxx

Tab. 3 - Matrix of Ka values (the number of nonsynonymous substitutions per nonsynonymous sites), and (below the diagonal) Ks values (the number of synonymous substitutions per synonymous sites) (Nei and Gojobori, 1986; in Rozas and Rozas, 1999).

Matrice dei valori Ka e (sotto la diagonale) Ks. I primi corrispondono ai rapporti (Ka) sostituzioni per siti non sinonimi e (Ks) sostituzioni per siti sinonimi (i calcoli di Ka e Ks e la stima dei diversi tipi di siti è condotta impiegando gli algoritmi di Nei e Gojobori, 1986; descritti in Rozas e Rozas, 1999).

References

CAO Y., WADDELL P.J., OKADA N., HASEGAWA M. (1998) - The complete mitochondrial DNA sequence of the shark *Mustelus manazo*: Evaluating rooting contradictions to living bony vertebrates. *Mol. Biol. Evol.*, **15**: 1637-1646.

COMPAGNO L.J.V. (1984) - FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. Annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carcharhiniformes: *FAO Fish. Synop.*, (125), **4**. (2): 251-655.

IRWIN D.M., KOCHER T.D., WILSON A.C. (1991) - Evolution of the cytochrome b gene of mammals. *J. Mol. Evol.*, **32**: 128-144.

JACOBS E., WEISSERT H., SHIELDS G., STILLE P. (1996) - The Monterey event in the Mediterranean: A record from shelf sediments of Malta. *Paleoceanography*, **11**: 717-728.

KOCHER T.D., THOMAS W.K., MEYER A., EDWARDS S.V., PAABO S., VILLABLANCA S.X., WILSON A.C. (1989) - Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: Amplification and sequencing with conserved primers. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, **86**: 6196-6200.

MARTIN A.P., NAJLOR G.J.P., PALUMBI S.R. (1992) - Rates of mitochondrial DNA evolution in sharks are slow compared with mammals. *Nature,* **357**: 153-155.

MARTIN P.A., PALUMBI S. R. (1993) - Body size, metabolic rate, generation time, and the molecular clock. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, **90**: 4087-4091.

ROZAS J., ROZAS R. (1999) - DnaSP version 3: an integrated program for molecular population genetics and molecular evolution analysis. *Bioinformatics,* **15**: 174-175.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 444-446

V. De Zio, A.M. Pastorelli, L. Rositani

Laboratorio di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

CATTURE ACCESSORIE DI *PRIONACE GLAUCA* (L.) DURANTE LA PESCA DEI GRANDI PELAGICI NEL BASSO ADRIATICO (1984-1998)

BY CATCH OF BLUE SHARK PRIONACE GLAUCA *(L.) DURING LARGE PELAGIC FISHERY IN SOUTHERN ADRIATIC SEA (1984-1998)*

Abstract

In South Adriatic Sea, blue shark (Prionace glauca - *Chondrichthyes, Carcharhinidae) represents a conspicuous by-catch in the drift long-line fishery addressed to swordfish and albacore. In this paper blue shark landings and effort data from 1984 to 1998 in the Monopoli port are reported.*

Key-words: *Blue shark, by catch, fishery, Southern Adriatic Sea.*

Introduzione

Prionace glauca si cattura nell'Adriatico Meridionale prevalentemente durante le campagne di pesca a *Xiphias gladius* L. e *Thunnus alalunga* Bonn.; in quest'area, tale pesca si è sempre effettuata esclusivamente con long-line di superficie (Marano *et al.*, 1998).

Durante la pesca ai grandi pelagici si catturano anche altre specie, quali: *Alopias vulpinus* (Bonn.), *Dasyatis violacea* (Bonaparte), *Ruvettus pretiosus* Cocco, *Thunnus thynnus* (L.). In questa nota vengono riportati i dati di cattura della verdesca (*Prionace glauca*), dal 1984 al 1998, che nel by-catch è la specie più abbondante e, nei porti pugliesi, risulta anche commercialmente interessante.

Materiali e metodi

Il censimento delle catture è stato eseguito, nell'ambito dei progetti per la Valutazione degli Stock di Grandi Pelagici, nei porti di Mola di Bari, Monopoli, Savelletri e Otranto, direttamente allo sbarco (Marano *et al.*, op. cit.).

La marineria di Monopoli è la più importante tra quelle che operano nell'Adriatico Meridionale; infatti i dati relativi a questa marineria risultano rappresentativi della pesca ai grandi pelagici sia per la quantità di catture totali (circa l'80% in peso), sia per l'ampiezza dell'area di pesca (che si estende su gran parte del suddetto bacino), sia per il numero di imbarcazioni utilizzate (Marano *et al.*, 1988).

Sono stati calcolati, riferiti a *P. glauca.*, lo sforzo di pesca (E = numero di ami/1000) e le catture per unità di sforzo in numero e peso (CPUE N° = numero di esemplari/E; CPUE KG = peso degli esemplari in kg/E) per ogni cala di ciascuna barca della marineria di Monopoli.

A causa di interruzioni dei finanziamenti riguardanti i progetti citati, non sono riportati i dati relativi agli anni 1988-1989-1990 nella serie storica (Tab. 1).

Tab. 1 - Dati di speca di *Prionace glauca* e *Xiphias gladius* per anno, nella marineria di Monopoli. Prionace glauca *and* Xiphias gladius *fishery data per year in the Monopoli fishery.*

Anno	N° cale	Xiphias gladius			Prionace glauca					
		N°	kg	P. medio	N°	kg	P. medio	E	CPUE N°	CPUE KG
1984	1953	2696	83858	31,1046	1478	24078	16,2909	2085	0,70887	11,5482
1985	2383	6553	143846	21,9512	1568	26701	17,0287	2070	0,75749	12,89903
1986	2381	3579	100869	28,1836	2695	43059	15,9774	1570,5	1,71601	27,41738
1987	335	5820	92560	15,9038	558	6489	11,629	572,98	0,97386	11,325
1991	506	2429	74206	30,55	1188	16846	14,1801	1332,3	0,89169	12,6443
1992	129	659	21650	32,8528	748	6253	8,35963	313,39	2,3868	19,95277
1993	94	1187	21538	18,1449	423	4279	10,1158	278,82	1,51711	15,34682
1994	599	6483	119638	18,4541	1216	11876	9,76645	2194,87	0,55402	5,410799
1995	581	11270	173571	15,4012	1908	22534	11,8103	1701,6	1,1213	13,24283
1996	522	5126	85980	16,8	1133	13264	11,707	1633,5	0,6936	8,119988
1997	479	6735	91673	14,2	1459	15594	10,6881	1282,05	1,13802	12,16333
1998	325	3499	56099	16,0329	1689	18253	10,807	903,2	1,87002	20,20926

Risultati

Dall'esame dei dati si è potuto rilevare che le catture di *P. glauca* vengono effettuate quasi esclusivamente (circa l'80-90% in peso nei diversi anni) durante la pesca al pesce spada; questa viene svolta in aree distanti oltre 30-40 miglia dalla costa, in corrispondenza di profondità superiori a 200 m, mentre nelle aree più costiere dove viene esercitata la pesca all'alalunga, le catture di *P. glauca*, sia in numero sia in peso, sono risultate trascurabili.

Come evidenziato in tabella 1 sia il numero delle cale, sia il valore dello sforzo (E), presentano negli anni un andamento molto variabile. Infatti, le barche che effettuano questo tipo di pesca, sulla base dei rendimenti ottenuti in alcune uscite "sperimentali" effettuate all'inizio della stagione, scelgono se praticare la pesca con long-line o altre attività per cui sono attrezzate. E' comunque rilevabile dal 1994 una costante riduzione dello sforzo di pesca (Fig. 1a).

Anche nei grafici elaborati per il pescato totale di *P. glauca* (Fig. 1b) e per le CPUE in numero e in peso (Fig. 1d), si nota un andamento molto variabile. Relativamente al peso medio si può osservare che nei primi anni i valori si aggirano intorno a 15-17 kg, mentre dal 1992 questi risultano di 8-11 kg circa (Fig. 1c). Anche *Xiphias gladius* presenta una riduzione dei valori di peso medio negli ultimi anni della ricerca.

Per quanto riguarda le catture delle altre specie di elasmobranchi, *Alopias vulpinus* rappresenta una frazione numericamente trascurabile, ma ponderalmente importante in quanto si tratta di esemplari generalmente di grosse dimensioni (100-150 kg); al contrario, viene pescato un gran numero di *Dasyatis violacea* di piccole dimensioni (2-5 kg) che, non avendo interesse commerciale, viene rigettato in mare.

Discussione e conclusioni

La verdesca costituisce una componente di rilievo nel by-catch della pesca al pesce spada; infatti, rispetto a *X. gladius,* rappresenta una percentuale in peso

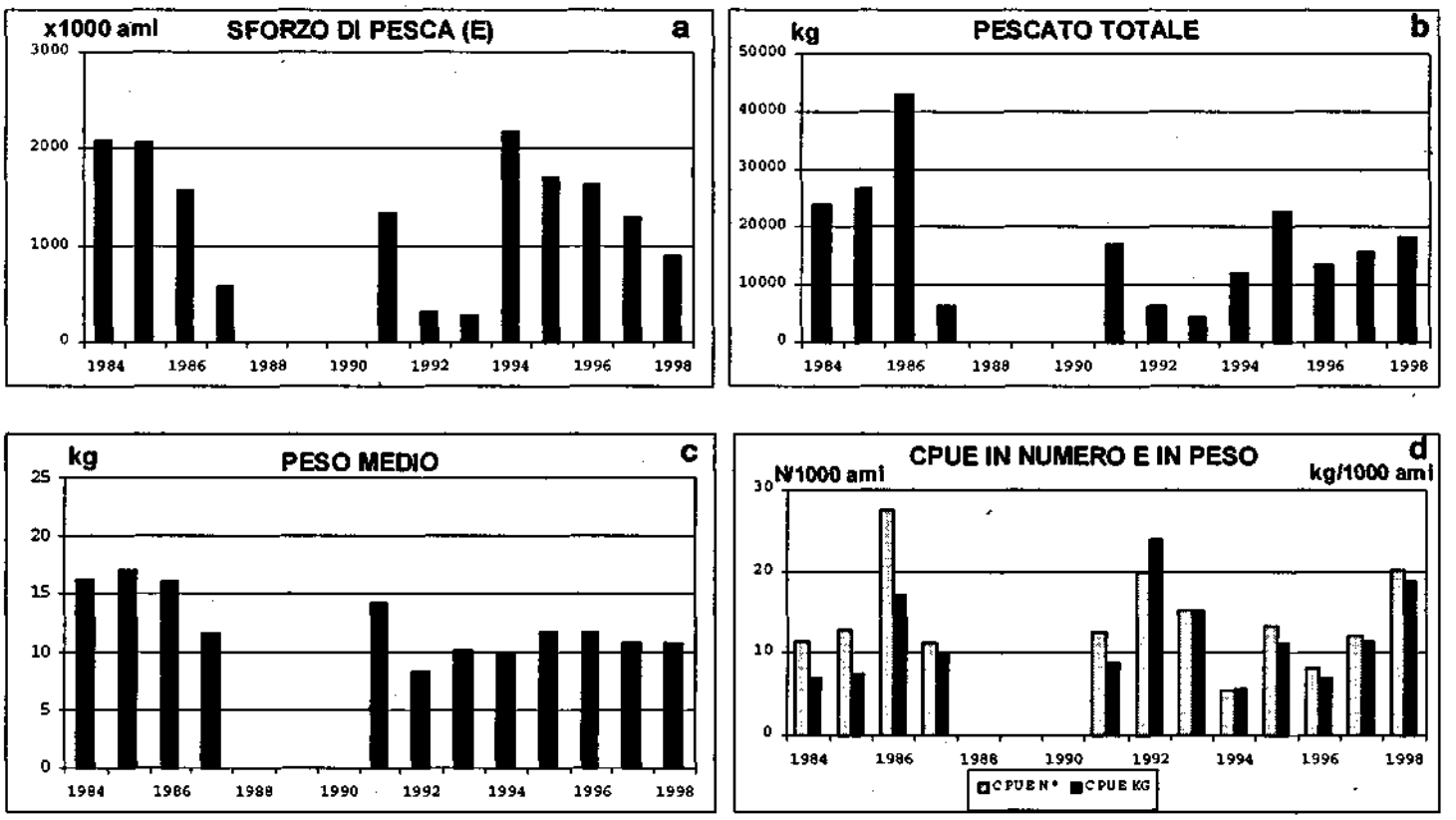


Fig. 1 - Dati di speca di *P. glauca* negli anni 1984-'98: a) sforzo di pesca (E); b) pescato totale; c) peso medio; d) catture per unità di sforzo in numero (CPUE N°) e in peso (CPUE kg). P. glauca *catch data in the years 1984-'98: a) fishing effort (E); b) total catch; c) mean weight; d) catches per unit of effort in number (CPUE °) and weight (CPUE kg).*

che, negli anni, è compresa tra il 7 e il 43%. Le catture sono prevalentemente costituite da esemplari di piccola taglia, 100-150 cm di lunghezza e 10-15 kg di peso; si tratta quindi di forme giovanili, che non hanno raggiunto la maturità sessuale (Compagno, 1984), come peraltro rilevato nell'Alto e Medio Adriatico (Pomi, 1997). Inoltre, nel corso degli anni di indagine, si è registrata la cattura di un numero relativamente costante di individui ma di dimensioni via via decrescenti (Tab. 1); in particolare, gli esemplari adulti (con peso individuale superiore a 30 kg) nei primi anni di indagine rappresentavano una frazione compresa tra il 5 e il 10% sul totale degli individui catturati, mentre negli ultimi anni risultano quasi completamente assenti nel pescato (tra 1 e 2%).

Anche *X. gladius* presenta valori di peso medio molto maggiori nel periodo 1984-1992 e questo potrebbe essere messo in relazione alla diminuzione delle dimensioni degli ami utilizzati, che, nei primi anni '90 sono passati da 10 a 7 cm.

Bibliografia

COMPAGNO L.J.V. (1984) - Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Carchariniformes. *FAO Fish. Synop.*, **4** (3): 251-655.

MARANO G., ROSITANI L., UNGARO N., DE ZIO V. (1988) - Cours des prises avec palangre de surface dans l'Adriatique du Sud (Côtes Italiennes), triennat 1984-1986. *FAO Fish. Rep.*, **394**: 112-120.

MARANO G., DE ZIO V., PASTORELLI A.M., ROSITANI L., VACCARELLA R. (1998) - Variazione e Composizione degli stock di *Xiphias gladius* L. e *Thunnus alalunga* (Bonn.) nell'Adriatico Meridionale (1984-1995). *Biol. Mar. Medit.* **5** (3): 229-240

POMI C. (1997) - Studio morfometrico di *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) nel Medio e Alto Adriatico. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.* **2**: 95-105.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 447-451

P. Maiorano, R. Carlucci, F. Casamassima, E.V. De Nicolò

Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Bari,
Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

INCIDENZA DEI SELACI NELLA PESCA A STRASCICO DEL MAR IONIO NORD-OCCIDENTALE

OCCURRENCE OF THE SELACHIANS ON THE TRAWL FISHING IN THE NORTH-WESTERN IONIAN SEA

Abstract

In this note data on the Selachian catches, realized during commercial trawling in a fishery of the Ionian Sea are presented. Eight species from 1996 to 1998 have been collected. The most abundant species are Galeus melastomus *and* Etmopterus spinax, *which are caught mostly at depths greater than 200 m and they are constituded by a great number of small sized specimens. So they are mostly discarded.*

Key-words: *Selachians, trawl fishing, Ionian Sea.*

Introduzione

I Selaci rappresentano una componente importante nelle catture della pesca a strascico. Sebbene essi costituiscano generalmente una frazione rilevante del discard, alcune specie e nelle taglie più grosse, possono talvolta essere commercializzate (Tursi *et al.*, 1993a; Matarrese *et al.*, 1996). In questa nota si analizza il contributo di alcune specie di Selaci presenti nelle catture della pesca a strascico commerciale realizzata in un'area limitata del Mar Ionio nord-occidentale: la marineria di Roccella Ionica (RC).

Materiali e metodi

I dati analizzati si riferiscono a 6 campagne di pesca a strascico commerciale effettuate in autunno, inverno e primavera, da ottobre 1996 a maggio 1998, nell'ambito del progetto di ricerca finanziato dalla CE "Analysis of trawls' discard operation in the central and eastern Mediterranean Sea". L'area d'indagine era situata lungo la costa calabra meridionale, corrispondente alla marineria di Roccella Ionica (RC). I dati sono stati raccolti direttamente a bordo dal personale tecnico-scientifico, nell'ambito di ogni campagna ciascuna della durata media di 5-6 giorni. Trattandosi di pesca commerciale l'allocazione e la durata delle cale, in totale 146 ed effettuate di continuo nell'intera giornata, erano ad esclusivo giudizio del comandante del motopeschereccio. L'imbarcazione, di 75 t di stazza lorda e con potenza motore di 360 Hp, era armata con rete di tipo italiano con maglia al sacco regolamentare (40 mm di apertura). Nella marineria in esame la pesca commerciale, mirata soprattutto alla cattura degli aristeidi, si realizza prevalentemente sul piano batiale. Pertanto, nel contesto del gradiente batimetrico investigato (50-700 m), il maggior numero di cale (71%) è stato effettuato oltre 200 m di profondità. Le catture sono state standardizzate in kg/h e sono stati calcolati i rendimenti medi per campagna, stagione e strato batimetrico (50-200 m e 200-700 m) relativi ai Selaci catturati sia nella frazione commerciale sia in quella discard. Al fine di evidenziare

le eventuali differenze stagionali, i rendimenti orari medi, sono stati sottoposti al test statistico di Kruskall-Wallis (Conover, 1980).

Risultati

Nell'ambito delle sei campagne di pesca a strascico commerciale analizzate, sono state catturate otto specie di Selaci: *Galeus melastomus*, *Scyliorhinus canicula*, *Dalatias licha*, *Etmopterus spinax*, *Torpedo nobiliana*, *Torpedo marmorata*, *Torpedo torpedo e Chimaera monstrosa*. Tali specie, sebbene l'area geografica considerata durante tale progetto sia limitata, rappresentano una quota minima rispetto al numero totale di Selaci (26) segnalati invece per l'intera area ionica (Matarrese *et al.*, 1996; Sion *et al.*, in press).

In totale, i Selaci hanno rappresentato, con un rendimento medio di 1,26 kg/h, il 6,3% circa della cattura totale media realizzata nell'intero periodo d'indagine. La quasi totalità dei Selaci catturati apparteneva al discard, mentre soltanto una quota trascurabile (0,02%) rientrava nella frazione commerciale (Fig. 1); quest'ultima era rappresentata da individui di *S. canicula* e *D. licha* con taglia superiore ai 480-500 mm di lunghezza totale.

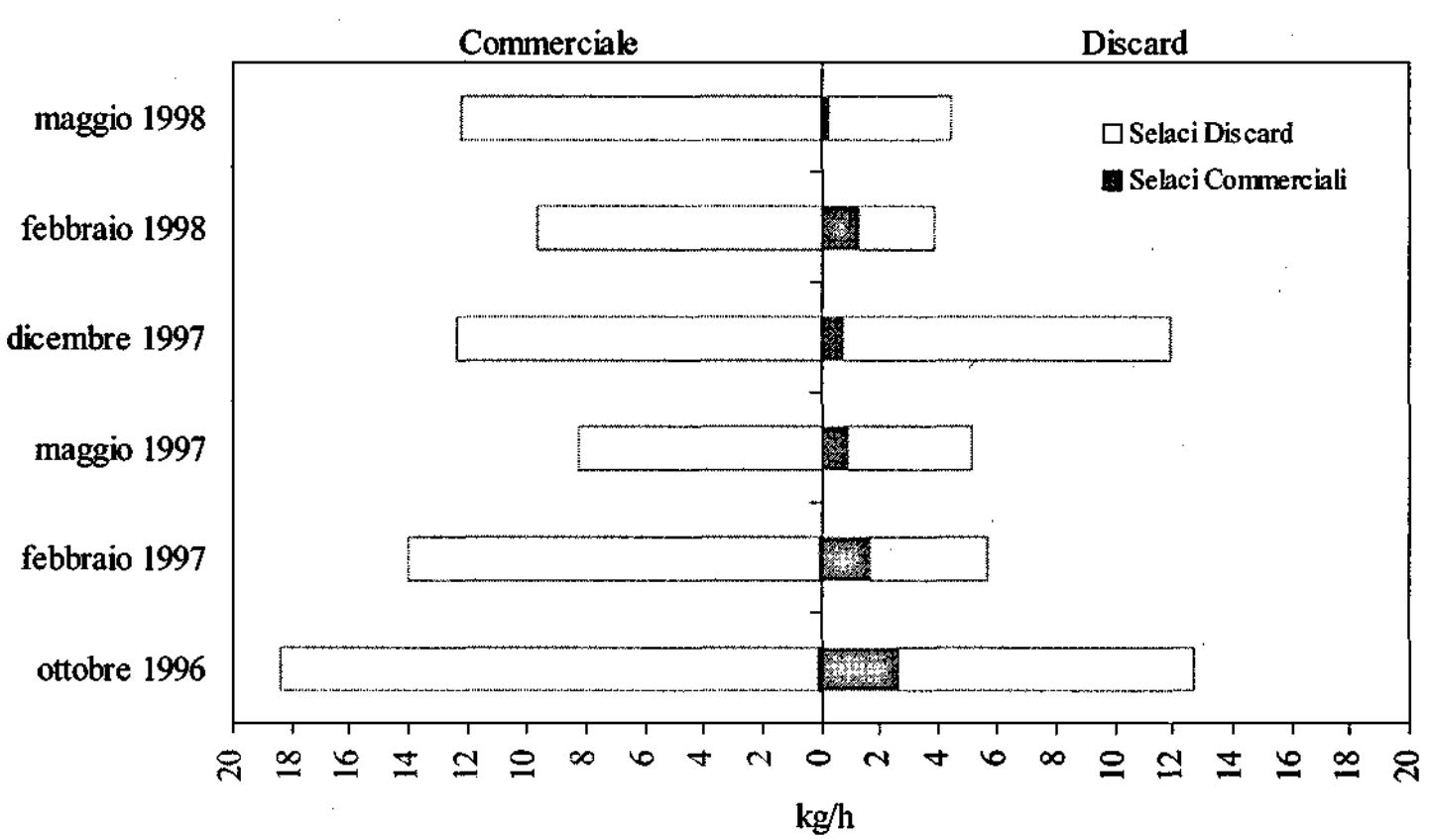


Fig. 1 - Rendimenti orari medi (kg/h) delle componenti relative ai Selaci commerciali e Selaci discard, nell'ambito delle catture commerciali e discard, realizzate da ottobre 1996 a maggio 1998.

Average commercial and discard Selachians yield (kg/h) realised during the trawlfishing activity from October 1996 to May 1998.

In tutte le stagioni, le catture di maggiore interesse, in termini d'abbondanza numerica (N/h) e di biomassa (kg/h), sono attribuibili a *G. melastomus* e *E. spinax*; tutte le altre specie hanno fornito rendimenti trascurabili (Tab. 1).

Tab. 1 - Rendimenti orari medi espressi in N/h e kg/h, dei Selaci catturati da ottobre 1996 a maggio 1998.

Average yield per hour by N/h and kg/h, of Selachians caughtfrom October 1996 to May 1998.

Specie*	ottobre '96		febbraio '97		maggio '97		dicembre '97		febbraio '98		maggio '98	
	N/h	kg/h	N/h	kg/h	N/h	kg/h	N/h	kg/h	N/h	kg/h	N/h	kg/h
Galeus melastomus	100,27	2,36	46,11	1,42	32,26	0,65	11,27	0,48	19,83	1,15	3,6	0,08
Scyliorhinus canicula	0,06	0,003	-	-	-	-	-	-	0,01	0,003	-	-
Dalatias licha	0,03	0,006	0,06	0,01	0,05	0,08	-	-	0,02	0,01	0,02	0,005
Etmopterus spinax	4,44	0,25	6,01	0,17	3,64	0,14	2,48	0,11	3,96	0,11	1,21	0,05
Torpedo nobiliana	-	-	0,01	0,02	0,01	0,003	0,04	0,18	-	-	0,06	0,12
Torpedo marmorata	-	-	-	-	-	-	0,01	0,005	0,01	0,004	-	-
Torpedo torpedo	0,02	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chimaera monstrosa	-	-	0,47	0,03	0,09	0,005	-	-	0,5	0,013	-	-

* Le specie sono elencate in ordine sistematico (Whitehead *et al.*, 1984).

Considerando i due strati batimetrici d'indagine, i rendimenti maggiori, sia in numero sia in peso, sono stati realizzati sul piano batiale, mentre erano poco rilevanti nella fascia batimetrica più superficiale (Tab. 2). Rispetto alle stagioni, soltanto le catture di *G. melastomus* sono risultate statisticamente differenti ($p<0,01$), in numero (N/h) ed in peso (kg/h), mostrando i valori più elevati in autunno. Non vi sono invece, differenze statisticamente significative ($p>0,05$) tra le diverse stagioni, nei rendimenti forniti dall'intera cattura dei Selaci.

Tab. 2 - Rendimenti orari medi espressi in N/h e kg/h, dei Selaci catturati divisi per strato batimetrico (50-200, 200-700 m).

Average yield per hour by N/h and kg/h, of Selachians caught by depth (50-200, 200-700 m).

Specie*	50-200 m		200-700 m	
	N/h	kg/h	N/h	kg/h
Galeus melastomus	0,62	0,015	48,3	1,037
Scyliorhinus canicula	-	-	0,02	0,001
Dalatias licha	-	-	0,04	0,251
Etmopterus spinax	0,02	0,001	4,93	0,186
Torpedo nobiliana	0,01	0,001	0,02	0,074
Torpedo marmorata	0,01	0,003	-	-
Torpedo torpedo	0,01	0,001	-	-
Chimaera monstrosa	0,01	0,001	0,24	0,011

* Le specie sono elencate in ordine sistematico (Whitehead *et al.*, 1984).

Per le specie più abbondanti, *G. melastomus* e *E. spinax,* le distribuzioni di taglia nelle tre stagioni d'indagine, confermano la distribuzione preferenziale delle due specie sul piano batiale e la presenza nel piano litorale soltanto di piccoli esemplari (Fig. 2). *G. melastomus* presenta, in ogni stagione, una distribuzione unimodale con la moda primaverile (120-140 mm) dovuta alla presenza di reclute (Tursi *et al.*, 1993b), che raggiunge il valore di 180-200 mm in inverno. *E. spinax* mostra, in primavera, una prima moda dovuta alle reclute (100-120 mm) ed una seconda, rappresentata da individui di taglia maggiore (200-220 mm). In generale, le due specie sono state catturate prevalentemente con esemplari di taglia ridotta, intorno a 180-200 mm, ben inferiori alla taglia minima (480-500 mm) alla quale possono essere ritenuti commerciabili, anche se con un basso valore di mercato e comunque limitatamente ad alcune marinerie dell'area ionica.

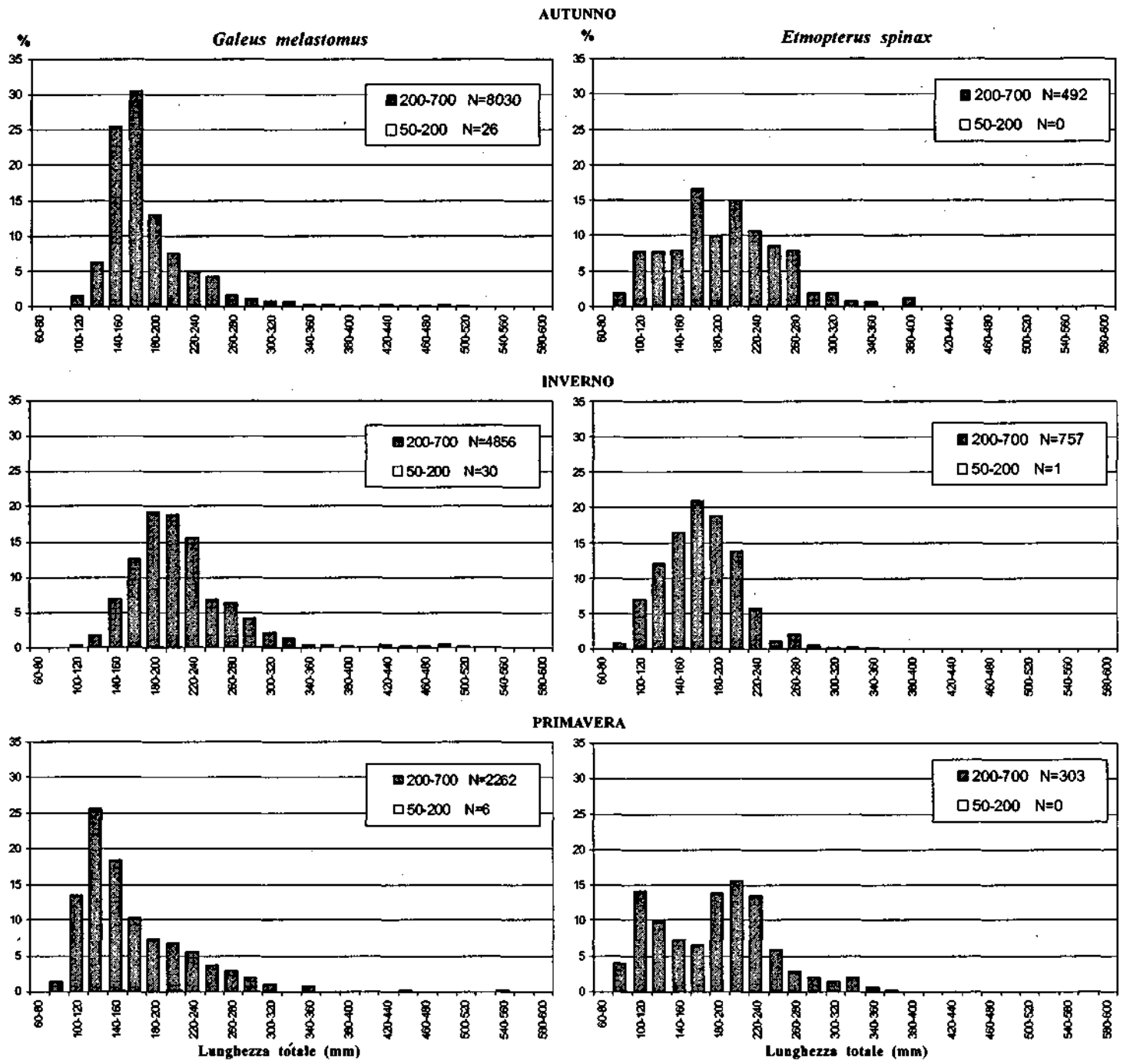


Fig. 2 - Distribuzione lunghezza-frequenza, per fascia batimetrica, di *Galeus melastomus* e *Etmopterus spinax* catturati nel Mar Ionio nelle diverse stagioni.

Length-frequency distribution, by depth stratum, of Galeus melastomus *and* Etmopterus spinax *caught in the Ionian Sea in each season.*

Discussioni

Le catture di Selaci, ottenute nell'intero periodo d'indagine, nell'area investigata, sono attribuibili ad otto specie: *Galeus melastomus*, *Scyliorhinus canicula*, *Dalatias licha*, *Etmopterus spinax*, *Torpedo nobiliana*, *Torpedo marmorata*, *Torpedo torpedo e Chimaera monstrosa*. Tale numero di specie è piuttosto ridotto rispetto a quanto riportato per l'intera area ionica, compresa tra Capo d'Otranto (LE) e Capo Passero (SR) (Matarrese *et al.*, 1996; Sion *et al.*, in press). Tuttavia i dati riportati in questa nota si riferiscono ad un arco temporale e un'area geografica limitati rispetto ai suddetti lavori. È inoltre da rilevare la peculiarità dell'area in esame, soggetta ad intensa e continua attività di pesca che potrebbe aver depauperato nel tempo la selacofauna locale e ridotto le possibilità di cattura di specie come i raiformi, già rinvenuti in precedenza solo occasionalmente nell'intera area ionica (Matarrese *et al.*, 1996).

L'elevata pressione di pesca potrebbe inoltre spiegare la prevalenza di forme giovanili nelle distribuzioni di taglia delle due specie più abbondanti, *G. melastomus* e *E. spinax*, per le quali, nonostante le catture elevate, è comunque esiguo il numero di esemplari di grossa taglia. Ciò è in accordo con quanto rilevato in un'area ionica più ampia e in aree limitrofe dalla pesca sperimentale (Ungaro *et al.*, 1996; Sion *et al.*, in press). Per questa ragione, sebbene in tale marineria alcuni Selaci nelle taglie più grosse assumano valore commerciale, le catture realizzate hanno contribuito, rispetto alla cattura totale, prevalentemente alla frazione discard piuttosto che a quella commerciale.

Bibliografia

CONOVER W.J. (1980) - *Practical nonparametric statistics.* Wiley & Sons Eds., New York: 493 pp.

MATARRESE A., D'ONGHIA G., TURSI A., BASANISI M. (1996) - New information on the ichthyofauna of the eastern Italian coasts (Ionian Sea). *Cybium,* **20** (1): 197-211.

SION L., D'ONGHIA G., BASANISI M., PANZA M. (2000) - Distribuzione dei Selaci sui fondi strascicabili del Mar Ionio nord-occidentale. *Biol. Mar. Medit.* **7** (1): 455-460.

TURSI A., MATARRESE A., PISCITELLI G., D'ONGHIA G., SION L., PANETTA P., MAIORANO P., DE FLORIO M., BASANISI M., PANZA M., LEO L. (1993a) - Length and age composition of ichthyic species present in the discards from commercial fishing in the Ionian Sea. *EEC Research Programme 1992/14. Final report*: 183 pp.

TURSI A., D'ONGHIA G., MATARRESE A., PISCITELLI G. (1993b) - Observations on population biology of the blackmouth catshark *Galeus melastomus* (Chondrichthyes, Scyliorhinidae) in the Ionian Sea. *Cybium,* **17** (3): 187-196.

UNGARO N., MARANO G., RIZZI E., MARZANO M.C. (1996) - Demersal Squaliformes and Rajiformes in the south-western Adriatic Sea: Trawl-surveys 1985-1994. *FAO Fish. Rep.*, **533** (Suppl.): 87-96.

VACCHI M. (1988) - Pesci cartilaginei dei mari italiani. *Notiziario s.i.b.m.*, **13**: 55-59.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1984) - *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterraenan* (FNAM), **1**: 510 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 452-454

C.A. MARANO, R. MARSAN, L. DI TURI

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

NOTE SULLA DISTRIBUZIONE E BIOLOGIA DEI GIOVANILI DI SAGRÌ NERO *ETMOPTERUS SPINAX* (L. 1758) SUI FONDI EPI E MESOBATIALI DELL'ADRIATICO MERIDIONALE

NOTES ABOUT DISTRIBUTION AND BIOLOGY OF JUVENILES OF VELVET BELLY SHARK ETMOPTERUS SPINAX *(L. 1758) IN THE SOUTH ADRIATIC EPI AND MESOBATHYAL BOTTOMS*

Abstract

Specimens of Etmopterus spinax *velvet belly shark (Chondrichthyes, Squalidae) were collected during the trawl surveys carried out in South Adriatic Sea from 1994 to 1998. The samples consisted mainly of juveniles (LT<25 cm). The smallest specimens measured 8 cm; the length frequency distribution showed a modal peak at 11-12 cm. The length-weight relationship parameters were estimated.*

Key-words: *Selachians,* Etmopterus spinax, *Adriatic Sea.*

Introduzione

Il sagrì nero, *Etmopterus spinax* (L.1758), è il più piccolo squalo del Mediterraneo, è una specie caratteristica del piano batiale ed è catturata principalmente sui fondi della scarpata continentale. Per questa specie, al momento, sono disponibili solo scarsi riferimenti bibliografici per l'area adriatica in relazione alla distribuzione (Brunelli e Bini, 1934, Marano G. *et al.*, 1998) o alla biologia (Bello G., 1995).

Materiali e metodi

I dati utilizzati per lo studio dello squalo in oggetto sono stati raccolti durante le campagne di pesca a strascico realizzate dal 1994 al 1998 nell'Adriatico meridionale (da 10 a 700 metri di profondità), nell'ambito dei progetti di ricerca sulla Valutazione delle risorse demersali. Nel primo progetto è stato utilizzato un motopesca professionale che utilizzava una rete di tipo italiano con maglie al sacco di 36 mm di apertura, nel secondo progetto, svolto in acque italiane ed albanesi durante le stagioni estive (1996-1998), si è utilizzato un motopesca che impiegava una rete di tipo sperimentale con maglie al sacco di 20 mm di apertura.

Gli esemplari di *Etmopterus spinax* campionati sono stati misurati (LT cm) e pesati (g), distinti per sesso allo scopo di studiare la demografia della popolazione e valutare la relazione taglia-peso. Al fine di confrontare la crescita in peso nei due sessi è stato utilizzato il test di parallelismo (Girone e Salvemini, 1994), mentre successivamente il test di isometria (Girone e Salvemini, 1994), è stato applicato sia per i maschi, sia per le femmine e sull'intera popolazione campionata.

Risultati e discussione

Etmopterus spinax è stato catturato nel bacino Adriatico meridionale a partire da 270 metri fino alle massime profondità indagate (710 m), in accordo con quanto

riportato in letteratura (Brunelli e Bini, 1934, Fischer *et al.*, 1987, AA.VV., 1988, Marano G., 1996).

Alle profondità studiate (entro 710 m) durante questa ricerca è presente prevalentemente la frazione giovanile della popolazione (LT < 25 cm), che quindi è risultata l'obiettivo principale di questo studio. Probabilmente la frazione degli adulti potrebbe essere maggiormente rappresentata a profondità maggiori (Vacchi e Orsi Relini 1979), come confermato da indagini relative a profondità maggiori (oltre 700 metri) nello stesso bacino (Ungaro, com. pers.). L'analisi preliminare dei dati relativi alle distribuzioni di frequenza per taglia ha evidenziato una forte sovrapponibilità tra i risultati derivanti dalle campagne svolte nei diversi anni.

Dall'esame della demografia della frazione giovanile è risultato che i più piccoli individui campionati misuravano 8 cm, a differenza di quanto riportato in bibliografia (Vacchi e Orsi Relini, 1980, Compagno, 1984). Gli istogrammi di frequenza di taglia evidenziano una distribuzione irregolare con una moda prevalente alla lunghezza di 11-12 cm, gli istogrammi realizzati per sesso sono inoltre risultati sovrapponibili (Fig. 1).

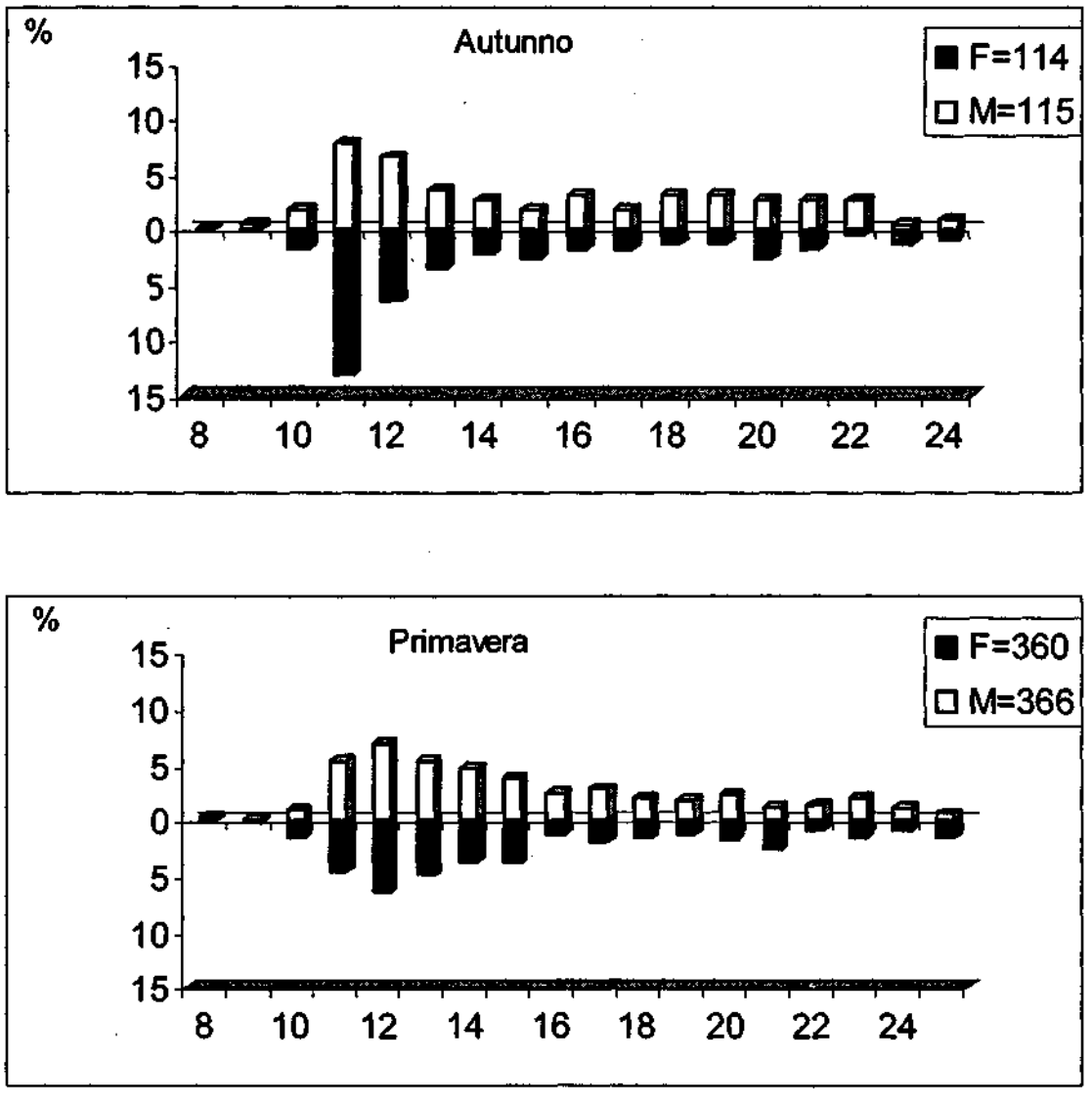


Fig. 1 - Distribuzioni delle frequenze di taglia di *Etmopterus spinax*.
Length-frequency distributions of Etmopterus spinax.

L'analisi statistica (test di parallelismo) della curva taglia-peso non ha evidenziato differenze significative tra maschi e femmine. La crescita in peso ottenuta sia per i maschi che per le femmine separatamente non si discosta significativamente dall'isometria, risultato confermato nella relazione ottenuta per i due sessi combinati (Tab. 1). Questo risultato era probabile considerato il range di taglia (prematurativo) analizzato. Le informazioni preliminari ottenute dovranno essere, naturalmente, solo la base per un approfondimento successivo sulla biologia completa del sagrì nero nell'area di indagine con analisi mirata alla fauna profonda.

Tab. 1 - Parametri della relazione esponenziale taglia-peso.
Length-weight (exponential) relationship parameters.

	N° ind.	a	b	R
Femmine	384	0,00123	3,3868	0,976
Maschi	391	0,00229	3,1742	0,970
Totali	775	0,00168	3,2809	0,976

Bibliografia

AA.VV. (1988) - Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani negli anni 1984-1985. *Atti Seminario delle Unità Operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura,* M.M.M.-C.N.R., **3**: 1797 pp.

BRUNELLI G., BINI G. (1934) - Ricerche comparativa sulle pesche profonde di diversi mari italiani. *Boll. Pesca Piscicoltura e Idrobiol.*, **10** (6): 733-745.

BELLO G. (1995) - *Heteroteutis dispar* (Cephalopoda: Sepiolidae) nella dieta di selaci demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 211-215.

COMPAGNO L.J.V. (1984) - FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part. 1 Hexanchiformes to Lamniformes. *FAO Fish. Synop.*, (125) **4** (1): 85.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision I) Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. Vertébrés.* Rome FAO, Vol. 2: 826.

GIRONE G., SALVEMINI T. (1994) - *Lezioni di statistica.* Cacucci Ed. Bari. Vol. 2: 349 pp.

MARANO G. (1996) - Valutazione delle Risorse Demersali nell'Adriatico Meridionale dal Promontorio del Gargano al Capo d'Otranto. *Relazione finale triennio '94-'96* (Cod. Ministero 3-A-9): 166 pp.

MARANO G., UNGARO N., MARANO C.A., MARSAN R. (1998) - La ricerca sulle risorse demersali del bacino Adriatico Sud-Occidentale (Anni 1985-1997): sintesi dei risultati. *Biol. Mar. Med.*, **5** (3): 109-119.

VACCHI M., RELINI ORSI L. (1979) - Aspetti riproduttivi di *Etmopterus spinax* (L.)(Condrichthyes, Squalidae). *Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano,* **7**: 63-74.

VACCHI M., ORSI RELINI L. (1980) - Riproduzione di *Etmopterus spinax* (L.)(Condrichthyes, Squalidae). *Mem. Biol. Mar. Ocean. Suppl.,* **10**: 341-342.

Il presente lavoro è stato reso possibile grazie ai finanziamenti ottenuti dal Ministero Italiano delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali nell'ambito del progetto nazionale "Valutazione delle Risorse Demersali" e dalla Comunità Europea (Progetto E.C. DG XIV MEDITS).

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 455-460

L. Sion, G. D'Onghia, M. Basanisi, M. Panza

Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Bari,
Via Orabona, 4 – 70125 Bari, Italia.

DISTRIBUZIONE DEI SELACI SUI FONDI STRASCICABILI DEL MAR IONIO NORD-OCCIDENTALE

DISTRIBUTION OF SELACHIANS ON THE TRAWLABLE BOTTOMS OF THE NORTH-WESTERN IONIAN SEA

Abstract

An updated list of Selachians collected in the North-Western Ionian Sea is reported. The results derived from data collected during bottom trawl surveys carried out from 1985 to 1998. Within a total of 26 species, Galeus melastomus *and* Etmopterus spinax *are the most abundant ones. They are mostly distributed at depths greater than 400 m. The species rarely found belong to the Rayiformes.*

Key-words: *Selachians, bottom trawling, Ionian Sea.*

Introduzione

Le conoscenze sulla distribuzione dei Selaci nel Mar Ionio risalgono principalmente agli studi di Brunelli e Bini (1934), Parenzan (1960), Pastore (1976) e Parenzan (1983). Le più recenti informazioni sulla loro distribuzione e abbondanza in questo settore mediterraneo sono state fornite utilizzando i dati relativi a campagne sperimentali di pesca a strascico realizzate dal 1985 al 1993 nel contesto delle ricerche sulle risorse demersali (Matarrese *et al.*, 1996). In questo lavoro si riporta la lista dei Selaci rinvenuti durante i diversi progetti di ricerca realizzati, nel Mar Ionio, nel periodo 1985-1998; sono inoltre riportate informazioni sulla distribuzione batimetrica e densità delle specie raccolte durante i trawl surveys relativi al periodo 1996-1998.

Materiali e metodi

L'area investigata nel Mar Ionio è compresa tra Capo d'Otranto (LE) e Capo Passero (SR). La lista delle specie raccolte si riferisce a campagne stagionali, condotte nell'ambito di progetti nazionali ed internazionali sulle risorse demersali. Durante questi progetti, realizzati nel periodo 1985-1998, sono stati utilizzati motopescherecci professionali dotati di attrezzature standard per la pesca a strascico. Le cale di pesca sono state realizzate tra 10 e 750 m di profondità. L'ordine sistematico considerato per le specie rinvenute è quello riportato in Whitehead *et al.* (1984). Per ciascuna specie è stato calcolato l'indice di frequenza percentuale (numero di cale positive / numero di cale totali × 100).

I dati sulla distribuzione e abbondanza (N/Km^2) si riferiscono ai progetti GRUND e MEDITS per il periodo 1996-1998. L'intervallo batimetrico investigato era compreso tra 10 e 650 m. Per gli esemplari di *Galeus melastomus* e *Etmopterus spinax* si riportano anche le distribuzioni delle lunghezze totali.

Risultati e Discussione

L'elenco sistematico dei Selaci, relativo al periodo 1985-1993 (Matarrese *et al.*, 1996), annoverava 19 specie appartenenti a 8 famiglie: *Scyliorhinidae*, *Triakidae*, *Squalidae*, *Torpedinidae*, *Rajidae*, *Dasyatidae*, *Myliobatidae* e *Chimaeridae*. Negli ultimi anni d'indagine sono state trovate altre 7 specie, di cui una appartenente alla famiglia Hexanchidae (*Heptranchias perlo*), 2 appartenenti rispettivamente alle famiglie Oxynotidae e Myliobatidae (*Oxynotus centrina* e *Myliobatis aquila*) e 4 alla famiglia Rajidae (*Raja oxyrinchus, Raja clavata, Raja montagui, Raja alba*). L'elenco sistematico delle specie e la frequenza di rinvenimento di ciascuna di esse è riportato in Tab.1.

L'intervallo batimetrico delle specie, rinvenute durante il periodo 1996-1998 sia in primavera (progetto MEDITS) sia in autunno (progetto GRUND), è riportato in Fig. 1. Le specie più tipicamente costiere sono *Torpedo torpedo*, *Raja asterias, Raja miraletus, Raja montagui, Dasyatis pastinaca* e *Pteromylaeus bovinus*; quelle con una distribuzione batimetrica più profonda sono *Dalatias licha*, *Raja circularis*, *Raja fullonica*, *Raja clavata*, *Chimaera monstrosa*. Le specie distribuite su un ampio gradiente batimetrico sono *Galeus melastomus*, *Scyliorhinus canicula, Etmopterus spinax* e *Torpedo nobiliana*. Le densità delle specie rinvenute nel suddetto periodo sono riportate nella Tab. 2. *Galeus melastomus* e *Etmopterus spinax* risultano essere i Selaci più abbondanti dello Ionio, distribuiti prevalentemente oltre i 400 m di profondità. Le specie rinvenute con bassa frequenza e sempre con pochi esemplari appartengono invece alla famiglia Rajidae.

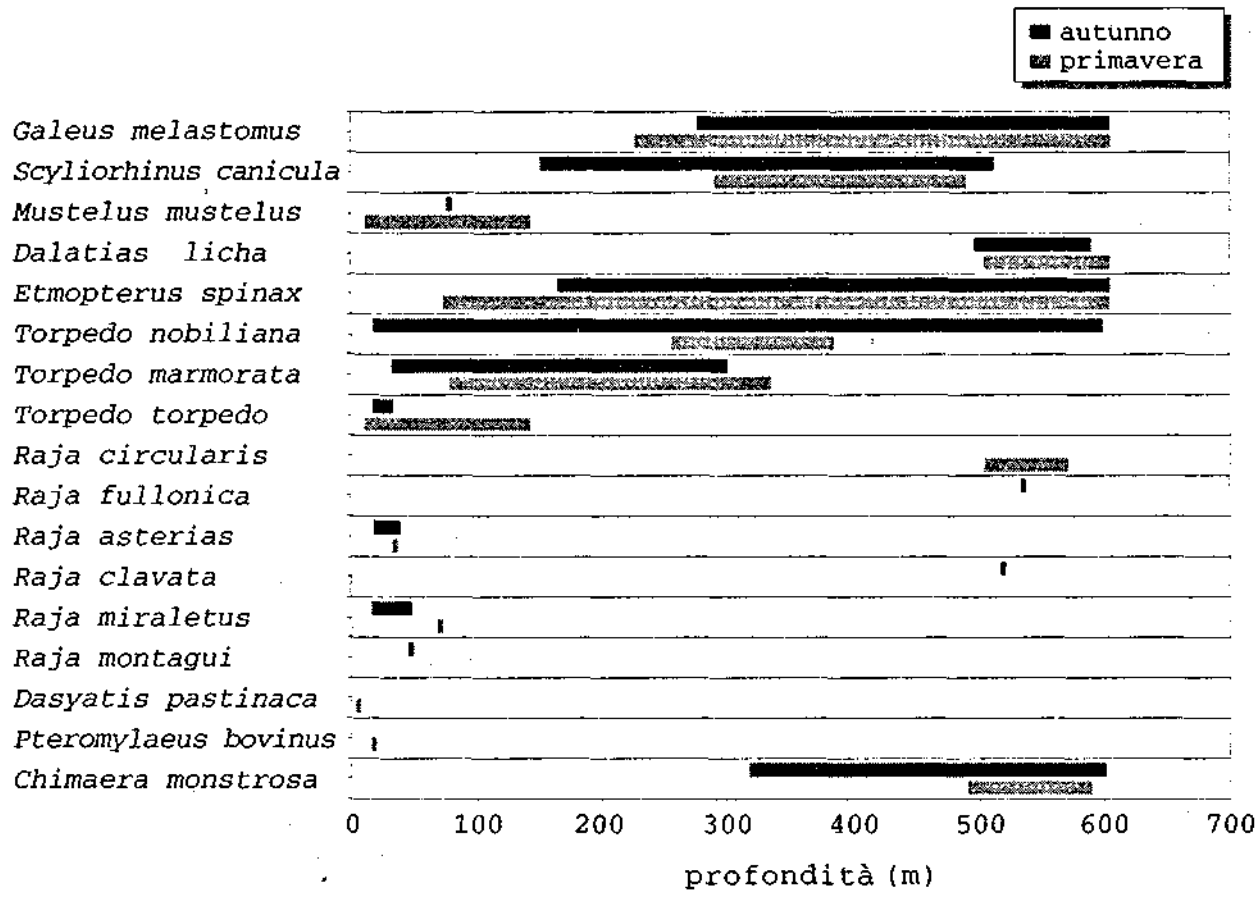


Fig. 1 - Distribuzione batimetrica dei Selaci rinvenuti nel Mar Ionio durante campagne sperimentali di pesca a strasciso realizzate dal 1996 al 1998.

Bathymetric distribution of Selachians found in the Ionian Sea during trawl surveys carried out from 1996 to 1998.

Tab. 1 - Lista e indice di frequenza dei Selaci rinvenuti nel Mar Ionio nord-occidentale durante campagne sperimentali di pesca a strascico dal 1985 al 1998.
List and frequency index of Selachians found in the North-Western Ionian Sea during trawl surveys carried out from 1985 to 1998.

SPECIE	Indice di frequenza (%)	
	1985-1993*	1994-1998
HEXANCHIDAE		
Heptranchias perlo (Bonnaterre, 1788)	-	0,08
SCYLIORHINIDAE		
Galeus melastomus Rafinesque, 1810	31,61	57,18
Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)	8,03	4,07
TRIAKIDAE		
Mustelus mustelus (Linnaeus, 1758)	1,81	1,00
OXINOTIDAE		
Oxynotus centrina (Linnaeus, 1758)	-	0,15
SQUALIDAE		
Centrophorus granulosus (Schneider, 1801)	0,77	0,31
Dalatias licha (Bonnaterre, 1788)	1,81	5,83
Etmopterus spinax (Linnaeus, 1758)	11,92	47,58
Squalus acanthias Linnaeus, 1758	0,26	0,15
TORPEDINIDAE		
Torpedo (Tetronarce) nobiliana Bonaparte, 1835	1,3	2,38
Torpedo (Torpedo) marmorata Risso, 1810	3,11	2,23
Torpedo (Torpedo) torpedo (Linnaeus, 1758)	0,78	0,54
RAJIDAE		
Raja (Dipturus) batis Linnaeus, 1758	0,26	-
Raja (Dipturus) oxyrinchus Linnaeus, 1758	-	0,08
Raja (Leucoraja) circularis Couch, 1837	2,33	0,54
Raja (Leucoraja) fullonica Linnaeus, 1758	0,52	0,08
Raja (Raja) asterias Delaroche, 1809	1,04	0,69
Raja (Raja) clavata Linnaeus, 1758	-	0,23
Raja (Raja) miraletus Linnaeus, 1758	0,78	0,23
Raja (Raja) montagui Fowler, 1910	-	0,23
Raja (Rostroraja) alba Lacepède, 1803	-	0,08
DASYATIDAE		
Dasyatis pastinaca (Linnaeus, 1758)	0,78	0,08
MYLIOBATIDAE		
Myliobatis aquila (Linnaeus, 1758)	-	0,08
Pteromylaeus bovinus (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	1,3	0,23
CHIMAERIDAE		
Chimaera monstrosa Linnaeus, 1758	6,99	17,96

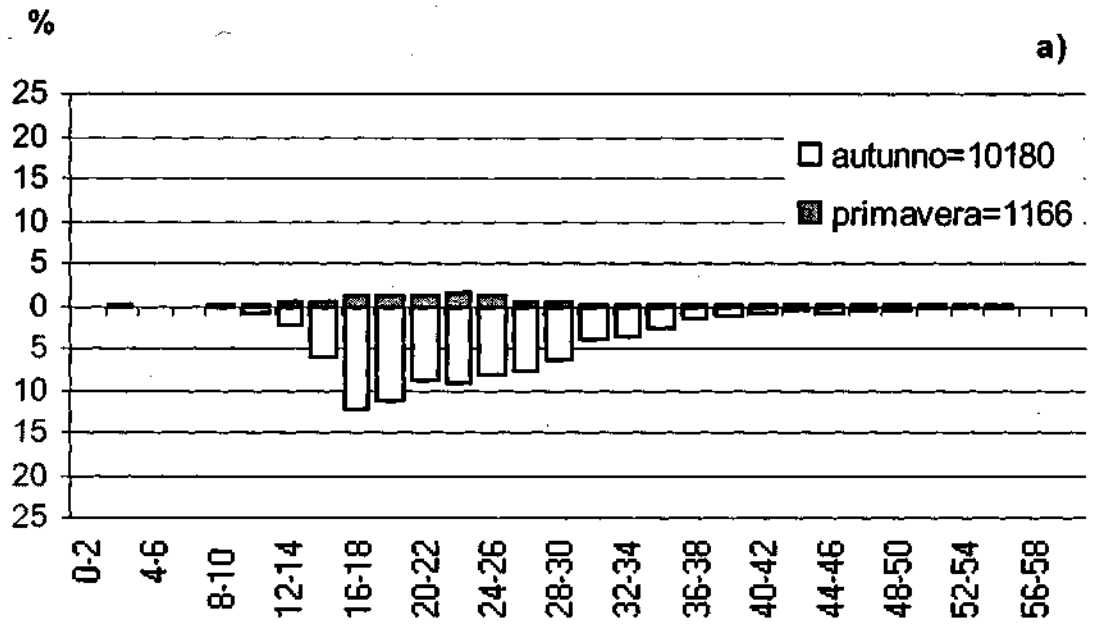
* Matarrese *et al.* (1996)

Tab. 2 - Densità media (N/km²) dei Selaci rinvenuti nel Mar Ionio durante campagne sperimentali di pesca a strascico realizzate dal 1996 al 1998.
Average density (N/km²) of Selachians found in the Ionian Sea during trawl surveys carried out from 1996 to 1998.

	primavera			autunno		
	N/km²			N/km²		
	<200 m	200-400 m	>400 m	<200 m	200-400 m	>400 m
Galeus melastomus		32,63	165,37		76,08	915,41
Scyliorhinus canicula		0,98	0,11	0,67	1,11	0,09
Mustelus mustelus	4,17			1,36		
Dalatias licha			1,79			1,49
Etmopterus spinax		6,71	106,00	0,36	35,48	269,51
Torpedo nobiliana	1,29		0,12	0,18		1,21
Torpedo marmorata	0,77	0,79		1,91	0,27	
Torpedo torpedo	5,22			3,90		
Raja circularis			0,68			
Raja fullonica						0,10
Raja asterias	0,54			0,34		
Raja clavata						0,11
Raja miraletus	0,25			0,58		
Raja montagui				0,36		
Dasyatis pastinaca	0,30					
Pteromylaeus bovinus	0,57					
Chimaera monstrosa			4,70		0,80	12,52

La distribuzione delle taglie di *G. melastomus* e *E. spinax* evidenzia che le popolazioni campionate sono costituite da forme giovanili, soprattutto in *E. spinax* (Fig. 2). La differenza numerica rilevata tra la primavera e l'autunno, a parità di numero di cale effettuate, è da imputare alla differente catturabilità della rete GRUND rispetto a quella MEDITS.

Nel contesto delle specie rinvenute è stata evidenziata una rarefazione dei raiformi in questo settore mediterraneo e contemporaneamente una stabile presenza degli squaliformi *Galeus melastomus* e *Etmopterus spinax* e dell'olocefalo *Chimera monstrosa.* Tale aspetto può essere correlato alla maggiore o minore vulnerabilità delle suddette specie rispetto alla rete a strascico (Ungaro *et al.*, 1996). Infatti le raje sono specie prevalentemente costiere e a bassa fecondità, mentre *G. melastomus* e *E. spinax*, sebbene con una bassa fecondità, presentano un periodo riproduttivo piuttosto prolungato durante l'anno ed una distribuzione batimetrica più ampia di quella interessata dalla rete a strascico (Tursi *et al.*, 1993; Vacchi e Relini Orsi, 1980). Infatti, la struttura di popolazione costituita prevalentemente da giovani può essere anche in relazione ad una minore vulnerabilità della porzione adulta, sia perché più profonda sia perché più abile a sfuggire alla rete.



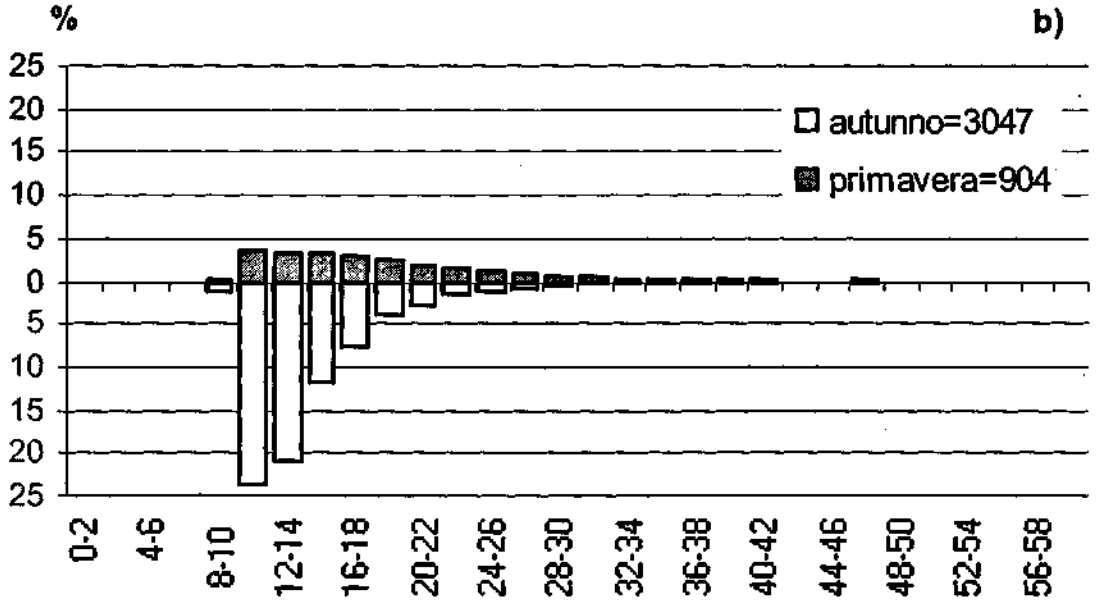


Fig. 2 - Distribuzione lunghezza-frequenza (cm) di *Galeus melastomus* (a) ed *Etmopterus spinax* (b) rinvenuti nel Mar Ionio durante campagne sperimentali di pesca a strasciso realizzate dal 1996 al 1998.

Length-frequency distributions (cm) of Galeus melastomus *(a) and* Etmopterus spinax *(b) found in the North-Western Ionian Sea during trawl surveys carried out from 1996 to 1998.*

Bibliografia

BRUNELLI G., BINI G. (1934) - Ricerche comparative sulle pesche profonde di diversi mari italiani. *Boll. Pesca Piscicult. Idrobiol.*, **10** (6): 733-744.

MATARRESE A., D'ONGHIA G., TURSI A., BASANISI M. (1996) - New information on the Ichthyofauna of the south-eastern Italian coasts (Ionian Sea). *Cybium*, **20** (2): 197-211.

PARENZAN P. (1960) - Pesci abissali e preabissali del Golfo di Taranto. *Thalassia Ionica*, **3**: 1-67.

PARENZAN P. (1983) - *Puglia Marittima*. Ed. Congedo, Vol. I e II.

PASTORE M. (1976) - Note ittiologiche del Golfo di Taranto. I°. Generalità e lista delle specie. *Oebalia*, **2**: 91-103.

TURSI A., D'ONGHIA G., MATARRESE A., PISCITELLI G. (1993) - Observations on population biology of the blackmouth catshark *Galeus melastomus* (Chondrichthyes, Scyliorhinidae) in the Ionian Sea. *Cybium*, **17** (3): 187-196.

UNGARO N., MARANO G., RIZZI E., MARZANO M.C. (1996) - Demersal Squaliformes and Rajiformes in the South-Western Adriatic Sea: Trawl Surveys 1985-1994. *FAO Fish. Rep.*, **533** (Suppl.): 87-96.

VACCHI M., RELINI ORSI L. .(1980) - Riproduzione di *Etmopterus spinax* (L.) (Condrichthyes, Squalidae). *Mem. di Biol. Mar. e di Ocean.*, N.S. *Suppl.* **10** (Suppl.): 341-342.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (eds.) (1984) - *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean.* UNESCO, Paris, **1**: 1-510.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 461-477

G.D. ARDIZZONE

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza",
Viale dell'Università 32 - 00185 Roma, Italia.

LA RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA NELLE RICERCHE DI BIOLOGIA MARINA IN MEDITERRANEO

CARTOGRAPHIC REPRESENTATION IN MEDITERRANEAN MARINE BIOLOGY RESEARCHES

Abstract

The origin of Mediterranean cartography is very ancient and linked to the exploration of the sea since their first beginning. The modern utilization of the cartographic instruments follows the important work of Pérès and Picard on benthic bionomy. Only from the end of the XIX century we have the first attempt in this way. In recent years the utilization of GPS for positioning and G.I.S. for computer management of the data improved the cartographic instruments.

Key-words: *cartography, benthos, fishery, G.I.S., Mediterranean Sea.*

Storia della cartografia

Non si può iniziare a trattare della rappresentazione cartografica nelle ricerche biologiche mediterranee senza introdurre alcuni elementi storici.

Le origini non sono facilmente databili: la rappresentazione del poco conosciuto si sovrapponeva spesso alle costruzioni nate da idee filosofiche che integravano in questo modo il vuoto delle conoscenze reali, mitigando l'atavica angoscia dell'uomo di fronte all'ignoto. La consolazione filosofica era però ben lontana dal poter fornire elementi oggettivi e quindi la rappresentazione dell'orbe terracqueo atteneva certamente più alla sfera della speculazione mentale che alla descrizione del reale.

Questo anche perché era necessario superare alcuni importantissimi ostacoli prima di potersi avvicinare a qualcosa di simile a ciò che oggi intendiamo per cartografia.

Il rappresentare uno spazio geografico su un piano con un'organizzazione geometrica ha infatti sempre presentato fin dagli albori tre punti critici: primo, stabilire la forma della terra e misurarne gli elementi che ne definiscono le dimensioni; secondo, stabilire attraverso misurazioni, la posizione relativa e assoluta dei punti sulla terra; terzo, rappresentare graficamente sul piano tutto quanto è rilevato facendo in modo che le deformazioni, necessariamente presenti, risultino minime.

1. La sfericità della terra era nota fin dall'antichità: già Aristotele nel IV secolo a.C. aveva elencato tutti gli argomenti allora noti a favore della sfericità della terra e ne aveva riportato la grandezza della circonferenza allora stimata. Verso il 240 a.C. Eratostene esegue la prima determinazione in modo scientifico delle dimensioni della terra. Un secolo dopo Ipparco e Posidonio con altre valutazioni arrivarono ai valori più vicini alla realtà calcolati fino al 1600.

All'inizio del 1600 con Snellius in Olanda e Nordwood in Inghilterra si hanno le prime misure precise della dimensione della terra: il metodo era sempre quello

di Eratostene, ma al posto di stime delle distanze si eseguono misure dirette, mediante la triangolazione. Questa tecnica, perfezionata in seguito da Cassini (1625-1712) permise la realizzazione delle prime vere e proprie carte topografiche.

2. La difficoltà di posizionarsi (o posizionare oggetti) sul globo terrestre è sempre stato il più grave ostacolo tanto per la navigazione quanto per la costruzione cartografica. Molto indietro nel tempo, l'unico riferimento per i navigatori era rappresentato dalla terra in vista; prendendo dei riferimenti a terra, una collina, una macchia di alberi, una particolare roccia, riuscivano ad orientarsi e raggiungere l'approdo desiderato. Ma quando si tenterà di effettuare viaggi più lunghi in Mediterraneo e poi nell'Oceano, il problema di come determinare la posizione diventa enorme in mancanza di riferimenti.

Per conoscere l'esatta posizione di un'imbarcazione in mezzo al mare servono almeno due coordinate: la latitudine, distanza angolare dal parallelo di riferimento (l'equatore) e la longitudine, distanza angolare dal meridiano di riferimento. Ma "...il parallelo di latitudine di grado zero è fissato dalle leggi di natura, mentre il meridiano di longitudine di grado zero è mutevole come le sabbie del tempo. Questa differenza fa del calcolo della latitudine un gioco da ragazzi, e rende la determinazione della longitudine, specialmente in alto mare, un rompicapo per adulti – un problema che ha sfidato le migliori menti del mondo per la maggior parte della storia umana" (Sobel, 1996) e che soltanto alla fine del settecento (l'America era stata scoperta da circa tre secoli) inizia ad essere risolto. La scelta del meridiano fondamentale è una scelta puramente politica; esso fu spostato dalle isole Azzorre, a Roma, a Copenaghen, a Gerusalemme, a San Pietroburgo, a Pisa, a Parigi, a Filadelfia, prima di essere fissato definitivamente a Londra.

Il calcolo della latitudine era noto fin dall'antichità tramite la misura dell'angolo tra l'orizzonte dell'osservatore e la stella Polare o il sole, quindi qualsiasi strumento che consentisse la misura di un angolo era sufficiente allo scopo (quadrante, astrolabio, sestante). La misura della longitudine, invece, fu calcolata in maniera empirica e molto imprecisa, attraverso l'osservazione dei pianeti, fino all'invenzione del primo cronometro trasportabile .

3. Numerose fonti attribuiscono ad Anassimandro, filosofo ionico del VI secolo a.C. il titolo di primo "cartografo": egli per primo "disegna la terra così come, fino allora, solo lo sguardo di un Dio aveva potuto osservare" (S.C. '96 p. 22).

Ma la prima rappresentazione di uno spazio geografico su una superficie piana con un'organizzazione geometrica risale a Dicearco da Messina (IV secolo a.C.) che nel suo "Perimetro della Terra" distribuisce l'écuméne (la terra abitata) attorno ad una linea Est-Ovest: questa linea può essere considerata il primo parallelo rappresentato su una carta! Era chiamata diaframma e partendo dalle colonne d'Ercole, passava per Rodi e attraversava tutto il Mediterraneo.

Nel secolo successivo Ipparco disegnò linee parallele a quella di Dicearco, dividendo la carta in zone parallele all'equatore, chiamate "climi", in cui l'inclinazione del sole era uguale. Nel II secolo d.C. Marino di Tiro introduce i concetti di latitudine e longitudine come misura della larghezza e della lunghezza dei "climi".

Ma la vera cartografia nasce con Tolomeo alla fine del II secolo d.C.; egli comprende che se il problema è di distendere su un piano la curva écuméne, bisogna agire attraverso artifici quali le proiezioni. Tolomeo introdusse definitivamente concetti di latitudine e longitudine, disegnò carte con paralleli e

meridiani e fornì le coordinate di circa ottomila località. Il suo sistema di rappresentazione, sistema adottato fino al 1500!, si preoccupava di mantenere per quanto possibile le distanze relative delle località, non preoccupandosi degli angoli che risultavano alterati; per questo motivo queste carte non potevano essere usate nei viaggi per mare. Tolómeo ideò una proiezione conica della superficie terrestre: aprendo il cono, i paralleli di latitudine erano rappresentati come linee curve equidistanti mentre i meridiani di longitudine erano convergenti vero il Polo.

Seguirono nel tempo altre soluzioni alternative senza risultati degni di nota fino 1569, anno in cui Gerardo Kremer, detto Mercatore, pubblica una carta "ad usum navigantium" in cui usa una nuova proiezione, detta appunto di Mercatore: i paralleli e i meridiani risultano tra loro perpendicolari, praticamente proietta la sfera in un cilindro (proiezione cilindrica isogonica). Questa nuova proiezione possiede le due proprietà essenziali per la navigazione: la conservazione degli angoli e la rappresentazione rettilinea della lossodroma (rotta che taglia tutti i meridiani secondo lo stesso angolo).

Le prime cartografie mediterranee

Fu evidentemente la navigazione a richiedere una accurata descrizione dei mari e delle coste.

La più antica carta nautica finora conosciuta è la cosiddetta Carta Pisana, pergamena della fine del XIII secolo, anonima e di attribuzione incerta, probabilmente di autore genovese, conservata a Parigi. La carta rappresenta tutto il Mediterraneo, parte del Mar Nero e la costa atlantica dell'Europa sino alle Fiandre.

Le carte nautiche erano orientate generalmente a nord, mentre alcune, soprattutto quelle più antiche, mantenevano l'orientamento con il sud verso l'alto. A differenza delle altre carte, non avevano un reticolato di coordinate geografiche (meridiani e paralleli) ma presentavano delle linee di direzione, o linee dei venti che ricoprivano tutto il disegno. Queste linee avevano origine da una rosa dei venti posta al centro della carta e da altre 16 rose poste intorno che permettevano ai naviganti di tracciare le rotte di navigazione; nella rosa dei venti il nord era segnalato con un triangolo nero, rosso, o un giglio, spesso dorato, il levante era indicato con una croce, il ponente con una P, il sud con una O (ostro).

La tecnica di costruzione delle carte nautiche si basava su rilevazioni pratiche e sulla conoscenza approfondita dei naviganti delle zone da rappresentare. Basate sull'orientamento rilevato con la bussola, pur mancando di latitudine e longitudine, fornivano un disegno assai preciso dei mari noti e una ricostruzione delle coste che risultava molto vicina alla realtà, specialmente se confrontate con le altre carte del tempo.

L'espandersi dei commerci spinse gli uomini ad intraprendere viaggi sempre più lontani. L'uso delle carte nautiche del tempo permetteva una navigazione corretta solo all'interno del Mediterraneo o lungo le coste africane ma si rivelavano inadeguate per una navigazione in altri mari. I navigatori dovettero imparare l'uso di altri strumenti, oltre alla bussola, quali l'astrolabio e il quadrante; nacquero così le carte quadre, dotate di un reticolato con dimensioni uguali in latitudine e longitudine sovrapposto alle linee dei rombi. Questo tipo di carte, che consentiva di navigare in alto mare a latitudini non molto lontane dall'equatore, furono usate da Cristoforo Colombo durante i suoi viaggi.

Verso la fine del 1500 nelle carte nautiche vengono inserite doppie rose dei venti: le une indicanti il nord geografico, le altre il nord magnetico; in realtà il

fatto che il nord geografico non coincidesse con quello magnetico, segnato dall'ago di una bussola, era noto già nella metà del '400. Nel 1700, Halley redige la prima carta nautica in cui, oltre ai meridiani geografici compaiono le linee di uguale declinazione. Successivamente, nel 1757, viene redatta la carta magnetica della terra. Da allora ogni carta nautica riporta il valore della declinazione esistente in un certo anno ed una estrapolazione delle variazioni relative in anni successivi.

L'innovazione della proiezione Mercatore appare nelle carte solo dopo il 1600. Il primo atlante nautico composto interamente da carte in proiezione Mercatore, venne stampato nel 1646-1647 a Firenze (Robert Dudley). Quest'opera costituì un'importante svolta nella storia della cartografia e gettò le basi delle moderne tecniche di navigazione che impiegarono però ancora qualche tempo a svilupparsi e ad affermarsi.

Carte tematiche

Per ciò che riguarda le finalità della ricerca biologica è la cartografia tematica ad essere di importanza peculiare.

Infatti la cartografia tematica in mare, partendo da una base geografica, mette in evidenza l'andamento spaziale, qualitativo o quantitativo, di variabili di interesse biologico (presenza di biocenosi, di specie o di numero di individui per specie, ecc.) rappresentandole graficamente rispetto alla posizione geografica.

La cartografia tematica relativa all'ambiente marino nasce relativamente più tardi rispetto a quella terrestre. I motivi di questo sono da ricercare specialmente nelle difficoltà che un ambiente come quello marino presenta nel momento in cui si decide di investigarlo. Specie per le grandi profondità bisognerà attendere anni prima che i mezzi tecnici permettano di investigare tali ambienti; basti pensare che fino alla prima metà del 1800 si credeva che dopo i 500 m di profondità non esistessero forme di vita.

Sono le attività di pesca che permettono una esplorazione sistematica dei fondali e di far avanzare alcune conoscenze. Il loro estendersi gradualmente fino agli attuali quasi 1000 m di profondità raggiunti oggi dalle imbarcazioni di maggiori dimensioni con attività quali la pesca a strascico, consente di avere importanti informazioni su popolamenti così difficilmente raggiungibili ed osservabili.

La prima caratteristica del mare che viene riportata su delle carte nautiche è la profondità. Inizialmente queste indicazioni di profondità del fondo marino si trovano sempre vicino costa con il preciso scopo di aiutare i marinai durante la navigazione sotto costa, o durante l'avvicinamento agli approdi, segnalando eventuali secche o scogli pericolosi per le imbarcazioni. Già nel 1584 nell'atlante marittimo di Lucas Waghenaer, si trovano le prime indicazioni di profondità.

Per trovare altre caratteristiche del mare riportate su carte geografiche bisogna attendere più di un secolo.

Nel 1725 Marsili L. F. pubblica la Carte du golfe du Lion annessa alla sua opera Histoire phisyque de la mer. Quest'opera può essere considerata l'atto di nascita della moderna oceanografia (Montalenti, 1969). Infatti il Marsili, convinto che la terra sommersa fosse una continuazione di quella emersa, studia il mare e i suoi fondali come un ambiente naturale, analizzandone morfologia, movimenti (onde, correnti, maree), flora e fauna. Nelle sue carte del Golfo del Leone, il Marsili fece inoltre uso di curve di livello per segnare il passaggio da una

profondità all'altra, lungo la piattaforma continentale: fino ad allora, si conoscevano solo le misure di profondità prese vicino agli approdi.

Per lo sviluppo della cartografia relativa alla rappresentazione dei popolamenti presenti nel mare bisogna aspettare che gli studiosi comprendano l'importanza che l'ambiente fisico riveste nella distribuzione degli organismi marini.

Forbes (1843) è il primo che affronta lo studio del mare su questa base. Egli studia la distribuzione degli organismi nelle acque costiere analizzando le variazioni dei popolamenti in rapporto alla batimetria. È il primo a tentare una suddivisione del mare in "regioni" caratterizzate ognuna da una differente flora e fauna e dipendenti dalla profondità (4 "zone": litorale, circum-litorale, mediana, infra-mediana) e fornisce una mappa della distribuzione dei vari animali nei mari del mondo. In seguito altri autori hanno tentato varie suddivisioni considerando sempre la batimetria come un fattore determinante per la distribuzione degli organismi.

L'introduzione del concetto di biocenosi, ad opera di Moebius (1864), segna una svolta fondamentale nello studio dell'ecologia in quanto definisce le associazioni di specie quali entità stabili nel tempo e nello spazio in condizioni di equilibrio.

Il primo studioso che fornisce una carta bionomica dei fondali marini mediterranei è il francese Marion. Nel suo lavoro di "Topographie zoologique" del Golfo di Marsiglia (Marion, 1883) si trova una carta in cui vengono riportati i principali popolamenti che caratterizzano i fondali marini. Questo lavoro può essere considerato come il primo tentativo di rappresentare cartograficamente i popolamenti marini. Nel suo lavoro Marion fornisce una classificazione delle biocenosi piuttosto eterogenea, basata sia sull'inquinamento delle acque sia sulla natura del substrato, ma che fornisce in nuce una sorta di archetipo di quello che verrà poi codificato da Pérès e Picard nel Manuale di Bionomia Bentonica.

Con il passare degli anni il mare viene sempre più considerato, analogamente all'ambiente terrestre, uno spazio popolato da gruppi vegetali ed animali che rispondono a precise leggi. Cresce così l'interesse e la necessità di fornire carte in cui si riportano le caratteristiche dei popolamenti marini. Quando si comprende che lo studio delle comunità bentoniche non è solo una ricerca fine a se stessa ma rappresenta un'utile mezzo d'indagine ambientale (stima delle risorse, studi di impatto ambientale) diventa necessario fornire dei criteri di studio uniformi, così da poterli confrontare tra di loro e nel tempo.

In seguito al lavoro di Pérès e Picard (1964) in cui vengono definite le diverse biocenosi bentoniche che caratterizzano i fondali marini mediterranei, il lavoro di cartografia bionomica diventa meno soggettivo e le carte redatte in seguito possono essere confrontate tra di loro e possono fornire un valido contributo scientifico allo studio dell'ambiente marino.

Un altro lavoro importante è quello di Meinesz *et al.* (1983) in cui viene definita la simbologia da usare per indicare le singole biocenosi e facies. Da questo momento in poi fornire carte bionomiche dei fondali diventa un utile strumento di ricerca in quanto risponde ad una codifica metodologica riconosciuta a livello internazionale.

La scelta della scala condiziona notevolmente le modalità di restituzione, tanto per la capacità di rappresentazione del particolare, tanto per la codifica dei simboli da adottare.

Il lavoro di Meinesz *et al.* (1983) si ricollega alla codifica bionomica di Pérès e Picard anche se con alcune sostanziali modifiche e definisce una serie di simboli per le rappresentazioni cartografiche in scala uguale o inferiore a 1:5000.

Tecniche cartografiche

Prima di proseguire nel commento di quella che è stata l'evoluzione metodologica delle diverse tecniche cartografiche applicate alle ricerche biologiche in mare è però necessario soffermarci in maniera molto sintetica su alcuni punti base di carattere generale che possano essere di riferimento nella successiva analisi degli approcci di questi ultimi anni.

Ricordiamo ancora che i campi di applicazione attuali possono essere molto vari non limitandosi più, come è stato per lungo tempo, al solo ambito della rappresentazione di popolamenti animali e vegetali presenti sui fondali. Oggi cominciano ad avere un ruolo sempre più importante, ad esempio nella gestione ambientale e delle risorse, rappresentazioni quali quella della distribuzione delle produzioni primarie fitoplanctoniche o quella delle distribuzioni quali-quantitative delle risorse ittiche.

Quello di seguito riportato non è altro che uno schema orientativo per la definizione dei principali problemi da affrontare nell'impostazione di ricerche con uscite cartografiche.

A) *Disegno di campionamento*: così come i campioni per lo studio di popolazioni, biocenosi o quant'altro devono avere la capacità di rappresentazione dell'universo oggetto di studio, il campionamento per la cartografia necessita di accuratezza nella pianificazione in relazione alla successiva efficacia di rappresentazione delle variabili esaminate. La scelta della densità di campionamento oltre che delle modalità di individuazione del sito (random semplice o stratificato, disegno sistematico o clusterizzato, ecc.) sono funzione di molti fattori (metodica di campionamento, disponibilità economica, superficie da esplorare e scala di restituzione) che sempre devono essere tenuti in considerazione per ottenere un risultato corretto. Numerosi testi di geostatistica o più in generale di "ecologia spaziale" affrontano ormai a fondo la problematica permettendo di risolvere i più diversi problemi (Cocheran, 1977; Buttler *et al.*, 1986; Isaaks e Mohan Srivastava, 1989; Laurin e Thompson, 1992; Cressie, 1993; Maurer, 1994; Miller, 1994).

B) *Posizionamento*: l'individuazione sul campo dei punti in cui effettuare campioni o osservazioni è un altro aspetto cruciale della cartografia. Le recenti evoluzioni tecnologiche consentono ormai buona precisione a basso costo. Ma l'epoca dei posizionamenti "occhiometrici" ovvero del "mi sembra che più o meno siamo qui" non è terminata e purtroppo si vedono ancora molti lavori del tutto carenti sotto questo aspetto. Se fino a qualche anno fa il Loran C con le sue imprecisioni dell'ordine dei 200 m poteva essere accettato per certi lavori su grandi aree, oggi con il sistema di posizionamento satellitare GPS e ancor più il sistema differenziale di questo, si possono ottenere precisioni estreme. Altro problema che è spesso presente è la carenza o l'inadeguatezza di carte base su cui effettuare tanto i posizionamenti quanto le restituzioni. Rilievi su un'area di 100 metri quadri eseguiti con la massima accuratezza GPS ma restituiti su una carta 1:200.000 o, ancor peggio, su un ingrandimento di questa non possono produrre altro che dati grossolani. Le basi cartografiche digitalizzate consentono oggi di superare queste difficoltà.

C) *Campionamento*: esistono numerose metodiche di raccolta dati in relazione alle finalità delle ricerche con applicazioni di tipo cartografico, e per ciascuna è

disponibile una articolata letteratura che non è qui possibile commentare. Tra le più comuni possiamo ricordare la teledezione satellitare (Belsher, 1987; Belsher *et al.*, 1985, 1988), la fotografia aerea (Lefévre *et al.*, 1984; Ferguson e Wood, 1990; Paillard *et al.*, 1993), il Side Scan Sonar (Gloux, 1984; Rey e Diaz del Rio, 1989; Paillard *et al.*, 1993), l'immersione subacquea (Ramos-Espla, 1984; Cinelli *et al.*, 1987), le telecamere filoguidate o trainate (Ardizzone, 1992; Ardizzone e Belluscio, 1996), le reti a strascico (Relini, 1998; Relini e Piccinetti, 1996).
Meinesz *et al.* (1981), Bianchi e Peirano (1995) e Arata e Diviacco (1989) sintetizzano in maniera efficace tutte le principali metodiche per la cartografia di fanerogame marine in Mediterraneo.
Ognuna di queste metodiche ha una sua strategia di campionamento e pertanto il disegno di campionamento sopra commentato deve essere calibrato sulla specifica attività prevista.

D) *Restituzione*: ogni dato ottenuto dal campionamento necessita di una *elaborazione* in quanto non è immediatamente restituibile cartograficamente. Le elaborazioni possono spaziare attraverso tutto lo scibile della statistica ma, essenzialmente, devono interpolare il dato osservato generando dei poligoni di distribuzione. La più primitiva delle interpolazioni è quella di tipo manuale (ad esempio unendo punti aventi valori uguali) ma normalmente si impiegano cluster analysis, analisi multivariate, curve di isoaffinità, Kriging, ecc. Una volta ottenute delle superfici, come risultato dell'elaborazione, queste possono essere restituite su carta. Questo passaggio deve essere fatto in un ambito georeferenziato, ovvero ogni punto di tali superfici deve essere referenziato per ciò che riguarda il suo posizionamento nello spazio e la cartografia di base su cui saranno restituiti i dati dovrà avere sistemi di riferimento (ellissoide, sistema geodetico, proiezione, modalità di misura di latitudine e longitudine) coerenti con il posizionamento dei dati stessi.

Va sottolineato come, in assenza di una corretta impostazione metodologica relativa a ciascuno dei quattro punti sopra citati, i risultati ottenuti non possono essere considerati di tipo "cartografico".

È utile sottolineare, infatti, come sia spesso difficile tracciare un netto confine tra ciò che è cartografia e ciò che è semplicemente una rappresentazione schematica (disegno) di un area all'interno della quale si affronta un problema biologico, osservando il solo prodotto finale.

Ad esempio è cartografia la rappresentazione della distribuzione di una prateria di Posidonia ma, se questa rappresentazione avviene senza i corretti riferimenti al posizionamento geografico, senza un corretto disegno di campionamento, e senza un'adeguata interpolazione dei dati per la loro restituzione, l'attendibilità del prodotto cartografico viene a perdersi. Così purtroppo, se vengono analizzati in dettaglio, molti lavori hanno carenze su uno o l'altro dei quattro punti citati. Se questo, andando a ritroso nel tempo, può essere perdonato in una fase pionieristica della ricerca biologica marina, non può più esserlo oggi e quindi il rigore metodologico, per chiunque voglia utilizzare il mezzo cartografico come strumento di elaborazione e restituzione dati, deve in questo campo essere assoluto.

I sistemi informativi geografici (G.I.S)

Il mondo della gestione dell'informazione geografica per mezzo di sistemi hardware e software ha senza dubbio generato una importantissima rivoluzione nelle metodiche cartografiche.

Il Geografic Information System (GIS), come è chiamata tale complessa branca dell'informatica, è stato considerato il maggior agente di mutamento nella capacità di gestione delle conoscenze geografiche dopo il Rinascimento (Dobson, 1993).

La potenza del GIS risiede nella sua capacità di gestire grandi quantità di dati spaziali e di essere in grado di analizzare le possibili relazioni spaziali fra questi dati. Questo aumenta il numero di variabili che possono essere utilizzate e l'estensione spaziale in cui una analisi può essere condotta. Il GIS è quindi non solo rappresentazione ma analisi geografica mediante computer in grado di intervenire in complessi problemi spaziali attraverso la modellazione (modelling) dello spazio e dei processi geografici (Nellis, 1993).

È inoltre un "sistema" in quanto metodologicamente prevede una serie di passaggi che automaticamente includono i punti sopra citati e considerati basilari per ottenere un prodotto cartografico. Ad esempio la georeferenziazione è rigidamente mantenuta in tutti i suoi passaggi.

Un frequente tentativo di chiarimento di come un sistema GIS funzioni viene da esemplificazioni in cui alcuni livelli di informazione su base geografica (morfologia del territorio, caratteristiche climatiche, distribuzione di specie, ecc.) siano visti quali strati sovrapponibili e tra loro potenzialmente interagenti. Questi saranno successivamente in grado, attraverso specifiche elaborazioni, di produrre uscite originali risultanti da interazioni complesse e non da semplici sovrapposizioni.

Molti testi di base di cartografia contengono ormai elementi introduttivi al GIS (ad esempio in italiano vedi Lodovisi e Torresani, 1996) ma molto ampia è anche la letteratura specifica con applicazioni interessanti anche in campo biologico marino.

Le applicazioni in Mediterraneo

È assai arduo passare in rassegna tutti i lavori biologici che, direttamente o indirettamente, hanno utilizzato la cartografia nell'area mediterranea. Per alleggerirsi subito da questa incombenza, è necessario sottolineare che non è questo lo scopo del paragrafo e che i lavori di seguito commentati sono stati scelti in quanto hanno contribuito a produrre una innovazione nel settore, ovvero qualora sia stato complesso individuare la paternità di una nuova metodica, semplicemente la illustrino chiaramente.

La prima carta biocenotica dei fondali marini del Mediterraneo è come precedentemente citato, quella del Golfo di Marsiglia redatta da Marion (1883). Viene costruita sulla base delle informazioni ricavate da campionamenti puntiformi di benthos mediante dragaggi ed evidenzia la presenza di praterie di Posidonia, Coralligeno, fondi mobili ed altro. Si tratta di un documento storico di grande importanza nella sua originalità in quanto apre il grande campo di indagini cartografiche che nel secolo successivo tanta importanza hanno avuto nel Mediterraneo.

Altro lavoro importante e pioneristico di fine Ottocento è quello di Pruvot (1897) sui fondali del Golfo del Leone confrontati con quelli della Manica. Vengono

individuate e cartografate praterie di Posidonia, fondi rocciosi, Coralligeno, sabbia e fango. Viene anche proposta una schematica divisione bionomica.

Non vi è dubbio che l'interesse di questi lavori va ben oltre la metodica applicata e i conseguenti limiti dei mezzi tecnici impiegati. La fase pionieristica in cui devono essere inseriti autorizza approssimazioni e grossolanità di approccio rispetto all'importanza dell'innovazione metodologica apportata.

Il primo che utilizza informazioni raccolte durante campionamenti sperimentali con reti a strascico per produrre cartografie di fondi mobili è probabilmente Le Danois (1925) nelle coste Tunisine.

Pochi altri sono i contributi significativi nella prima metà del XX secolo.

Una vera innovazione, tanto in campo metodologico, tanto nell'acquisizione di conoscenze dei fondali, si ha soltanto a partire dall'inizio degli anni '50.

L'inquadramento della Bionomia bentonica ad opera di Pérès e Picard, la messa a punto di sistemi di immersione con autorespiratore e la sperimentazione dei primi sonar laterali ad alta frequenza (Cuvelier, 1976) aprono la strada a nuove importanti esplorazioni dei fondali e conseguentemente alla loro descrizione anche su base cartografica.

In un arco di pochi anni, tra il 1950 e il 1960, in numerose aree del mediterraneo, Francia, Italia, Tunisia, nascono studi sulle distribuzioni delle biocenosi bentoniche con riferimenti di tipo cartografico (Molinier, 1955, 1956, 1962; Molinier e Picard, 1954; Tortonese, 1958; Parenzan, 1962; Gamulin Brida e Karaman, 1968).

Nel 1951 Pérès e Picard (1952) presentano una carta dei fondali, sempre del Golfo di Marsiglia, in cui riportano le principali biocenosi dopo aver effettuato prelievi di benthos con diversi metodi: dragaggi, immersioni con scafandro, sciabica. Nel loro lavoro puntualizzano l'approssimazione di tale carta dovuta specialmente al posizionamento dei punti di campionamento effettuato per allineamento.

Ma è interessante considerare come il Golfo di Marsiglia dopo aver acquistato con Marion il primato di prima area del Mediterraneo ad essere cartografata per ciò che attiene ai popolamenti bentonici, diviene, per oltre un secolo, la sede di studi bentonici con applicazioni cartografiche. È un caso unico di applicazioni di tecniche cartografiche che vanno evolvendo nel tempo e allo stesso tempo di monitoraggio delle caratteristiche dei popolamenti bentonici presenti! (Massè, 1962; Harmelin e True, 1964; Picard, 1965; Bellan *et al.*, 1975; Pergent-Martini e Pergent, 1990).

Nell'ambito di questi studi cominciano ad essere messe a punto nuove e più corrette metodiche come l'uso di transetti al posto di singoli punti di campionamento, l'uso di foto aeree, osservazioni e campionamenti diretti in immersione con autorespiratori.

Augier e Boudouresque (1967) producono una cartografia dettagliata delle biocenosi marine della baia di Palu. Gli autori utilizzano foto aeree e le interpretano grazie a immersioni di sub con autorespiratori o in apnea.

Gli stessi autori in seguito lavoreranno molto nel Parco Marino di Porto Cros utilizzando la cartografia come metodo di controllo ambientale in aree sottoposte a vincoli di conservazione. (Augier e Boudouresque, 1970, 1975).

Ed è proprio tra gli anni '60 e '70 che la cartografia biologica in mare inizia ad essere utilizzata come strumento di gestione (Molinier e Molinier, 1971).

Negli anni '60 il comandante N. Fusco realizza, su incarico del Ministero della Marina Mercantile, numerose "carte del fondo del mare" (principalmente in Liguria,

Toscana e Lazio) finalizzate alle attività di pesca ma con importanti informazioni (in molti casi le prime in assoluto) sulle caratteristiche biologiche dei fondali con particolare riferimento alle praterie di Posidonia.

Astier (1975) produce una cartografia dei fondi marini della regione di Tolone avvalendosi sia di dati ricavati da transetti percorsi da sub, sia da foto aeree.

In questi anni i sistemi di indagine diventano sempre più numerosi e tra di loro complementari. Tra i più importanti in quanto ad innovazione nelle capacità di fornire informazioni sui fondali sono il Sonar laterale e le videocamere.

Bolognari nel 1968 presenta un apparato televisivo per l'osservazione diretta del fondo del mare.

Cuvelier nel 1976 propone il Sonar a Scansione Laterale ad alta frequenza (Side Scan Sonar) per lo studio delle praterie di Posidonia e la loro cartografia.

Per la mappatura del limite inferiore di una prateria di *Posidonia oceanica* Meinesz e Laurent (1978) utilizzano un piccolo sommergibile con tre persone a bordo, supportato in superficie da una nave il cui posizionamento viene stabilito mediante Range Positioning System. Questo sistema comprende due basi a terra e una ricetrasmittente collocata sulla nave, la precisione di questo metodo è inferiore ai 15 metri. Si avvalgono inoltre di un Sonar con cui distinguono la presenza di Posidonia da un fondale fango-sabbioso.

Meinesz *et al.* (1981) per la vegetazione del piano infralitorale e circalitorale sottolineano la necessità dello sviluppo di più metodi complementari. Sintetizzano quindi tutte le tecniche applicate alla mappatura delle Fanerogame marine mediterranee. Sottolineano l'importanza della tecnica del "balisage" per seguire le variazioni nel tempo delle praterie.

Colantoni *et al.* (1982) realizzano la cartografia delle praterie di Posidonia dell'isola di Ischia utilizzando più tecniche complementari tra cui il Side Scan Sonar.

Dal 1983 i problemi di posizionamento migliorano notevolmente con l'inizio delle tecniche satellitari (GPS) per uso civile.

Lefevre *et al.* (1984) approfondiscono il problema delle fotografie aeree per una ottimizzazione delle riprese delle vedute dei fondi sottomarini (metodologia da impiegare per la cartografia del limite superiore delle praterie).

Anche le tecniche delle riprese video in immersione hanno un notevole sviluppo con la messa a punto di veicoli subacquei filoguidati (ROV) in grado di trasportare videocamere e riprendere immagini del fondale. Ardizzone e Pelusi (1984) propongono la tecnologia ROV (Pluto) per il survey rapido delle praterie di Posidonia. Negli anni successivi viene messa a punto una strategia di campionamento mediante videocamere per ottenere corrette restituzioni (Ardizzone, 1992).

Meinesz (1990) riepiloga le principali tecniche per la cartografia dei fondali marini. Suggerisce per una caratterizzazione dei popolamenti vegetali dei fondi l'impiego di ROV su una serie di punti mentre per le maggiori profondità l'uso di draga o benna. Suggerisce la fotografia aerea e il sonar laterale per ottenere una visione d'insieme in poco tempo di grandi superfici, l'uso dei cavi piombati con transetti radiali o paralleli per osservazioni di dettaglio in immersione. Evidenzia inoltre i limiti del sonar laterale in fondali a forte declività. Esprime infine dubbi sull'applicazione della teledetezione satellitare.

In effetti l'impiego di immagini Spot (Belsher *et al.*, 1985, 1988) ha delle notevoli limitazioni dovute ad una penetrazione non superiore ai 12 metri di profondità e ad una definizione piuttosto grossolana. Leggermente migliori le cose

con le immagini Landasat che sono state utilizzate per studi in mare ma sempre a bassa profondità (Ahamad e Neil, 1994).

Il GIS, Geographical Information System nasce intorno l'inizio degli anni '80, parallelamente ad alcune importanti innovazioni nel campo del trattamento dei dati spaziali su base statistica.

Scardi *et al.* (1989), applicano ad esempio il kriging alla cartografia di praterie di Posidonia entrando così nella descrizione strutturale oltre che di confini delle stesse, facilitando quindi l'interpretazione biologica dei dati cartografici.

Gli approcci cartografici in mare di questi ultimi dieci anni diventano così sempre più articolati e complessi: da una parte metodi di rilevamento diversi e tra loro complementari utilizzati contemporaneamente per avere il miglior dettaglio a diverse scale (ad esempio Side Scan Sonar, ROV con immagini video, draghe e benne, immersioni dirette), dall'altra restituzioni che non sono più il semplice posizionamento delle informazioni raccolte ma passano attraverso elaborazione, a volte complesse, di tipo geostatistico.

Ad esempio Somaschini *et al.* (1998) effettuano una caratterizzazione biocenotica di fondi molli liguri con un approccio misto: campionamenti di benthos con draga e videoimmagini ottenute da una telecamera filoguidata, analisi dei dati con clusterizzazione (Twinspan) e restituzione finale con tecniche GIS.

Le informazioni che si raccolgono sui fondali mediterranei ed in particolare lungo le coste italiane coprono progressivamente tutte le regioni e importanti progetti di cartografia sono attualmente in fase di avvio come la cartografia delle praterie di Posidonia della Sardegna e della Sicilia.

Ricordiamo alcuni dei lavori pubblicati in questi ultimi anni come la carta delle biocenosi bentoniche delle coste pugliesi (Bianchi e Morri, 1989), la mappatura delle praterie di Posidonia delle isole minori dell'Arcipelago Toscano (Cinelli *et al.*, 1995), la carta bionomica dei mari toscani (Bianchi *et al.*, 1995), l'Atlante delle Fanerogame marine della Liguria (Bianchi e Peirano, 1995), le carte delle praterie di Posidonia del Lazio (Ardizzone, *et al.*, 1996), la carta geomorfologica e bionomica di Tavolara (Navone *et al.*, 1992) e molti altri ancora, in particolare nelle zone previste quali riserve marine.

Ma non è soltanto alle caratteristiche dei popolamenti bentonici che si deve far riferimento per ciò che concerne la cartografia biologica in mare. Particolarmente in questi ultimi venti anni, con la crescita di finanziamenti finalizzati al monitoraggio delle risorse biologiche legate alle attività di pesca, si sono parallelamente raccolti dati su base geografica della distribuzione ed abbondanza delle principali specie oggetto di pesca.

In particolare le campagne sperimentali di pesca a strascico svolte dal 1984 in tutte le coste italiane (Relini e Piccinetti, 1996) hanno consentito e consentono ancora l'acquisizione negli anni di dati elaborabili su base spaziale.

Soltanto la recente disponibilità di tecniche di geostatistica e di metodiche GIS ha consentito una adeguata utilizzazione di questa grande mole di dati. Infatti, i primi tentativi di restituzione su base cartografica di tali informazioni (UU.OO. Valutazione risorse demersali, 1990) in assenza di un adeguato trattamento dei dati fornivano un risultato poco significativo.

L'applicazione di tecniche geostatistiche consentiva una importante restituzione spaziale e temporale delle principali dieci specie italiane con rappresentazioni di aree di concentrazione di giovanili (Ardizzone e Corsi, 1997; Ardizzone *et al.*, 1999; Corsi e Ardizzone, 1997; Lembo *et al.*, 1998).

Il futuro è probabilmente proiettato in questo campo verso la realizzazione di modelli di dinamica di popolazione che permettano di gestire le risorse su base spaziale oltre che temporale, utilizzando serie di dati raccolti sperimentalmente ed elaborati in ambiente GIS con algoritmi specifici che cominciano ad essere sviluppati (Corsi *et al.*, in stampa).

Anche in questi esempi di applicazioni a risorse ittiche, la potenzialità e la correttezza dello strumento cartografico sono legate alla distribuzione su un piano delle specie oggetto di studio, o su un volume facilmente riportabile ad un piano, come nel caso delle specie demersali. Infatti queste, trascorrendo la loro esistenza in vicinanza del fondale, vengono campionate con attrezzi che campionano radenti al fondale (reti a strascico) e la loro rappresentazione cartografica in uno spazio bidimensionale è quindi sicuramente corretta.

I problemi nascono là dove la distribuzione degli organismi si estende a parte o a tutta la colonna d'acqua. In questo caso la rappresentazione dovrebbe essere di tipo tridimensionale e quindi la cartografia tradizionale diviene di scarsa efficacia.

È questo il caso delle specie ittiche pelagiche, ma ancora di più di tutto il mondo planctonico in cui soltanto attraverso l'uso di arbitrari valori integrati di tutta la colonna d'acqua è possibile rappresentare un valore numerico relativo ad un piano.

Questo può andare ancora bene per i calcoli di produzione primaria superficiale, di cui esistono numerose applicazioni, è gia più discutibile per il fitoplancton, e poco valido in assoluto per lo studio dello zooplancton.

Infatti, integrare i valori della colonna d'acqua più superficiale (0-50 m), per ciò che riguarda il fitoplancton, consente poi elaborazioni interessanti, quali i calcoli integrati di curve di isodensità, mentre meno efficace è un simile trattamento per lo zooplancton la cui distribuzione verticale è sicuramente più complessa e meno facilmente esprimibile in uno spazio bidimensionale.

Conclusioni

Questo lavoro non voleva e non poteva essere altro che una introduzione al tema per tutti coloro, e in particolare i giovani, che sono interessati all'uso dello strumento cartografico.

Più che conclusioni quindi, quelle che si vogliono qui cercare di fornire sono delle considerazioni sulle opportunità che la cartografia è in grado di fornire ma anche sul rigore che è necessario, spesso in contrasto con le apparenze, per ottenere un risultato corretto.

È fuor di dubbio il fatto che i progressi nel campo della raccolta di dati in ambiente marino e le potenzialità di elaborazione degli stessi su base informatica hanno fatto nascere e crescere con grande rapidità il settore negli ultimi cinquanta anni. Ma siamo probabilmente all'inizio della utilizzazione di strumenti che diverranno sempre più familiari con le nostre attività di ricerca.

Il GIS è infatti allo stesso tempo strumento cartografico e mezzo di gestione dell'informazione e in questo risiede probabilmente la grande innovazione: banca dati e capacità di rappresentazione degli stessi sintetizzano una necessità fondamentale in molti campi della ricerca.

Ma è il concetto stesso di cartografia che cambia rapidissimamente: abbiamo appena detto che una delle grandi limitazioni è quella della rappresentazione su un piano, e quindi in uno spazio bidimensionale, di fenomeni tridimensionali

quando in realtà questa limitazione è già superata. È infatti possibile gestire dati raccolti in uno spazio tridimensionale consentendo addirittura di ruotare l'asse e il punto di vista dell'osservatore, naturalmente restituendoli non più su carta stampata ma su monitor.

Ricadute ancora più importanti deriveranno dalla potenzialità di gestione di enormi quantità di dati con capacità di elaborazione in tempi brevissimi. Questo aprirà la strada a numerose forme di monitoraggio e controllo dell'ambiente marino, fondamentali nell'ottica della conservazione e della gestione delle risorse naturali.

Qualunque sarà in futuro l'evoluzione tecnologica delle metodiche cartografiche, la correttezza di alcuni punti cardine di tutto il sistema dovrà essere sempre rispettata. *Disegno di campionamento, posizionamento, modalità di campionamento, elaborazione e restituzione*, rimangono sempre gli elementi caratterizzanti della qualità del dato finale e un errore di impostazione in uno di questi punti porterà inevitabilmente una alterazione dei risultati finali, tra l'altro spesso non facilmente identificabile.

Concludendo quindi con una massima lapalissiana: meglio spendere un po' di tempo in più su questi aspetti e trascurare i fatti estetici della grafica finale piuttosto che curare la grafica dimenticando di valutare la qualità del dato utilizzato...

Ringraziamenti

Desidero ringraziare la dott.ssa Luisa Nicoletti per l'aiuto fornito nella raccolta delle informazioni storiche.

Bibliografia

AHAMAD W., NEIL D.T. (1994) – An evaluation of Landsat Thematic Mapper (TM) digital data fo discriminating coral reef zonation: Heron Reef (GBR). *Int. J. Remote Sensing*, **13**: 2583-2597.

ARATA P., DIVIACCO G. (1989) – Importanza delle prateria di *Posidonia oceanica* nel sistema marino costiero e degli interventi per la loro salvaguardia. *Acqua Aria*, **5**: 555-571

ARDIZZONE G.D. (1992) - Cartografia bentonica con sistemi video controllati a distanza. *Oebalia*, **17** (Suppl): 441-452.

ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A. (1996) – Le praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste laziali. In: *Il Mare del Lazio*, Università di Roma "la Sapienza" - Regione Lazio: 194-217.

ARDIZZONE G.D., CORSI F. (eds.) (1997) - Atlante delle risorse ittiche demersali dei mari italiani. Atlas of Italian Demersal Fishery resources. Trawl surveys 1985-1987. *Biol. Mar. Medit.* **4** (2): 568 pp.

ARDIZZONE G.D., CORSI F., AGNESI S. (eds), (1999) – Atlante delle Risorse Ittiche Demersali Italiane. Triennio 1994-1996. *Ministero per le Politiche Agricole*, Roma. 1 CDROM.

ARDIZZONE G.D., LA MONICA G.B., RAFFI R. (1996) – Carta della distribuzione dei sedimenti e delle praterie di *Posidonia oceanica.* Lazio settentrionale, centrale e meridionale. In: *Il Mare del Lazio*, Università di Roma "la Sapienza" – Regione Lazio.

ARDIZZONE G.D., PELUSI P. (1984) - Yield and damage evaluation of bottom trawling on *Posidonia* meadows. In: Boudoresque C.F., Jeudy de Grissac A.E., Olivier J. (eds), *International workshop on* Posidonia oceanica *beds*, GIS Posidonie, Marseille, 1: 63-72.

ASTIER J.M. (1975) – Cartographie des fonds marins de la région de toulon par le groupe ECOMAR. *Ann. Soc. Sci. nat. Archéol. Toulon*, **24**: 97-103.

AUGIER H., BOUDORESQUE C.F. (1967) - Végétation marine de l'ile de Port-Cros (Parc National). I. La baie de la Palu. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, **27**: 93-124.

AUGIER H., BOUDORESQUE C.F. (1970) - Végétation marine de l'ile de Port-Cros (Parc National). V. La baie de Port-Man et le probléme de la régression de l'herbier de Posidonies. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, **30**: 145-164.

AUGIER H., BOUDORESQUE C.F. (1975) - Dix ans de recherches dans la zone marine du Parc National de Port-cros (France). Troisième partie. *Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. Toulon Var*, **27**: 133-170.

BELLAN G., KAIM-MALKA R., PICARD J. (1975) - Evolution récentes des différentes auréoles de pollution marine des substrats meubles liées au grand collecteur de Marseille-Cortiou. *Bull. Ecol., Fr.*, **6** (2): 57-66.

BELSHER T. (1987) – Apport du satellite SPOT à la cartographie qualitative et quantitative des végétaux marins de la Manche, de l'Atlantique nord, de la Méditerranée occidentale et du Pacifique sud. *Colloque SPOT 1. Utilisation des images, bilan, rèsultats. Paris, novembre 1987. Ed. Cepadues, Toulouse*: 1105-1114.

BELSHER T., MEINESZ A., LEFEVRE J.R., BOUDOURESQUE C.F. (1985) – Etude thématique des simulations SPOT 1980 et 1982 : les peuplements végétaux marins immergés. In: Bernier A., Lessard B., Gagnon C. (eds), *Télédétection en gestion des ressources: l'aspect opérationnel,* Ass. Québec. Télédétection, Quebec, Canada, 5: 399-407.

BELSHER T., MEINESZ A., LEFÈVRE J.R., BOUDOURESQUE C.F (1988) - Simulation of SPOT satellite imagery for charting shallow-water benthic communities in the Mediterranean. *PSZN I: Mar. Ecol.*, **9** (2): 157-165.

BIANCHI C.N., MORRI C. (1989) - Carta delle maggiori biocenosi marine bentiche delle coste pugliesi. Allegata a: *Thalassia Salentina,* **18.**

BIANCHI C.N., PEIRANO A. (1995) – *Atlante delle fanerogame marine della Liguria.* Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa. ENEA-CRAM S. Teresa, La Spezia: 146 pp.

BIANCHI C.N., CINELLI F., MORRI C. (1995) - La carta bionomica dei mari toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, **2** (Suppl.): 253-270.

BOLOGNARI A. (1968) – Lo studio del fondo marino mediante la televisione a circuito chiuso. *Boll. Zool.*, **35**: 344.

BUTLER M.J.A., LE BLANC C., BELBIN J.A., MAC NEIL J.L. (1986) - Marine resources mapping: an introductory manual. *FAO Fisheries Technical Paper*, **274**: 256 pp.

CINELLI F., PARDI G., PAPI I., BENEDETTI-CECCHI L. (1995) - Mappatura delle praterie a *Posidonia oceanica* (L.) DELILE intorno alle isole minori dell'Arcipelago Toscano. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, **2** (Suppl.): 93-104.

CINELLI F., SALGHETTI-DRIOLI U., PARDI G., DELLA PIETÀ F. (1987) – Situazione di un'area costiera a *Posidonia oceanica* (L.) Delile di Rosignano Solvay (Mar Ligure). In: *Atti del 7° Congresso dell'associazione Italiana di Oceanografia e Limnologia, AIOL,* Trieste: 503-509.

COCHRAN W.G. (1977) - *Sampling techniques*. Wiley (ed), New York.

COLANTONI P., GALLIGNANI P., FRESI E., CINELLI F. (1982) – Patterns of *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds around Island of Ischia (Gulf of Naples) and in adjacent waters. *PSZN I: Mar. Ecol.*, **3** (1): 53-74.

CORSI F., AGNESI S., ARDIZZONE G.D. (in stampa) – Integrating G.I.S. and Surplus Models: a new approach for spatial assessment of demersal resources. *Proceedings of the 1th International Symposium on G.I.S. in Fishery Science. 2-4 March 1999. Seattle, Washington.*

CORSI F., ARDIZZONE G.D. (1997) - Individuazione statistica di aree di concentrazione di stadi giovanili di specie ittiche. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 217-222.

CRESSIE N.A.C. (1993) – *Statistics for spatial data*. John Wiley & Sons (ed) New York.

CUVELIER M. (1976) - Surveillance en temps réels de l'évolution des herbiers: nouvelle méthode de recensement des herbiers par cartographie au sonar latéral. 3éme journée d'étude des pollutions. *Rapp. Comm. Int. Expl. Mer medit.*, 191-193.

DOBSON J.E. (1993) – The geographic revolution: a retrospective on the age of automated geography. *The professional geographer, 45* (4): 431-439.

FERGUSON R.L., WOOD L.L. (1990) – Mapping submerged aquatic vegetation in North Carolina with conventional aerial photography. In: Kiraly S.J., Cross F.A., Buffington J.D. (eds), *Federal coastal wetland mapping programs*, Biological Report, 90 (18): 125-133.

FORBES E. (1843) – Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean Sea and on their distribution considered as bearing on Geology. *Report of the British Association for the advancement of Science.*

GAMULIN-BRIDA H., KARAMAN G. (1968) – Contribution aux recherches des biocénoses benthiques de l'Adriatique mèridionale. Quelques particularités des biocènoses du golfe Bokakotorska. *Rapp. P. V. Réun. Commiss. Internation. Explor. Sci. Mer médit.,* **19** (2): 79-81.

GLOUX B. (1984) - Méthodes acoustiques et informatiques appliquées à la cartographie rapide et détaillées des herbiers. In: Boudorésque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *International workshop on* Posidonia oceanica *beds*, GIS Posidonie, Marseille, 1: 45-48.

HARMELIN J.G., TRUE M.A. (1964) - Délimitation cartographique de l'extension actuelle des herbiers de Posidonia oceanica (Delile) dans le golfe de Marseille. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume,* **34** (50): 157-160.

ISAAKS E.H., MOHAN SRIVASTAVA R. (1989) – *Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York: 561 pp.

LAURIN R., THOMSON D. (1992) – *Fundamental of spatial information system.* The APIC series. Accademic Press. London.

LE DANOIS E. (1925) - Recherches sur les fonds chalutables des cotes de Tunisie. (croisière du chalutier "Tanche" en 1924). *Ann. Stn. Océanogr. Salambo,* **1**: 1-56.

LEFÈVRE J.R., MEINESZ A., GLOUX B. (1984) – Optimisation de la technique de la photographie aérienne pour la cartographie des herbiers de posidonies. In: Boudoresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *International workshop on* Posidonia oceanica *beds*, GIS Posidonie, Marseille, 1: 49-55.

LEMBO G., SPEDICATO M.T., SILECCHIA T., D'AGOSTINO V. (1998) – Distribution of nursery areas of *Merluccius merluccius* obtained by geostatistical techniques. *Cah. Option Mediterr.,* **35**: 147-154.

LUDOVISI A., TORRESANI S. (1996) - *Storia della cartografia.* Pàtron editore Bologna: 404 pp.

MARION A.F. (1883) – Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille,* **1**: 6-108.

MAURER B.A. (1994) - *Geographic population Analysis: Tools for the analysis of Biodiversity. Methods in Ecology and Coservation Biology.* Blackwell Scientific Publications. Oxford.

MASSE H. (1962) - Cartographie bionomique de quelques fonds meubles de la partie sud-orientale du golfe de Marseille. *Rec. Trav. Stn. mar. Endoume,* Fr., **27** (42): 221-259.

MEINESZ A. (1990) - Technique de cartographie et de surveillance des herbiers à Posidonia oceanica dans le réserves marines des cotes francaises de la Méditerranée. In: Cossu A., Gazale V., Milella I. (eds), *Parchi marini del Mediterraneo. Aspetti naturalistici e gestionali*, Chiarella, Sassari: 235-245.

MEINESZ A., CUVELIER M., LAURENT R. (1981) - Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de phanérogames marines. Leurs applications sur le cotes francaises de la Méditerranée. *Vie Milieu,* **31** (1): 27-34.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) – Normalisation des symboles pour la rèpresentation et la cartographie des biocénoses bentiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr.,* **59** (2): 155-172.

MEINESZ A., LAURENT R. (1978) - Cartographie et ètat de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica dans les Alpes-Maritimes (France) - Campagne Poseidon 1976. *Botanica marina*, **21**: 513-526.

MILLER R.I. (Ed.) (1994) – *Mapping the diversity of Nature*. Chapman & Hall. London.

MOEBIUS K. (1864) – The oyster and oyster culture. *Rept. U.S. Fisch. Comm. 1880*, t.8.

MOLINIER R. (1955) – Apercu de bionomie marine sur les côtes septentrionales de la Sardaigne. *Bull. Stn. Aquicult. Pêche Castiglione*, **7**: 373-400.

MOLINIER R. (1956) - Apercu bionomique préliminaire sur les peuplements marins du golfe de Saint-Florent (Corse). *Bull. Centre Et. Sous-mar. Fr.*, **4**: 1-8.

MOLINIER R. (1962) - Notice explicative de la carte des groupements végétaux terrestres et des biocénoses et biotopes marins du Cap Corse. *Inst. Géog. Nat. Impr., Paris*: 10 pp.

MOLINIER R., MOLINIER R. (1971) - La cartographie écologique au service de l'aménagement du territoire. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, **31**: 77-84.

MOLINIER R., PICARD J. (1954) - Elements de bionomie marine sur le cotes de Tunisie. *Ann. Stn. océanogr. Salambo*, **48**: 3-47.

MONTALENTI G. (1969) – La biologia marina in Italia ieri e oggi. *Pubbl. Staz. Zool.* Napoli, **37** (Suppl.): 5-15.

NAVONE A., BIANCHI C.N., ORRÙ P., ULZEGA A. (1992) – Saggio di cartografia geomorfologica e bionomica nel Parco Marino di Tavolara – Capo Coda Cavallo. *Oebalia*, **17** (Suppl. 2): 469-478.

NELLIS M.D. (1993) – Commentary on a rationale for the National Center for Geographic Information And Analysis. *The Professional Geographer*, **45** (2): 220-222.

PAILLARD M., GRAVEZ V., CLABAUT P., WALKER P., BLANC J.J., BOUDORESQUE C.F., BELSHER T., URSCHELER F., POYDENOT F., SINNASSAMY J.M., AUGRIS C., PEYRONNET J.P., KESSLER M., AUGUSTIN J.M., LE DREZEN E., PRUDHOMME C., RAILLARD J.M., PERGENT G., HOAREAU A., CHARBONEL E. (1993) – Cartographie de l'herbier de Posidonie et des fonds marins environnants de Toulon à Hyères (Var-France). Reconnaissance par sonar latéral et photographie aérienne. Notice de présentation. *IFREMER & GIS Posidonie Publ., Marseille (France)*: 1-36 (+ 3 carte).

PARENZAN P. (1962) – Prime notizie sulle biocenosi bentoniche del Mar Grande di Taranto. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **32** (Suppl.): 123-132.

PERGENT-MARTINI C., PERGENT G. (1990) – Suivi de l'evolution de l'herbier à *Posidonia oceanica* après la mise en service de la station d'épuration de Marseille. *Contrat Ville de Marseille-Univ. Aix-Marseille II. LBMEB et GIS Posidonie publ., Marseille*: 1-58.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1952) - Répartition sommaire des biotopes marins du golfe de Marseille. *Vie Milieu*, Fr., **2** (Suppl.): 200-207.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) – Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume, Fr.*, **31** (47): 1-137.

PICARD J. (1965) – *Recherches qualitatives sur les biocènoses marines des substrats meubles dragables de la région marsellaise*. Thèse Doctorat Etat, Univ. Aix-Marseille: 160 pp.

PRUVOT G. (1897) - Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale (cotes de Bretagne) comparés à ceux du golfe du Lion. *Arch. Zool. exp. Gén., Fr.*, **3** (5): 510-664.

RAMOS-ESPLA A.A. (1984) - Cartografia de la pradera superficial de *Posidonia oceanica* en la bahia de Alicante (SE Espana). In: Boudoresque C.F., Jeudy de Grissac A. E. Olivier J. (eds), *International workshop on* Posidonia oceanica *beds*, GIS Posidonie, Marseille, 1: 57-61.

RELINI G. (1998) – I progressi della ricerca italiana sulla pesca a strascico. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 3-21.

RELINI G., PICCINETTI C. (1996) – Ten years of trawl surveys in italian seas (1985-1995). *FAO Fish Rep.*, **533** (Suppl.): 21-41.

REY J., DIAZ DEL RIO V. (1989) - Cartografia de los fondos marinos de la Bahia de Palma (Baleares, Espana): distribucion de las praderas vegetales y sedimentos superficiales. In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gramez V. (eds), *International workshop on* Posidonia oceanica *beds*, GIS Posidonie, Marseille, **2**: 29-41.

SCARDI M., FRESI E., ARDIZZONE G.D. (1989) - Cartographic representation of sea-grass beds: application of a stochastic interpolation technique (Kriging). In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gramez V. (eds), *International workshop on* Posidonia *beds,* GIS Posidonie 1989, 2: 19-27.

SOBEL D. (1996) - *Longitudine.* Rizzoli Ed.

SOMASCHINI A., MARTINI N., GRAVINA M.F., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. (1998) – Characterization and carthography of some Mediterranean soft bottom benthic community (Ligurian Sea-Italy). *Scientia Marina* **62** (1,2): 27-36.

TORTONESE E. (1958) - Bionomia marina della regione costiera fra punta della Chiappa et Portofino (Riviera Ligure di Levante). *Arch. Océanogr. Limnol.*, **11** (2): 167-210.

UU.OO. Valutazione delle Risorse demersali (1990) – Risorse demersali tirreniche: distribuzione dei rendimenti di cattura di *Merluccius merluccius, Mullus barbatus, Aristeus antennatus, Aristaeomorpha foliacea. Oebalia,* **14** (2 Suppl.): 791-797.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 478-487

A. Cossu, V. Gazale[1], P. Orrù[2], D. Pala[1], A. Puddu[1]

Dipartimento di Botanica ed Ecologia Vegetale, Università di Sassari,
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.
[1] Battelle - Medsar, Tramariglio, Alghero, Italia.
[2] Dipartimento Scienze della Terra, Università di Cagliari, Cagliari, Italia.

LINEAMENTI MORFOLOGICI E CARTOGRAFIA DEI POPOLAMENTI BENTONICI DI RADA DELLA REALE NELL'ISOLA DELL'ASINARA (SARDEGNA NW)

MORPHOLOGICAL ELEMENTS AND CARTOGRAPHY OF BENTHIC COMMUNITY IN RADA DELLA REALE, ASINARA ISLAND (SARDINIA NW)

Abstract

A detailed investigation of bottom types in Rada della Reale has been carried out in 1998 as part of resources study of Asinara National Park. The study area, along 23 km of coastline between Punta Barbatossa and Punta Trabucato, has a surface of 15 km². Detailed information on biotic communities in the area has been recorded and transferred in a thematic map together with geomorphological features.

The main benthic community is represented by the Posidonia oceanica *meadow, with a density up to 700-800 shoots/m². Other seagrasses like* Cymodocea nodosa *and* Caulerpa prolifera *are also present. In the mediolittoral zone assemblages of* Patella ferruginea *are of main importance.*

Considering the great value of the area, in the future an integrated management strategy that improves conservation and enhances the value of the resources must be developed.

***Key-words**: benthos, geomorphological features, cartography, Asinara island, Sardinia.*

Introduzione

L'Isola dell'Asinara è ubicata in prossimità della scarpata continentale e costituisce la porzione più prossimale al bordo di tutto il versante occidentale della Sardegna. Si possono distinguere due versanti principali dalle diverse caratteristiche morfologiche e di esposizione; il versante occidentale è caratterizzato da ripidi pendii che continuano nella parte immersa; qui la morfologia del fondo marino risulta costituita da falesie con franate ricche di anfratti, canaloni e spaccature; la piattaforma in alcuni punti sprofonda raggiungendo rapidamente la batimetrica dei 50 m. Il versante orientale decliva invece gradualmente fino ad una profondità massima di circa 50 m. Il fondo ha un basamento costituito da una massa scistosa attraversata da filoni, vene di quarzo e da substrati incoerenti formati da sabbie grossolane di detrito organogeno da cui frequentemente emergono grossi affioramenti rocciosi.

I venti determinano i maggiori effetti nel differenziare le comunità biologiche dei due versanti soprattutto per quelle più superficiali; quelli provenienti da ovest e nord-ovest sono i prevalenti e hanno anche maggiore intensità. I venti provenienti da levante, di discreta periodicità ed intensità, sortiscono sulle condizioni del mare effetti più contenuti per il ridosso offerto dalla Sardegna modellando, sulla sponda orientale, comunità di moda da semibattuta a calma.

I caratteri di unicità della flora e della vegetazione marina di questa isola sono stati illustrati in diversi lavori (Cossu e Gazale, 1998, 1997; 1990; Cossu *et al.* 1992a; 1992b). Tali peculiarità derivano da diversi fattori legati sia alle caratteristiche ambientali sia alla presenza di un carcere che ha condizionato le vicissitudini storiche e giuridiche che in quest'ultimo secolo hanno determinato l'indiretta conservazione della risorsa biologica.

Il presente lavoro riporta parte dei risultati rivolti allo studio dei lineamenti morfologici e dei popolamenti bentonici, coordinato dall'ICRAM, nell'ambito del più vasto progetto dello studio di definizione e delle proposte per il piano di zonizzazione del Parco Nazionale dell'Isola Asinara.

Materiali e metodi

La Rada della Reale dell'Isola dell'Asinara è la zona interessata dallo studio e comprende il tratto di mare da Punta Barbarossa fino a Punta Trabuccato. Le attività di campagna si sono svolte nell'estate del 1998; si è allestita un'imbarcazione Gran Banks, di 10 m di lunghezza. L'indagine geofisica, che ha interessato la fascia batimetrica compresa tra 10 e 50 metri, è stata effettuata con rilevamenti sonar a scansione laterale (S. S. S.) (Belderson *et al.*, 1972) a 600 khz, secondo bande estese circa 75 m con linee trasversali rispetto alla costa, isodistanziate di circa 700 metri (Newton, 1987). Il sistema di posizionamento era costituito da un GPS differenziale Trimble. L'imbarcazione era provvista inoltre di una telecamera subacquea filoguidata; le immagini subacquee venivano registrate da un apparato RVM con la posizione geografica, profondità ed una interpretazione del fondale. Le immagini S. S. S. sono state riunite in mosaico, che ha costituito la base cartografica per la definizione della geomorfologia dei fondali e delle relative biocenosi.

La caratterizzazione della morfologia del fondo marino e la mappatura delle forme per i fondali poco profondi, è stata realizzata con immagini da rilevamento aereo (Fig. 1) che ha consentito la distinzione dei limiti delle spiagge sommerse e delle piattaforme di abrasione in roccia pericostiere e le aree colonizzate da *Posidonia oceanica* fino alla profondità massima di 20 metri.

La verifica dei dati geofisici, biologici e del rilevamento aereo sono stati realizzati con indagini dirette; per i fondali fino a 50 metri sono state realizzate 25 stazioni di rilevamento geomorfologico con campionamento di roccia e sedimenti in immersione.

Per l'analisi delle comunità bentoniche, sono stati eseguiti campionamenti in 64 stazioni con ispezioni subacquee mediante A. R. A; sul substrato duro sono stati raccolti campioni tramite asportazione completa di quadrati di 20 cm^2 che poi venivano conservati in flaconi in polietilene e in acqua di mare e formalina neutra al 4%. Nei substrati mobili con prevalente copertura a fanerogame sono state eseguite stime di densità, copertura e lunghezza fogliare, con tre repliche in quadrati di 40 cm^2 in 21 stazioni (Fig. 2). Tali indagini hanno consentito la realizzazione di una cartografia con scala 1:25.000.

Risultati e discussione

Nella Rada della Reale la zona interessata dallo studio comprende una linea di costa di 23 Km, per una estensione di circa 15 Km^2.

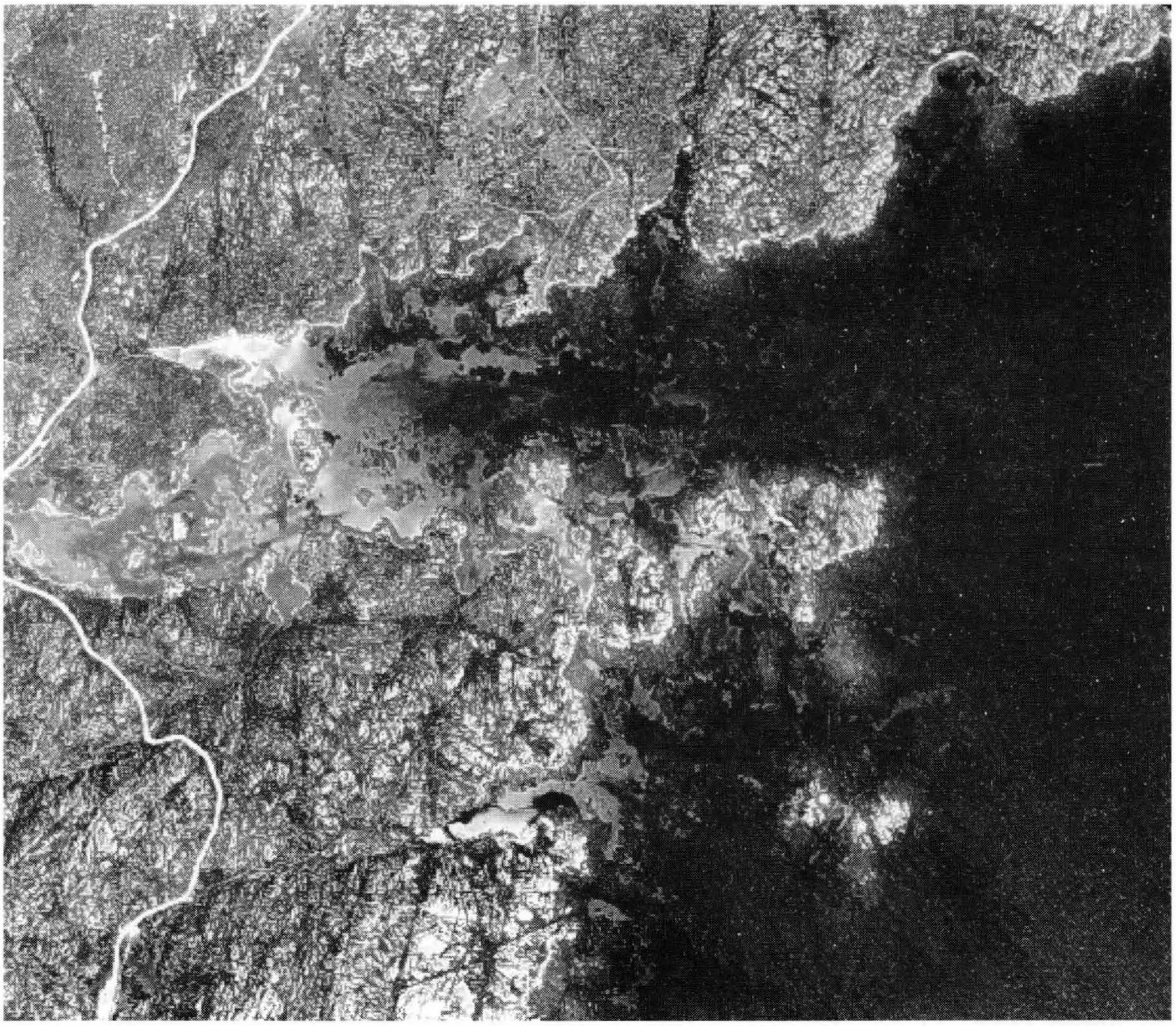


Fig. 1 - Foto aerea di Cala Sgombro di Dentro in cui si possono distinguere le forme sommerse.
Aereal Photograph of Cala Sgombro di Dentro in wich are distinguishable submarine features.

I fondali rocciosi di Cala della Reale sono caratterizzati da affioramenti scistosi, attraversati da filoni e vene di quarzo e da una importante rete di fratture. I dati petrografici permettono di estendere nell'area marina la presenza del basamento scistoso, contrariamente a quanto poteva supporsi per la vicinanza dei graniti dell'Asinara. La sommità del rilievo presenta i caratteri di piattaforma di abrasione. Il versante è caratterizzato da sedimenti sabbiosi con una ricca vegetazione a *Posidonia oceanica*.

Una paleo-superficie di spianamento continentale, irregolare e debolmente inclinata verso il largo, è riconoscibile a profondità comprese tra 40 e 60 metri, caratterizzata da forme residuali a tor e inselberg della Secca di Scoglietti e delle Secche di Scombro di Dentro; tali forme non sono esattamente collocabili cronologicamente, tuttavia il loro stato evolutivo fa supporre tempi di modellamento molto lunghi, riferibili a un periodo prequaternario, probabilmente tardo-miocenico, caratterizzato da condizioni climatiche caldo-umide e livello marino inferiore rispetto all'attuale, (Vail e Hardembol, 1977).

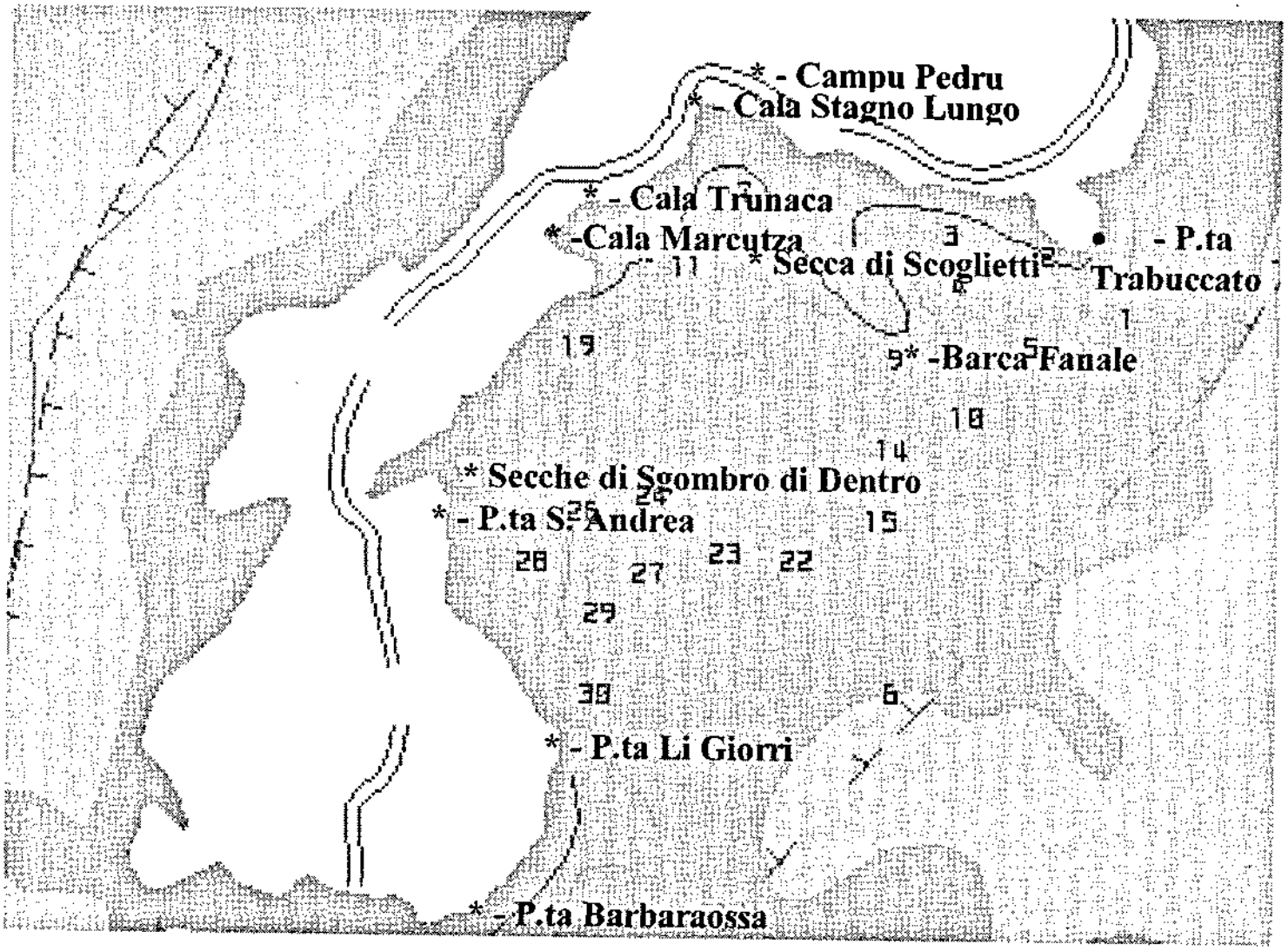


Fig. 2 - Toponimi e stazioni di *Posidonia oceanica* per le misure di densità e fenologia a Cala della Reale
Station locations for Posidonia oceanica *density and phenological measurements in Cala della Reale.*

Forme di ambiente subaereo a più rapida evoluzione, attualmente sommerse, sono rappresentate da rilievi pinnacolari di grandi dimensioni, con sommità a volta sub-sferica; tali morfotipi si rilevano frequentemente in tutta l'area meridionale della rada a profondità comprese tra 15 e 30 metri; l'origine di queste morfologie è riconducibile a processi continentali.

La principale formazione vegetale marina è rappresentata dal posidonieto che si insedia su roccia, nella zona compresa tra Punta Barbarossa e Punta Marcutza, e sulla sabbia da Punta Marcutza a Punta Trabuccato.

Lo stato della prateria appare in buone condizioni nella maggior parte del territorio esaminato; si è notato tuttavia nelle prospezioni qualche segno di strascico o di degrado (Figg. 4 e 5) limitatamente alle aree marine prossimali alla costa tra Campu Perdu e Punta Trabuccato dove sono presenti anche danni da ancoraggio.

La densità di *P. oceanica* compresa da 5 a 10 metri su sabbia può inquadrarsi nella classe 1 (prateria molto densa), della scala proposta da Giraud (1977), mentre la prateria relativa alla zona di Cala Sant'Andrea è una prateria di classe 2 (prateria densa) anche per il substrato costituito da affioramenti rocciosi che costituiscono la dominante del paesaggio sottomarino.



Fig. 3 - Un frame di registrazione del transetto sul limite inferiore nella zona centrale della rada che ne evidenzia il limite di tipo progressivo a 34 m di profondità.

Single frame of a transect in the middle part of the bay showing the progressive inferior limit, at 34 m depth.

Una costante di tutta l'area risulta il limite inferiore che si attesta intorno ai 35 metri con un andamento di tipo progressivo (Figg. 3 e 5; Tab. 1); la prateria appartiene alla classe 4 (prateria molto rada) in coerenza con il modello di distribuzione e l'ecologia di *P. oceanica*.

Il limite inferiore risulta in regressione in prossimità di Punta Trabuccato ma soprattutto da cala Sant'Andrea fino a Punta Li Giorri. In questa area anche le stime di densità confermano valori inferiori a quelli attesi in posidonieti in stato ottimale (Pergent *et al.*, 1995).

La zona compresa tra Punta Trabuccato e la Barca Fanale nella batimetria che va dagli 8 ai 20 metri sono stati registrati i massimi valori di densità (700-800 fasci m^{-2}) a rimarcare il buono stato di conservazione di quest'area.

Le comunità più superficiali di substrato mobile (Fig. 5) sono costituite da praterie a *Cymodocea nodosa* e *Caulerpa prolifera*. *Cymodocea nodosa* è stata rinvenuta a Cala Sgombro di Dentro, Cala Marcutza, Cala Trunca, Cala Stagno Lungo con una superficie complessiva di 2,5 Km^2; essa si sviluppa solo su sabbia in bassi fondali con copertura rada.

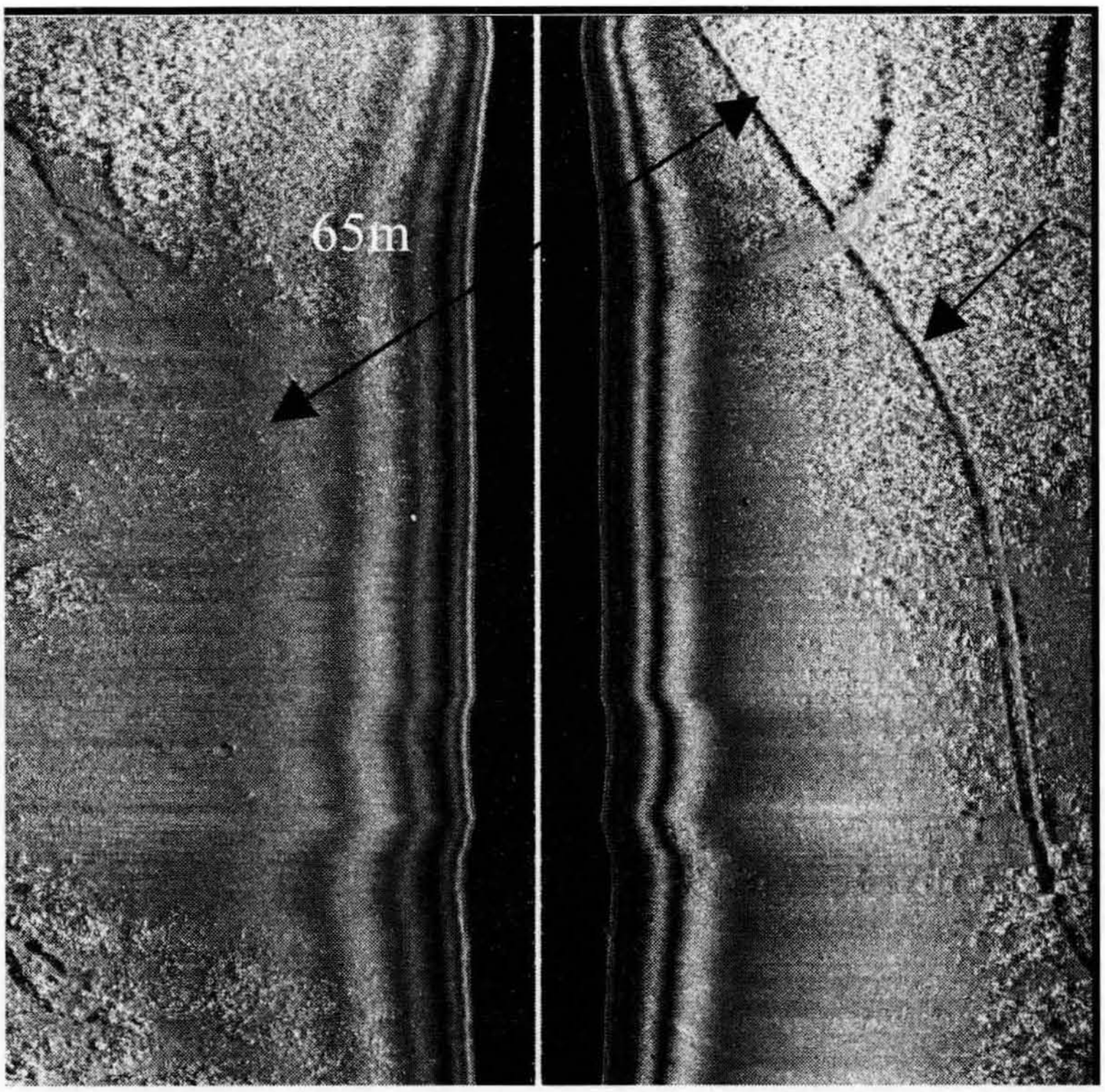


Fig. 4 - Segni dei divergenti di strascico registrati dal side scan sonar nei fondali della porzione settentrionale della rada.

Trawl scars detected with the side scan sonar in the northern part of the bay.

Tab. 1 - Misure di densità e valori di copertura % nella Rada della Reale dei settori profondi della prateria (localizzazione in Fig. 2). * Densità anormale ** Densità sub-normale (Pergent *et al.*, 1995).

*Density and % cover measurements of the meadow in Rada della Reale (Locations in Fig. 2.) * Abnormal density **sub-normal density (Pergent* et al., *1995).*

Stazione	profondità	copertura	Densità
N°	(m)	%	N° fasci m^{-2}
2	16	85	260
3	15	90	222*
4	25	50	129
5	28	80-90	169
6	21	85-90	172
7	16	90	150*
8	26	80	173
9	21	80	129*
10	26	97	177
11	13	100	185*
14	26	50	104
15	28	85	164
19	16	95	150*
22	34	20	44
23	28	30	48**
24	26	40	77**
26	19	100	308
27	30	20	33**
28	15	70	175**
29	27	50	54**
30	13	70	166**

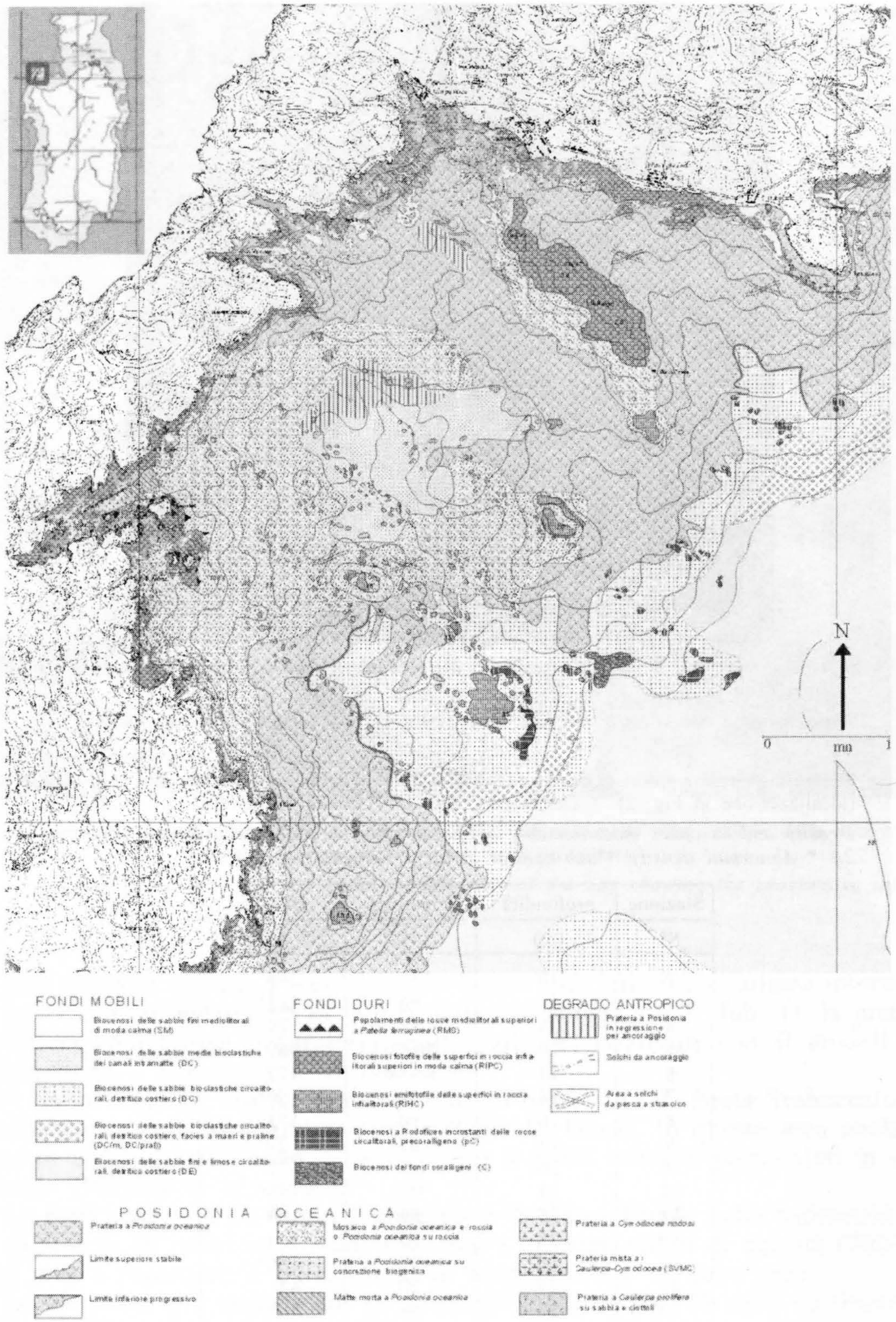


Fig. 5 - Carta biocenotica - geomorfologica dei fondi marini della Rada. (da: Carta geomorfologica e biocenotica dei fondi marini – Studio di definizione del Parco Nazionale dell'Isola dell'Asinara, - Cossu A., Gazale V., Orrù P. e Tunesi L., 1999 – non pubblicata)

Thematic chart with submarine geomorphological and biological features of the bay (from: Carta geomorfologica e biocenotica dei fondi marini – Studio di definizione del Parco Nazionale dell'Isola dell'Asinara, - Cossu A., Gazale V., Orrù P. e Tunesi L., 1999 – unpublished)

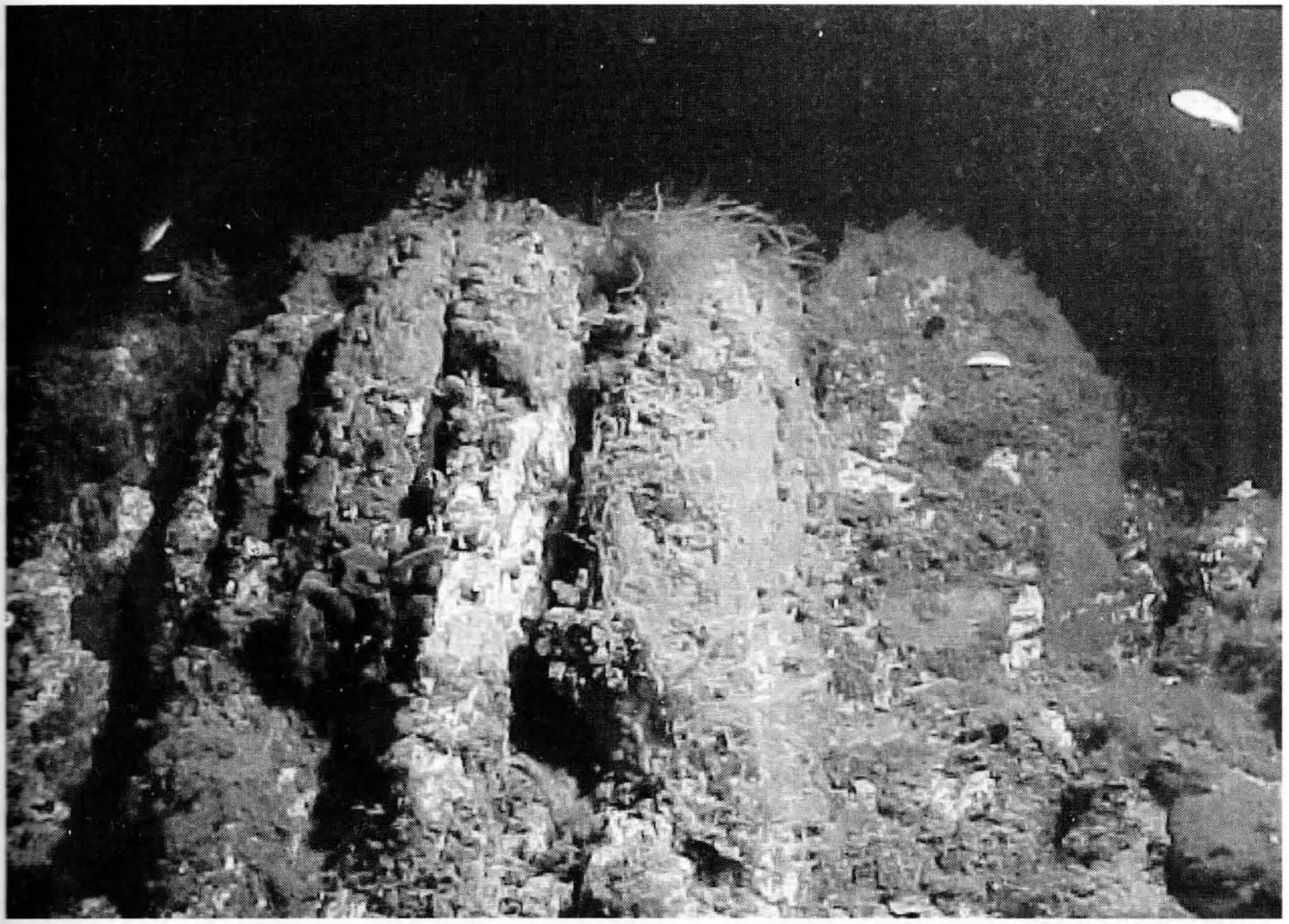


Fig. 6 - Emergenze rocciose nel circalitorale sul fondale di trentacinque metri colonizzate prevalentemente da spugne del genere *Spirastrella, Crambe, Spongia* e *Dysidea* più un corredo di alghe brune quali *Sporochnus pedunculatus* e ectocarpacee filamenose.

Rocks of the circalittoral zone in 35 m depth, mainly covered by sponges of the genus Spirastrella, Crambe, Spongia, Dysidea *and brown algae such as* Sporochnus pedunculatus *and filamentous ectocarpacee.*

Cala Stagno Lungo è una zona di forte accumulo di sostanza organica (Fig. 5) e *P. oceanica* è presente intorno agli 11 metri. La fascia da 2 a 11 m è colonizzata da un mosaico di *Caulerpa prolifera* e *Cymodocea nodosa* che si interrompe solo in zone dove le foglie morte di *P. oceanica* costituiscono spessi depositi.

La biocenosi fotofila e termofila della roccia infralitorale di moda calma è presente nella zona di Scoglietti e nella fascia litorale rocciosa prossima alla linea di riva, alternata a quella della roccia infralitorale superiore di moda calma. In questa biocenosi il Cystoseireto sfuma in diverse facies a *Halopteris scoparia, Dilophus spiralis, Laurencia obtusa, Padina pavonica* e diverse specie di dictyotacee (Fig. 5).

All'interno del posidonieto sono presenti emergenze rocciose di diverse dimensioni i cui popolamenti sono ascrivibili alle biocenosi emifotofile delle rocce dell'infralitorale inferiore caratterizzate da *Cystoseira spinosa* con il corredo tipico delle specie *Valonia macrophysa, Halopteris filicina e Dictyota dichotoma;* tali emergenze si rilevano a profondità più elevate (Fig. 6) mostrando allora elementi sciafili; alla base dei massi ricoperti prevalentemente da poriferi, si

rinvengono specie algali quali *Sporochnus pedunculatus, Codium bursa, Arthrocladia villosa* e alcune ectocarpacee filamentose.

Nella parte più profonda della rada, a contatto con il limite inferiore del posidonieto la biocenosi più rappresentativa e quella delle sabbie bioclastiche circalitorali dei fondi detritici costieri con facies a Maërl e a Praline, con abbondanza di alghe calcaree quali *Phymatolithon calcareum, Mesophyllum coralloides e Lithothamnion corallioides.*

A due miglia ad ovest di Punta Trabucato e al centro della rada, a profondità comprese tra 40 e 50 m è presente la biocenosi a coralligeno su superfici piuttosto contenute, con gli elementi tipici *Halimeda tuna, Peyssonnelia sp., Rhodymenia ardissonei, Lithophyllum grandiusculum* e il gorgonaceo *Eunicella cavolinii.* Tra i più importanti popolamenti bentonici superficiali si evidenzia *Patella ferruginea*, specie minacciata di estinzione e ormai limitata a piccole isole del Mediterraneo occidentale; si è notata una discreta densità negli isolotti situati tra Cala di Sgombro di Dentro e Punta li Giorri dove sono state eseguite anche misure biometriche. Sono stati rinvenuti più 50 individui quasi tutti più grandi di 5 cm di lunghezza con il massimo di 8,2 cm con media di 6,5 cm e sd di 0,9 cm.

Conclusioni

Le attività svolte hanno permesso di definire un quadro di dettaglio delle biocenosi presenti nella rada della Reale. Le osservazioni hanno mostrato nella fascia mediolitorale la presenza di comunità di estrema fragilità, rarità e in forte regresione in ambito mediterraneo come quella a *Patella ferruginea*; nell'infralitorale una vasta prateria di posidonia che pur essendo in generale in buono stato, non è esente da fenomeni di alterazione antropica. Il materiale prodotto costituisce un primo contributo per la definizione dell'insieme complessivo dell'intera isola, necessario per tutte le attività di pianificazione territoriale per la gestione sia dell'area marina che di quella a terra. Nella rada della Reale infatti sorgerà la sede del parco con i relativi servizi. In quest'area pertanto graviterà il massimo carico di frequentazione. Si è dunque reso necessario disporre di una fotografia dell'ambiente che possa costituire una base per il controllo di eventuali fenomeni di degrado indotto dal turismo anche se di tipo non residenziale come quello che dovrebbe insistere sull'isola. Le buone condizioni osservate anche in precedenti campagne possono essere rapidamente compromesse se non si attuano delle misure che mirano alla conservazione del patrimonio biologico.

Summary

The present work covers the major morphological and bionomical features of Rada della Reale – Asinara National Park. Hard bottoms are constituted by schistous bassets, with quartz dikes and many fractures. The basement is also schistous. The bottom surface can be considered an abrasion platform. In shallow waters, the pricipal soft bottom communities are *Cymodocea nodosa* and *Caulerpa prolifera* meadows. The infralittoral zone is mainly colonized by *Posidonia oceanica* that appear in a good health, except for some areas in wich trawl tracks are detectable.

Photophilic and thermophile biocenosis of infralittoral rocky bottoms in calm waters is also well rappresented. In the subtidal zone close to the shoreline, *Halopteris scoparia, Dilophus spiralis, Laurencia obtusa, Padina pavonica* and dictyotaceae are also present on rocky bottoms.

The circalittoral zone is constituted by sand drift and Maërl. Coralligenous is also present in small areas. The environmental health of the area can be considered acceptable, but some anthropogenic perturbations, such as illegal trawl fishing activities, are evident and need mitigation.

Bibliografia

BELDERSON R.H., KENYON N.H., STRIDE A.H., STUBBS A.R. (1972) - *Sonographs of the sea floor, a picture atlas.* Elsevier, Amsterdam.

COSSU A., GAZALE V. (1998) - Aspetti della flora e della vegetazione marina dell'Isola dell'Asinara. In: M. Gutierrez, M. Mattone e F. Valsecchi (eds), *L'isola, la storia, il parco*, ed. Poliedro: 181-188.

COSSU A, GAZALE V. (1997) - Osservazioni ecologiche sulla distribuzione di *Lithophyllum lichenoides* Ph. (Corallinales, Rhodophyta) nelle isole della Sardegna settentrionale. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.,* **31:** 101-119

COSSU A., GAZALE V., MONNI A. (1992a) - Primo contributo allo studio del fitobenthos dell'Isola Asinara. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, **25** (339): 179-194.

COSSU A., GAZALE V., BAROLI M. (1992b) - La flora algale della Sardegna. Inventario delle alghe bentoniche.. *Gior.Bot. Ital.*, **126** (5): 651-707.

COSSU A., GAZALE V. (1990) - *Phyllariopsis purpurascens* (C. Ag.) Henry (Phyllariaceae, Laminariales, Phaeophyceae): première signalisations en Méditerranée centre-occidentale. *Inf. Bot. Ital.,* **22**: 1-4.

GIRAUD G. (1977) - Essai de classement des herbiers de *P. oceanica. Bot. Mar.,* **20** (8): 487-491.

NEWTON F.J. (1989) - *The consummate search/survey system - New developments in sonar image processing.* Triton Technology, inc., Watsonville, CA.

ORRÙ P., ULZEGA A. (1987) - Rilevamento geomorfologico costiero e sottomarino applicato alla definizione delle risorse ambientali (Golfo di Orosei, Sardegna orientale*). Mem. Soc. Geol. It.*, **37**: 471-479.

ORRÙ P. (1990) - Evidenze di degrado da pesca a strascico sulla piattaforma continentale del Golfo di Orosei (Sardegna orientale). *Atti del Convegno Internazionale sui Parchi e le Riserve Marine del Mediterraneo, S. Teodoro, 28/30 aprile 1989.*

PERGENT G., CHESSA L., COSSU A., GAZALE V., PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C. (1995) - Amennagement du litoral: Apport de la cartographie bentique. *Res Mediterranea.*, **2**: 45-58.

PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F. (1995) - Utilisation de l'herbier à *P. oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: Etat des connaissances. *Mésogée*, **54**: 3-29.

VAIL P.R., HANDERBOL J. (1977) - Sea-level changes during Tertiary. *Oceanus,* **22**: 71-80.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 488-494

G. DIVIACCO*, L. TUNESI, M. IANNIRUBERTO[1], M.E. PICCIONE

*Regione Liguria, Uff. Parchi e Aree Protette, Via Fieschi, 15 - 16100 Genova, Italia.
ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.
[1]Geolab s.r.l., Napoli, Italia.

RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DELLE INFORMAZIONI BIOCENOTICHE DISPONIBILI PER LA FASCIA COSTIERA DELLA PROVINCIA DI SAVONA (MAR LIGURE)

CARTOGRAPHIC REPRESENTATION OF BENTHIC BIOCOENOSES OF THE SAVONA COASTAL ZONE (LIGURIAN SEA)

Abstract

Analysis of bibliographic data and specific studies allowed for the cartographic representation of the benthic assemblages of the coastal area between Cogoleto and Marina di Andora. The representation was produced through a G.I.S. mapping using ArcView and ARC/INFO software provided by ESRI. The study originates from the need to describe the rich environmental elements and communities for management purposes. The results provide a cartographic summary of the available knowledge and allow to formulate considerations about cartographic solutions proposed in the early 80's and the potential cartographic mapping available through modern geographical information systems.

Key-words: *G.I.S., benthos, biocoenotic map, Ligurian Sea.*

Introduzione

La cartografia ambientale tematica riveste un ruolo di primaria importanza sia per la ricerca di base mirata alla conoscenza degli ecosistemi, sia per gli aspetti finalizzati, legati alla necessità di intervento e di gestione del territorio (Speranza e Puppi Branzi, 1993; Regione Liguria, 1999).

La cartografia ecologica è stata fortemente sviluppata in ambiente terrestre mentre, per quanto riguarda l'ambiente marino, le realizzazioni di carte tematiche hanno seguito un percorso più lento, dovuto sia ad una minore tradizione a considerare il mare come "territorio", sia a causa delle maggiori difficoltà operative (Cocito *et al.*, 1991).

La cartografia biocenotica, grazie alla sua notevole capacità di sintesi (Morri *et al.*, 1986), rappresenta un utile strumento di lavoro ai fini della pianificazione, della gestione e della tutela degli ambienti marini; queste sue caratteristiche la rendono una componente strategica per la realizzazione di sistemi informativi geografici (G.I.S.) relativi alla fascia costiera. In realtà, nonostante da diversi anni la comunità scientifica abbia riconosciuto l'importanza di questo strumento e dei sistemi di informazione geografica (Meaden e Do Chi, 1996), il suo impiego, soprattutto in Italia, è stato abbastanza limitato.

L'ICRAM ha condotto una serie di studi di supporto alla gestione della fascia costiera nella provincia di Savona (ICRAM, 1993; Diviacco, 1998), che hanno fornito gli elementi per la realizzazione di una cartografia a scala 1:25.000, sintesi dei principali popolamenti del benthos rinvenuti nell'area. Il presente contributo è stato elaborato nel quadro delle attività del progetto FIGIS – FAIR CT95-0419, finanziato dalla DG XIV della Commissione Europea.

Materiali e metodi

In relazione agli obiettivi del progetto di studi ICRAM (Diviacco, 1998), si è proceduto all'analisi ragionata dei dati esistenti sulle caratteristiche naturali e sugli habitat marini costieri, utilizzando sia le informazioni disponibili nella letteratura scientifica sia quelle, spesso meno accessibili, presenti nella "letteratura grigia"; particolare attenzione è stata rivolta ai lavori contenenti cartografie biocenotiche o specifiche informazioni di carattere cartografico (Ardizzone *et al.*, 1993; Balduzzi *et al.*, 1994; Bianchi e Peirano, 1995; DEP-ECO, 1989; Diviacco e Tunesi, 1999; Drago e Albertelli, 1978; Somaschini *et al.*, 1998).

I dati raccolti sono stati uniformati e integrati con informazioni inedite e osservazioni di campo finalizzate all'elaborazione di una cartografia dei principali popolamenti marini che è stata realizzata alla scala 1:25.000 e caricata su uno specifico sistema G.I.S., elaborato con software ARC/INFO e ArcView della ESRI.

Il sistema è stato realizzato in modo da permettere la rappresentazione delle principali biocenosi sia mediante l'impiego delle campiture in bianco e nero, proposte dalla letteratura scientifica internazionale di riferimento (Meinesz *et al.*, 1983), sia mediante colori. Il software ArcView ha permesso agevolmente la seconda soluzione mentre per la riproduzione delle campiture standard in bianco e nero sono stati costruiti, in ambiente ARC/INFO, degli *shadeset* contenenti i retini di riferimento.

Nel presente contributo l'informazione costituita dalle superfici per le quali sono disponibili dati cartografici è fornita nelle Figure 1 e 2.

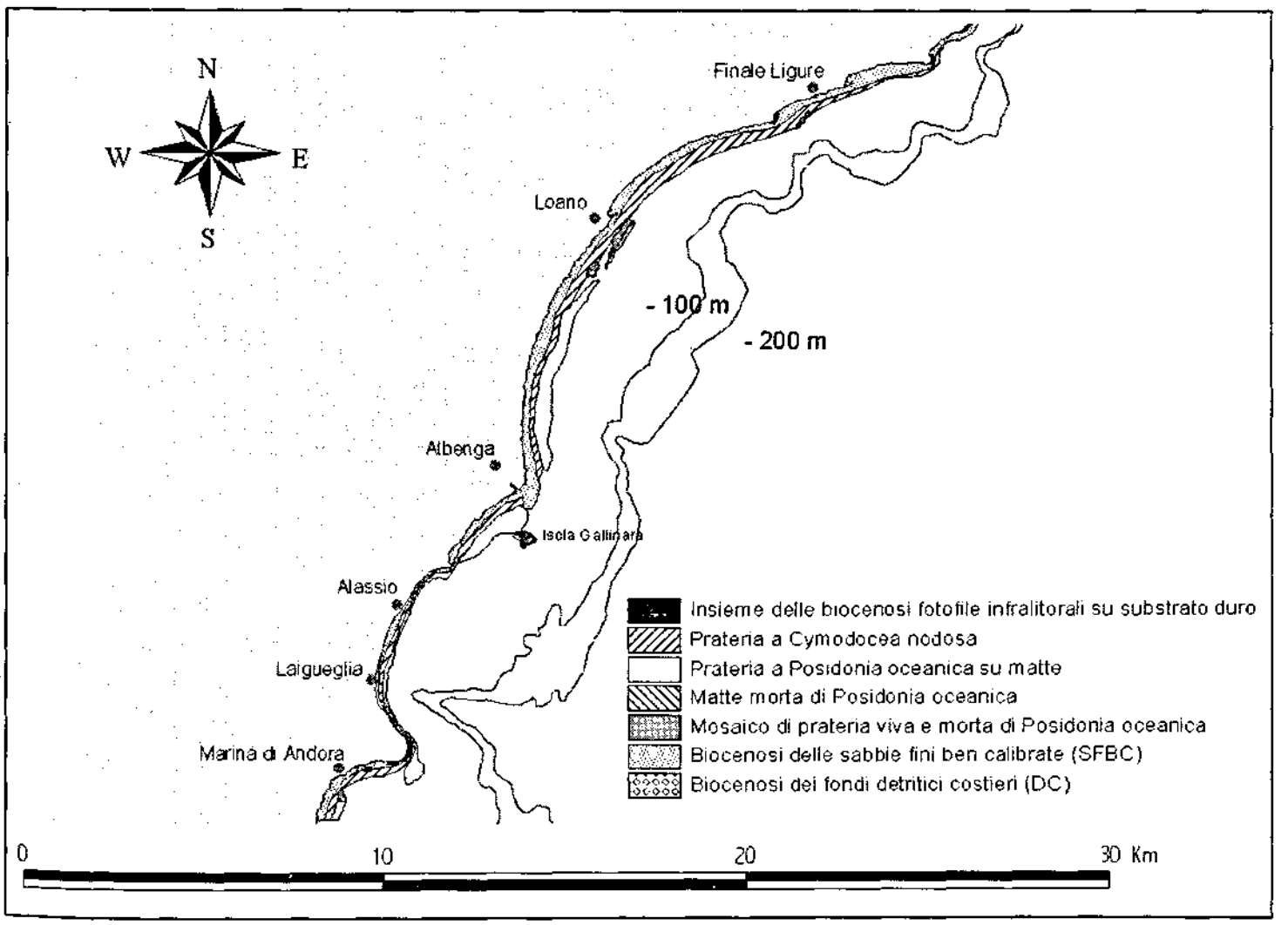


Fig. 1 - Visione di insieme delle informazioni disponibili sui principali popolamenti bentici dell'area marina compresa tra Marina di Andora e Capo Noli.

Comprehensive view of the biocoenotic data available for the coastal bottoms from Andora to Capo Noli.

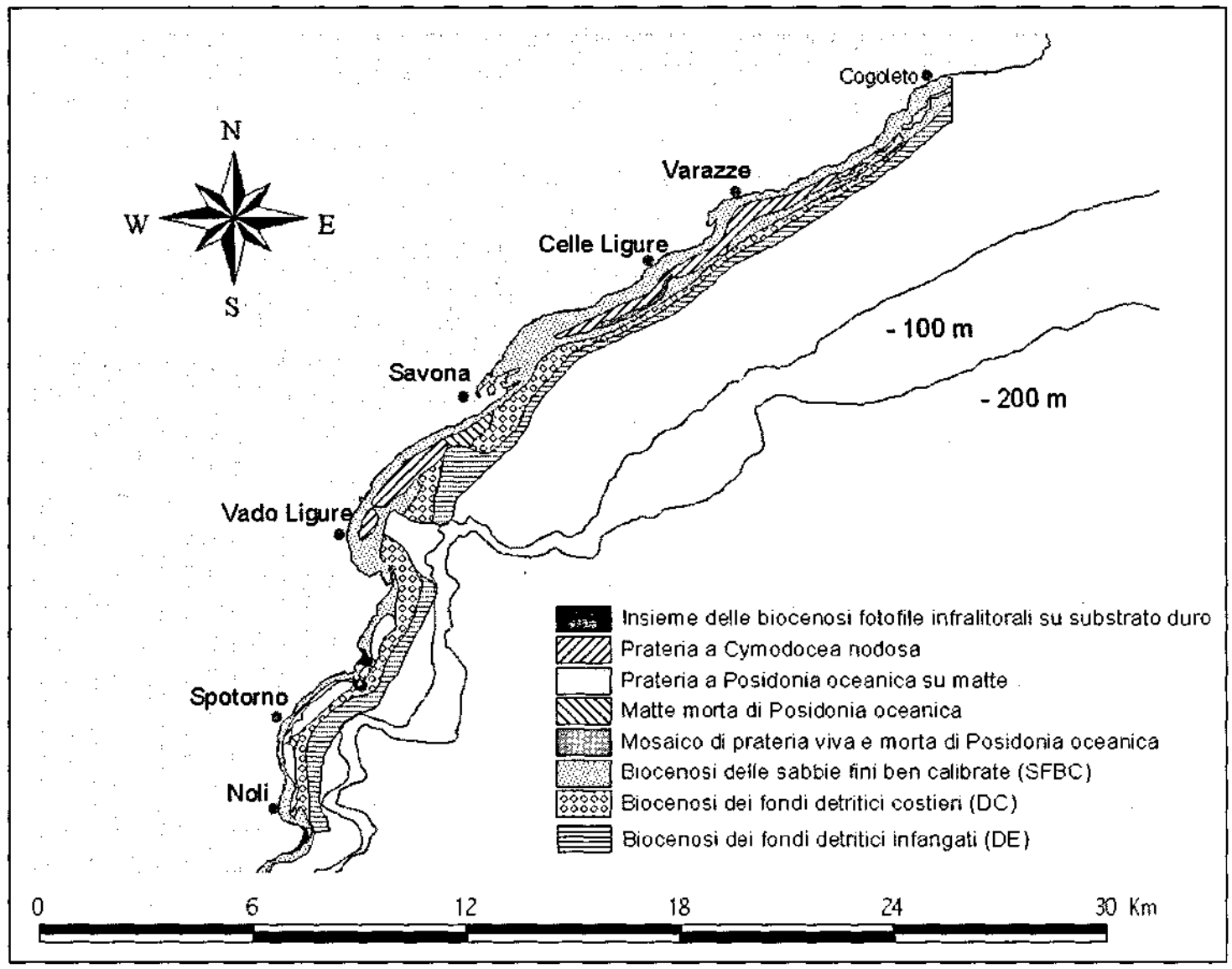


Fig. 2 - Visione di insieme delle informazioni disponibili sui principali popolamenti bentici dell'area marina compresa tra Capo Noli e Cogoleto.

Comprehensive view of the biocoenotic data available for the coastal bottoms from Capo Noli to Cogoleto.

Risultati

L'analisi dei dati raccolti ha permesso di realizzare una prima rappresentazione cartografica della distribuzione delle principali biocenosi bentiche della fascia costiera litorale del savonese, alla quale sono state associate informazioni relative alla provenienza ed alla qualità dei dati utilizzati mediante la creazione di file di metadati.

Le aree per le quali sono disponibili informazioni di carattere biocenotico sono presentate nelle figure 1 e 2. Le informazioni biocenotiche disponibili per la realizzazione della cartografia tematica si arrestano all'isobata dei 30 m per l'area compresa tra Marina di Andora e Capo Noli (Fig. 1), ed alla profondità di 50 m per il tratto compreso tra Capo Noli e Cogoleto (Fig. 2).

Il primo tratto di costa, a esclusione dei primi 5 m di profondità, i cui fondali risultano ascrivibili alla biocenosi delle sabbie fine ben classate (SFBC), è caratterizzato dalla dominanza delle praterie e dei prati di fanerogame marine *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*. In particolare il prato di *C. nodosa*, che caratterizza i fondi più costieri, prosegue quasi ininterrotto fino a Capo Noli, mentre la prateria di *P. oceanica* costituisce una striscia molto sottile, che corre parallela-

mente al litorale, su fondali sabbiosi compresi tra 12 e 20 m di profondità e si arresta in corrispondenza del comune di Loano (Bianchi e Peirano, 1995).

Procedendo da Capo Noli verso Cogoleto si riscontra una situazione differente: entro l'isobata dei 20 m domina la biocenosi SFBC, e *P. oceanica* è rappresentata da una piccola prateria insediata sui fondali tra Capo Noli e Capo Vado. All'aumentare della profondità, lungo questo tratto di costa si incontrano la biocenosi del Detritico Costiero (DC) e quella del Detritico Infangato (DE), testimone di una instabilità dei fondi correlata alla presenza antropica (DEP-ECO, 1989).

Il G.I.S. che gestisce le informazioni cartografiche è in grado di fornire diversi tipi di elaborati; di immediata fruizione è il calcolo delle superfici per le quali è stata identificata la presenza delle biocenosi a estensione maggiore, presentate in tabella 1.

Tab. 1 - Estensione in ettari delle superfici di fondale della Provincia di Savona interessate alla presenza delle biocenosi costiere a maggiore estensione in base alle informazioni caricate sul G.I.S. realizzato con il presente studio.

Areas covered (in hectares) by the main benthic biocoenoses on the coastal bottoms of the Savona Province on the ground of data loaded on G.I.S. carried out with this study.

Biocenosi	**Superfici interessate (ha)**
Insieme delle biocenosi fotofile infralitorali di substrato roccioso	6,8
Insieme delle biocenosi sciafile infralitorali senza concrezionamenti di substrato roccioso	0,4
Biocenosi delle sabbie fini ben classate (SFBC)	254,8
Prateria di *P.oceanica* su matte	88,0
Mosaico di prateria viva e morta di *P.oceanica*	8,7
Matte morta di *P.oceanica*	6,8
Prato a *C.nodosa*	139,8
Biocenosi dei fondi detritici costieri (DC/pral)	85,2
Biocenosi dei fondi detritici infangati (DE)	94,2

Discussione e conclusioni

La cartografia biocenotica costituisce uno strumento insostituibile nell'ambito degli studi dell'ambiente marino, sia per le sue notevoli capacità di sintesi, sia per le ampie possibilità di impiego come strumento di lavoro nella pianificazione di interventi di carattere ambientale. Inoltre la possibilità di effettuare confronti diretti tra carte bionomiche rilevate in periodi differenti, rappresenta un potente strumento per riconoscere l'evoluzione temporale e le alterazioni subite dagli ecosistemi in una data regione (Méaille *et al.*, 1998).

Le potenzialità di questo strumento aumentano ulteriormente se la cartografia è realizzata seguendo le indicazioni proposte dall'ecologia del non equilibrio (Kikkawa e Anderson, 1986), che considera gli ecosistemi "non deterministici e imprevedibili" perché soggetti a perturbazioni stocastiche, e quelle formulate da Sugihara e May (1990) che tendono a considerare gli ecosistemi come entità non prevedibili, a causa della loro elevata sensibilità anche a ridotti cambiamenti delle condizioni iniziali. Per questi motivi la cartografia deve essere in grado di rappresentare anche gli aspetti dinamici in grado di influenzare le unità di popolamento (Bianchi *et al.*, 1995), superando i limiti della cartografia bionomica tradizionale (Meinesz *et al.*, 1983), che si basa sulla rappresentazione delle unità di popolamento

secondo l'ecologia dell'equilibrio che, in condizioni naturali, considera le comunità biologiche stabili e in equilibrio con lo stato medio dell'ambiente.

Il G.I.S. facilita la comparazione di carte georeferenziate redatte in momenti diversi, sia permettendone la "sovrapposizione" diretta, che meglio evidenzia eventuali diversità, sia mediante la "classificazione" delle carte con "metadata", files che contengono le informazioni atte a qualificare gli studi che hanno portato alla realizzazione delle singole carte, fornendo notizie relative ad aspetti tecnici quali, a esempio, la precisione della strumentazione impiegata per la conduzione dei rilevamenti.

Le potenzialità espresse dagli attuali sistemi cartografici si estrinsecano anche nella possibilità di restituire cartograficamente le informazioni a scale diverse da quelle originali; questo aspetto può risultare di particolare interesse nell'ambito di attività di pianificazione costiera (Regione Liguria, 1999). Diminuendo la scala, aree interessate da biocenosi a ridotta estensione tendono a scomparire dalla carta. Una soluzione a questo problema può essere costituita dall'identificazione di retini standard che permettano la rappresentazione di "gruppi di biocenosi", identificati in funzione dell'affinità dei popolamenti che concorrono a comporli (Meinesz *et al.*, 1983; Ardizzone, 1991).

La sintesi offerta dal presente studio ha permesso di disporre di un quadro d'insieme sufficientemente dettagliato della fascia più strettamente costiera della provincia di Savona, che evidenzia la varietà e l'alternanza di ambienti, talvolta molto diversi, in spazi relativamente ridotti.

Il confronto dei risultati di questo studio con quelli forniti da Somaschini *et al.* (1998) per alcuni tratti del compartimento di Savona, permette di rilevare alcune differenze ascrivibili soprattutto a carico della distribuzione dei popolamenti di fondo mobile. Questo aspetto potrebbe essere spiegato sia in relazione all'approccio adottato da Somaschini *et al.* (1998), che hanno focalizzato l'attenzione proprio sulle problematiche legate alla difficoltà di identificare in modo netto i limiti distributivi delle biocenosi sui fondi mobili, sia in relazione a possibili modificazioni verificatesi nelle aree di studio.

La visione di sintesi offerta dal presente contributo evidenzia che gli studi di carattere biocenotico sino ad oggi condotti nel savonese permettono di ottenere una discreta conoscenza per la fascia più strettamente costiera. Al contrario, risultano molto scarse le informazioni di carattere biocenotico disponibili per i fondali siti a profondità maggiori di 30-50 metri. A questo proposito sarebbe auspicabile che future indagini di campo possano fornire informazioni specifiche almeno fino alla batimetrica dei 100 m, anche in relazione alla presenza nell'area di *Caulerpa taxifolia* (Cinelli *et al.*, 1998), la cui espansione desta notevoli preoccupazioni.

Summary

ICRAM has conducted a series of studies designed in support of coastal zone management strategies for the province of Savona. To this effect, a cartographic summary of the main benthic communities of the area was produced.

Data available through scientific literature were integrated with original data and field observations, so as to yield a biocoenotic mapping originally designed on a 1:25,000 scale and loaded onto a G.I.S. map through ARC/INFO and ArcView software provided by ESRI.

The system was designed in order to allow for a better identification and figurative description of the different biocoenoses, described through different colour representations and black and white shade sets as proposed in the existing international scientific literature.

The results of the present study provide a cartographic summary of the available knowledge of the benthic biocoenoses in the studied area and allow to formulate considerations about cartographic solutions proposed internationally in the early 80's and integrated with the potential cartographic mapping available through modern geographical information systems.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano la Dottoressa Giulia MO per avere gentilmente rivisto i testi in lingua inglese.

Bibliografia

ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., CORSI F., GRAVINA M.F., SOMASCHINI A. (1993) - Nota preliminare sulle caratteristiche bionomiche dei fondali interessati dal disastro "Haven". *Biol. Mar.*, **1**: 213.

BALDUZZI A., BIANCHI C.N., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., COCITO S., COTTA S., DIVIACCO G., DEGLI'INNOCENTI F., MORGIGNI M., MORRI C., PANSINI M., SALVATORI L., SENES L., SGORBINI S., TUNESI L. (1994) - Primi lineamenti di bionomia bentica dell'isola Gallinaria (Mar Ligure). *Atti X Congr. A.I.O.L.*: 603-617.

BIANCHI C.N., CINELLI F., MORRI C. (1995) - La carta bionomica dei mari toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, **102** (Suppl.): 255-270.

BIANCHI C.N., PEIRANO A. (1995) - *Atlante delle Fanerogame marine della Liguria.* Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 1-146.

CINELLI F., CECCHERELLI G., ORESTANO C., IERARDI S., MANGIALAJO L., RELINI M., TUNESI L., MEINESZ L., CHIAVERINI D., COTTALORDA J.-M. (1998) - Suivi de l'invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* devant les côtes italiennes de la Méditerranée: situation au 31 décembre 1997. Meinesz A., Cottalorda J.-M., Chiavérini D., Cassar N. & Vaugelas J. De (eds), LEML-UNSA publ.: 179-204.

COCITO S., BIANCHI C.N., DEGL'INNOCENTI F., FORTI S., MORRI C., SGORBINI S. E ZATTERA A. (1991) - Esempio di utilizzo di descrittori ambientali nell'analisi ecologica del paesaggio sommerso marino costiero. *S.It.E./Atti*, **13**: 65-68.

DEP-ECO (1989) - Studio delle biocenosi bentoniche presenti lungo la costa compresa tra Varazze e Capo Noli. *Studi ambientali dell'area costiera di Vado Ligure, ENEA Serie studi ambientali*: 197-226.

DIVIACCO G. (1998) - Indagine ambientale del sistema marino costiero della Provincia di Savona finalizzata alla gestione della fascia costiera. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 726-735.

DIVIACCO G., TUNESI L. (1999) - Emergenze naturalistiche della futura area protetta marina di Bergeggi (Liguria Occidentale) e proposte per la loro salvaguardia. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 493-495.

DRAGO N., ALBERTELLI G. (1978) - Etude faunistique et bionomique du littoral de Cogoleto (Golfe de Genes). *Thetys*, **8** (2): 203-212.

ICRAM (1993) - Indagine ambientale del sistema marino costiero della Provincia di Savona con particolare riferimento alla zona da Capo Vado a Capo Mele in relazione alle problematiche inerenti la gestione della fascia costiera. *Ricerca finanziata dal Ministero della Marina Mercantile (II Piano Triennale Pesca)*: 1-944.

KIKKAWA J., ANDERSON D.J. (a cura di) (1986) - *Community ecology: pattern and process*. Blackwell Scientific Publications, Melbourne: 1-432.

MEADEN G.J., DO CHI T. (1996) - Geographical information systems. Application to marine fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **356**: 335 pp.

MEAILLE R., WALD L., BOUDOURESQUE C.F. (1988) - Cartes des peuplements bentiques en Méditerranée: constitution d'une banque de données géocodées et synthèse cartographique. *Oceanologica Acta*, **11** (2): 201-211.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalization des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, **59** (2): 155-172.

MORRI C., BIANCHI C.N., DAMIANI V., PEIRANO A., ROMEO G., TUNESI L. (1986) - L'ambiente marino tra Punta della Chiappa e Sestri Levante (Mar Ligure): Profilo ecotipologico e proposta di carta bionomica. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52** (Suppl.): 213-231.

REGIONE LIGURIA (1999) - *PTC della costa. Progetto del Piano ex art.4 l.r. 39/84 adottato con D.G.R. n. 209 del 26.2.1999.* fascicoli 1-4.5, Regione Liguria, Dipartimento Pianificazione Territoriale e Paesistica.

SOMASCHINI A., MARTINI N., GRAVINA M.F., BELLUSCIO A., CORSI F., ARDIZZONE G.D. (1998) - Characterization and cartography of some Mediterranean soft-bottom benthic communities (Ligurian Sea, Italy). *Sci. Mar.*, **62** (1-2): 27-36.

SPERANZA M., PUPPI BRANZI G. (1993) - Lo studio della vegetazione e la sua rappresentazione cartografica come strumenti di conoscenza del territorio. *Biologi italiani*, **23** (4): 28-35.

SUGIHARA G., MAY R.M. (1990) - Nonlinear forecasting as a way of distinguishing chaos from measurement error in time series. *Nature*, **344**: 734-741.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 495-498

S. Acunto, L. Piazzi, F. Cinelli

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

MAPPATURA DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* DELL'ISOLA D'ELBA MEDIANTE SONAR A SCANSIONE LATERALE E TELEDETEZIONE AEROTRASPORTATA

MAPPING OF POSIDONIA OCEANICA *BEDS OF ELBA ISLAND USING SIDE SCAN SONAR AND AIRBORNE TELEDETECTION*

Abstract

In this work two indirect methods, Side Scan Sonar and airborne teledetection, have been used to map P. oceanica *beds of Elba Island; also, direct observations by scuba diving and Remote Operated Vehicles have been adopted to assess the density of the beds and to calibrate indirect methods.*

Samples of plants were collected by scuba diving to study phenological variables and macroalgal epiphytic community.

The methods adopted were highly effective for accurate mapping. As permanent document of the extension and of the current state of health of P. oceanica *beds, maps should be considered a fundamental tool for the management of coastal areas.*

Key-words: Posidonia oceanica, *mapping, VIRS 200, Elba Island, Tyrrhenian sea.*

Introduzione

Le praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile rappresentano il più complesso ecosistema della zona fitale mediterranea. Nell'intento di salvaguardare tale ecosistema, assume un'importanza basilare definire le aree occupate dalle praterie, studiarne la fenologia, la distribuzione spaziale e la dinamica temporale (Pasqualini *et al.*, 1998). Per realizzare tale proposito si utilizzano metodologie che conducono a rappresentazioni cartografiche immediatamente interpretabili (Colantoni, 1995). Le carte così ottenute risultano indispensabili per la conoscenza dei fondali e per il monitoraggio a lungo termine delle principali biocenosi bentoniche costiere. In questo lavoro viene presentata la cartografia delle praterie di *P. oceanica* dell'Isola d'Elba realizzata mediante sistemi indiretti, quali il sonar a scansione laterale e la teledetezione aerotrasportata, integrati da controlli effettuati da operatori subacquei e ROV.

Materiali e metodi

La mappatura di *Posidonia oceanica* dell'Isola d'Elba in scala 1:10.000 è stata realizzata tra aprile e luglio 1995. La presenza delle praterie oltre alla morfologia e natura del fondale sono state rilevate per mezzo di sonar a scansione laterale (S.S.S.). Lo strumento usato era un sistema EG&G composto da registratore sia grafico che digitale e "pesce" con trasduttori operanti con frequenza da 100 a 500 kHz. Il posizionamento delle linee di navigazione è stato realizzato mediante Global Positioning System differenziale (DGPS). I dati S.S.S. erano interfacciati in tempo reale con il sistema di posizionamento tramite il software Trimble HYDRO. Il programma dei lavori prevedeva l'utilizzo della scala S.S.S.

di 100 m per canale; si sono quindi eseguite linee di rilievo parallele alla linea di costa spaziate di 150 m in modo da garantire la copertura dell'area di indagine ed una sovrapposizione che potesse fornire un controllo incrociato dei dati. Allo stesso scopo sono state eseguite anche linee di rilievo perpendicolari alla costa, utili anche per ottenere informazioni sull'inclinazione del substrato.

La mappatura delle praterie è stata realizzata in via sperimentale anche con il sistema di teledetezione iperspettrale VIRS200. I voli di acquisizione sono stati effettuati nel settembre 1994 e nell'aprile 1995 con il vettore aereo Partenavia P68 Observer. Il VIRS200 era settato in modo da registrare in 20 canali varie bande del visibile e del vicino infrarosso. Si è campionato il più fitto possibile a banda stretta sulle zone del blu e verde dello spettro elettromagnetico per avere la possibilità di acquisire conoscenze specifiche sulle finestre di trasparenza massima per la tipologia delle acque dell'Isola d'Elba. Sono state inserite anche delle bande del rosso per avere disponibilità di costruzione di immagini true-color e di una banda dell'infrarosso vicino utile per l'estrazione automatica della linea di costa. Le riprese sono state effettuate da una quota di 2000 piedi; tale quota porta ad una risoluzione nominale al nadir e perpendicolarmente alla direzione di volo di circa 1 metro. L'ora di acquisizione (tra le 11:00 e le 13:00) è stata scelta per avere contemporaneamente il minimo di riflessione sull'acqua ed il massimo di penetrazione dei raggi solari verso il fondo. Immersioni con ARA ed osservazioni tramite ROV sono state effettuate per integrare i dati rilevati in casi di interpretazioni dubbie.

Sono state scelte casualmente 4 località (Capo Enfola, P.ta del Nasuto, Cala Inferno, Golfo di Viticcio) per identificare lo stato di salute delle praterie mediante analisi di variabili strutturali (densità e indice fogliare) e fenologiche (numero e lunghezza media delle foglie) e studio della comunità macroalgale epifita della pianta (numero di specie e ricoprimento)(Giraud, 1977, 1979; Panayotidis, 1980). I rilevamenti sono stati effettuati in immersione con ARA su 5 superfici di 0.1 m^2 a profondità comprese tra 10 e 15 m.

Risultati

Al termine della campagna di rilevamento sono state percorse 248 linee per un totale di 336 Km rilevati. La mappatura realizzata in scala 1:10.000, mostra la presenza di *Posidonia oceanica* lungo tutto il perimetro dell'isola. L'estensione costa-largo delle praterie è in genere limitata a causa dell'inclinazione del fondo spesso molto accentuata. Le praterie più ampie si trovano all'interno dei 4 golfi principali dell'isola cioè quelli di Procchio, Campo, Stella e Lacona, ma anche tra capo Enfola e Portoferraio e nei pressi dell'isola Palmaiola (Fig. 1). I limiti superiori si collocano in genere al di sopra dei 5 metri, mentre in profondità le praterie si spingono sovente fino a 40 metri, a testimonianza di una buona trasparenza media delle acque attorno all'isola. *P. oceanica* colonizza fondi rocciosi in particolare lungo le coste occidentali, nord occidentali e sud orientali dell'isola, dove le praterie presentano una struttura a macchie e limiti netti legati alla morfologia del fondo. Una copertura più uniforme si osserva sui fondi sabbiosi presenti nei principali golfi dove spesso le praterie sono su matte ed i limiti si presentano in genere progressivi. Limiti erosi sono stati rilevati lungo le coste nord orientali e sud occidentali.

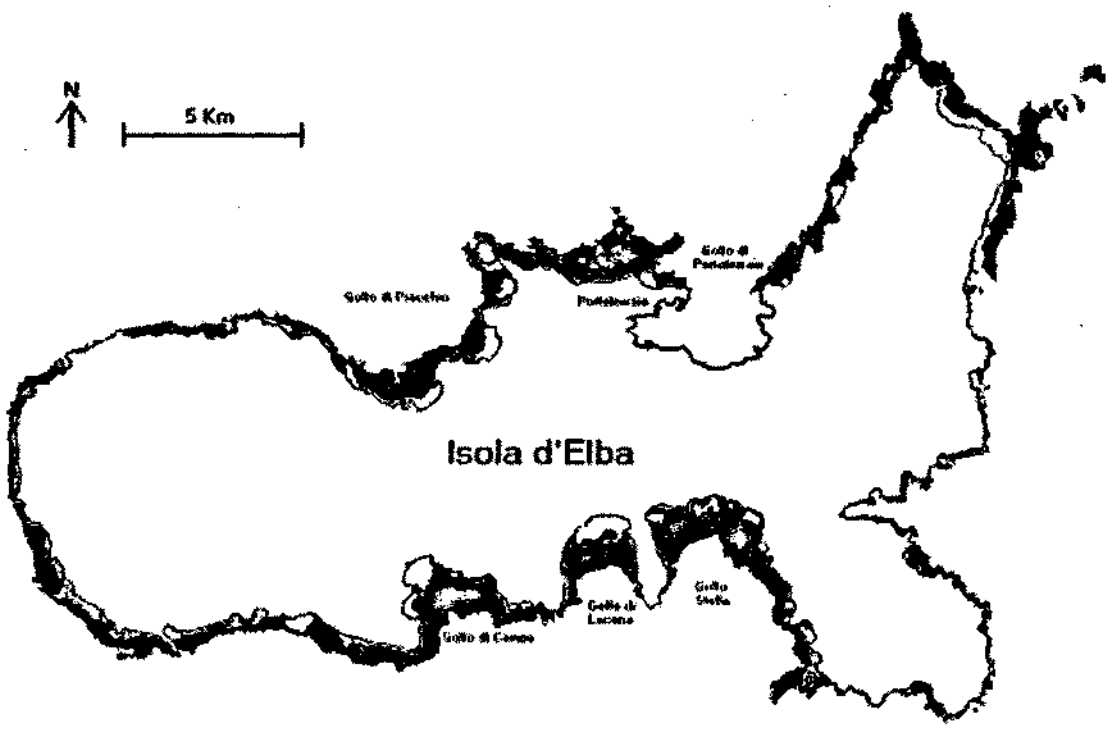


Fig. 1 - Distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* dell'Isola d'Elba.
Distribution of Posidonia oceanica *beds of Elba Island.*

Le praterie appaiono generalmente in buone condizioni; solo nelle aree più antropizzate, quali i golfi di Portoferraio e di Porto Azzurro, sono stati rilevati limitati fenomeni di regressione. Anche lungo la costa presso Rio Marina, sono state individuate aree danneggiate dall'attività mineraria che per lungo tempo ha interessato la zona.

La densità dei fasci fogliari è risultata variare tra 500 ± 55 e 675 ± 95 fasci/m^2 (media ± deviazione standard), mentre i valori dell'indice fogliare sono compresi tra 8.4 e 28.1. L'analisi fenologica ha dato valori di numero medio e lunghezza media delle foglie per fascio variabili rispettivamente tra 4.8 ± 0.4 e 6.2 ± 0.5 e tra 49.9 ± 19.1 e 62.5 ± 4.2. Lo studio degli epifiti macroalgali ha portato alla determinazione di 26 specie presenti sulle foglie (8 Fucophyceae, 18 Rhodophyta) e di 39 specie sui rizomi (5 Chlorophyta, 8 Fucophyceae, 26 Rhodophyta). I valori di ricoprimento variano tra 1 e 7.5 sulle foglie e tra 2 e 16 sui rizomi. Il popolamento delle foglie è dominato dalle corallinacee *Hydrolithon farinosum*, *H. cruciatum* e *Pneophyllum fragile* e dalla Fucophycea *Myrionema orbiculare*. Sui rizomi le specie più abbondanti sono *Acrothamnion preissii*, *Womersleyella setacea* e *Peyssonnelia* spp. Nel complesso la comunità risulta ben strutturata e presenta caratteristiche tipiche della flora epifita di *P. oceanica* (Panayotidis, 1980).

Discussione e conclusioni

L'integrazione dei diversi metodi utilizzati per il rilevamento delle praterie di *Posidonia oceanica* dell'Isola d'Elba si è rivelata efficace ed ha permesso la realizzazione di una mappatura particolarmente dettagliata.

Il sistema di posizionamento impiegato risulta estremamente preciso avendo un margine di errore di pochi metri.

La sperimentazione del VIRS 200 ha dato buoni risultati, l'efficienza del sistema nel rilevare il limite superiore delle praterie di *Posidonia* dell'isola d'Elba

è risultata elevata. In particolare, la possibilità di acquisire contemporaneamente immagini alle 20 diverse bande spettrali permette in sede di rilettura ed analisi dei dati di scegliere quelle per le quali si rileva il maggiore dettaglio. Questa possibilità potrebbe risultare estremamente vantaggiosa per acque non particolarmente limpide dove la fotografia convenzionale risulta meno efficace.

Il sonar a scansione laterale si è confermato come il miglior strumento per una efficace acquisizione su vasta scala dell'estensione delle praterie e per la localizzazione dei loro limiti inferiori.

La carta di distribuzione delle praterie presentata in figura 1, vuole essere solo una sintesi delle carte bionomiche ottenute. Queste ultime, non allegate per motivi di spazio ed impaginazione, sono comunque disponibili (vedi nota) e risultano essere un documento essenziale per il monitoraggio a lungo termine delle praterie di *P. oceanica* dell'isola d'Elba. Tali mappe, possono rappresentare uno strumento necessario per una corretta gestione della fascia costiera in un'area di particolare pregio naturalistico, oltre che di elevata importanza economica, facente parte del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano.

Summary

The importance of *Posidonia oceanica* beds for the maintenance of the ecological equilibrium of coastal areas is well known. For the safeguarding of such important systems the definition of their extension and state of health becomes of basal importance. To this aim different methods both indirect and direct have been developed. In this work two indirect methods, Side Scan Sonar and airborne teledetection, have been used to map *P. oceanica* beds of Elba Island; also, direct observations by scuba diving and Remote Operated Vehicles have been adopted to assess the density of the beds and to calibrate indirect methods. Samples of plants were collected by scuba diving to study phenological variables and macroalgal epiphytic community. The subtidal around Elba Island resulted occupied almost continuously by *P. oceanica.* Generally the beds extent from 5 m to 40 m depth and they appear in good state of health as demonstrated by the high values of structural (density vary from 500±55 to 675±95 shoots/m2) and phenological (number and lenght of leaves vary respectively from 4.8±0.4 to 6.2±0.5 leaves/shoot and from 49.9±19.1 to 62.5±4.2 cm) variables. Macroalgal epiphytic community appears that characteristic of *P. oceanica,* 26 species on leaves (8 Fucophyceae, 18 Rhodophyta) and 39 species on rhizomes (5 Chlorophyta, 8 Fucophyceae, 26 Rhodophyta) were identified. The methods adopted were highly effective for accurate mappping. As permanent document of the extension and of the current state of health of *P. oceanica* beds, maps should be considered a fundamental tool for the management of coastal areas.

Bibliografia

COLANTONI P. (1995) - Cartografia delle praterie di *Posidonia.* In: Cinelli F., Fresi E., Lorenzi C., Mucedola A. (eds), *Suppl. della Rivista marittima:* 106-115.

GIRAUD G. (1977) - Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Bot. Mar.*, **20**: 487-491.

GIRAUD G. (1979) - Sur un méthode de mesure et de comptage des structures foliares de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille,* **39**: 33-39.

PANAYOTIDIS P. (1980) - *Contribution à l'étude qualitative et quantitative de l'association* Posidonietum oceanicae *Funk 1927.* Thèse Doct. III cycle Océanol. Univ. Aix-Marseille II, Fr.: 166 pp.

PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C., CLABAUT P., PERGENT G. (1998) - Mapping of *Posidonia oceanica* using aerial photographs and Side Scan Sonar: application of the Island of Corsica (France). *Estuarine Coastal and Shelf Science,* **47**: 359-367.

La mappatura dell'Isola d'Elba è stata realizzata dal Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina (C.I.B.M.) di Livorno su finanziamento del Ministero dell'Ambiente – Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare. Tutte le mappe sono disponibili presso gli autori e sul sito web "http://gis.cnuce.cnr.it/posid".

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 499-508

R. BEDINI*°, M.G. CANALI*, F. BULLERI*, A. BEDINI*, R. FANTINI**, L. MAGNARINI**, A. FRANCA**, P. COLANTONI**

*Istituto di Biologia ed Ecologia Marina, P.zza G. Bovio, 4 - 57025, Piombino (LI), Italia.
°Dip. di Ecologia, Etologia, Evoluzione, Università di Pisa, Italia.
**Ist. di Geodinamica e Sedimentologia, Università di Urbino, Italia.

MAPPATURA DEL LIMITE SUPERIORE DI ALCUNE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* LUNGO LA COSTA TOSCANA

MAPPING OF SOME POSIDONIA OCEANICA *MEADOWS UPPER LIMIT ALONG TUSCAN COASTS*

Abstract

The regression of Posidonia oceanica *(L.) Delile (Angiospermae, Potamogetonaceae) meadows, occurring near industrial settlements, can affect the stability and dynamics of the coastal profile. This study aims to map the upper limits of some meadows (scale 1:10.000).*

The study was conducted on the meadows in the Gulf of Follonica, Rosignano Solvay and Leghorn (Tuscany). Mapping was performed using photo-interpretation techniques, by surveys taken along transects approximately 1000 m apart and from coordinates taken with a G.P.S. instrument. Land-meadow distance was determinated by line-transects. The maps give the upper limit of the meadows and the coast lines in front of them. This should provide a presupposition for future research on the relation between the meadows and variations in coast line.

Key-words: Posidonia oceanica, *upper limit, coast line, transect, map.*

Introduzione

Le praterie di *Posidonia oceanica*, sistemi ad elevata complessità biologica, rivestono un ruolo di fondamentale importanza nell'ecologia del Mediterraneo. Questa fanerogama è sensibile alle variazioni della qualità dell'ambiente, per cui rappresenta un indicatore biologico di interesse notevole. E' noto che la degradazione delle praterie può avere effetti sulla stabilità e la dinamica del profilo costiero (Augier, 1985; Bourcier, 1989). Pertanto risulta di indubbia importanza la realizzazione di mappature con una scala che permetta di valutare eventuali variazioni nella loro estensione. Questa necessità nasce dal fatto che esistono sì numerose versioni di mappe delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste italiane, ma spesso sono in scala 1:25.000, che fornisce una rappresentazione generica della localizzazione delle praterie e della loro estensione ma non sono di solito in grado di essere considerate la base per l'individuazione di eventuali fenomeni evolutivi e soprattutto di arretramenti del limite superiore nel tempo. Le tecniche adottate per la mappatura possono variare in base all'estensione della zona di studio ed alla scala spaziale di interesse (Colantoni, 1995).

La *Posidonia oceanica* è stata mappata con l'utilizzo di una vasta gamma di metodiche che vanno da quelle più semplici di prospezione subacquea a quelle più sofisticate come le tecniche di "Remote sensing".

Tra le più comuni si possono ricordare la fotografia aerea, la teledetezione satellitare, il batiscopio, il sonar laterale, l'ecoscandaglio, l'immersione subacquea autonoma, i minisommergibili, le telecamere filoguidate o trainate.

Tutti questi metodi non devono essere considerati alternativi, ma piuttosto complementari (Lefèvre *et al.*, 1985). Se usati da soli, molti di essi possono portare ad errori di interpretazione, per cui solo l'uso congiunto di diverse tecniche può garantire risultati attendibili (Meinesz *et al.*, 1988). Infatti la "qualità", intesa come livello di sicurezza per il riconoscimento "certo" del limite superiore e/o inferiore delle aree di crescita della *Posidonia oceanica*, è spesso compromessa da una errata interpretazione dei dati rilevati.

Anche l'impiego di tecniche di interpretazione fotografica aerea, e di teledetezione satellitare, a tutt'oggi considerate le migliori per rilievi su vasta scala, hanno evidenziato non pochi limiti, peraltro riscontrati anche nel nostro lavoro. A questo proposito, è utile ricordare le considerazioni fatte da Bianchi e Peirano (1990) per quanto riguarda l'analisi di immagini satellitari per il riconoscimento del limite superiore delle praterie di Posidonia liguri; infatti esso risultò corrispondere solo in parte (17%) al reale sviluppo di queste piante. Le principali difficoltà sono state riscontrate in alcuni casi nel distinguere la *Posidonia* da altre specie vegetali come, ad esempio, la *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch.

Il presente lavoro si è indirizzato alla realizzazione di cartografie (scala 1:10.000) del margine superiore di alcune praterie soggette a forte disturbo antropico.

Materiali e metodi

Sito di studio

La presente indagine è stata condotta, nel periodo primavera-estate 1998, su tre aree distinte di praterie di *Posidonia oceanica*, in zone antistanti o limitrofe ad aree portuali o industriali della Toscana (Mar Ligure, Mar Tirreno):

a) Golfo di Follonica: la prateria esaminata è stata quella che interessa il Golfo per tutta la sua estensione (Fig. 1 e 2);
b) Rosignano Solvay: è stata esaminata la prateria compresa tra Punta Pietrabianca a Nord ed il pontile Solvada a Sud (Fig. 3);
c) Livorno: è stata esaminata la prateria compresa tra la Terrazza Mascagni a Nord ed Antignano a Sud (Fig. 4).

Rilevamento del limite superiore della prateria

Il rilevamento del limite superiore delle praterie di *Posidonia oceanica* è stato eseguito utilizzando congiuntamente tre tecniche di rilevamento:

- l'uso di una cima metrata e piombata (Meinesz e Falconetti, 1975; Meinesz *et al.*, 1988);
- l'impiego di un apparato GPS;
- l'interpretazione di fotografie aeree (Compagnia Generale Riprese Aeree, Parma).

Il primo metodo di rilevamento è consistito nella realizzazione di transetti individuando un punto a terra (inizio transetto) ed uno a mare (fine transetto) per mezzo della bussola e di una cima metrata. La corda utilizzata misurava 450 m, con il diametro di 0,5 cm, ed era zavorrata ogni 50 cm con piombi da 20 g. In ogni transetto è stata fissata a terra in corrispondenza della linea di riva (punto a terra) e stesa fino a raggiungere il limite superiore della prateria (fine transetto). I transetti, distanti circa 1000 m l'uno dall'altro, sono stati effettuati in numero di 29 per il Golfo di Follonica, 5 per Rosignano Solvay, 6 per Livorno. Le coordinate del punto iniziale e finale di ogni transetto sono state

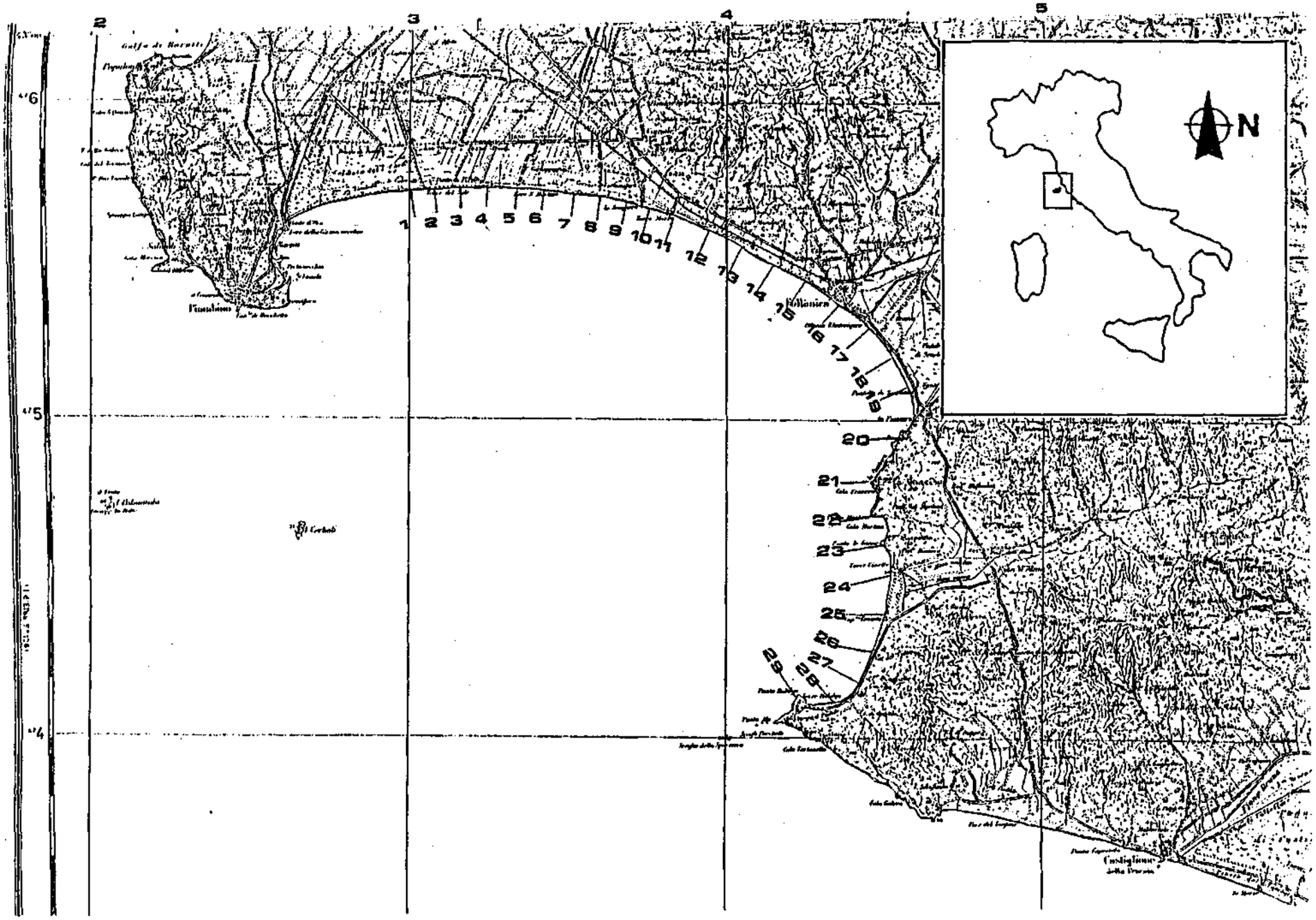


Fig. 1 - Rappresentazione dei transetti di studio nel Golfo di Follonica (scala 1:130.000).
Representation of study transects in the Gulf of Follonica, (scale 1:130.000).

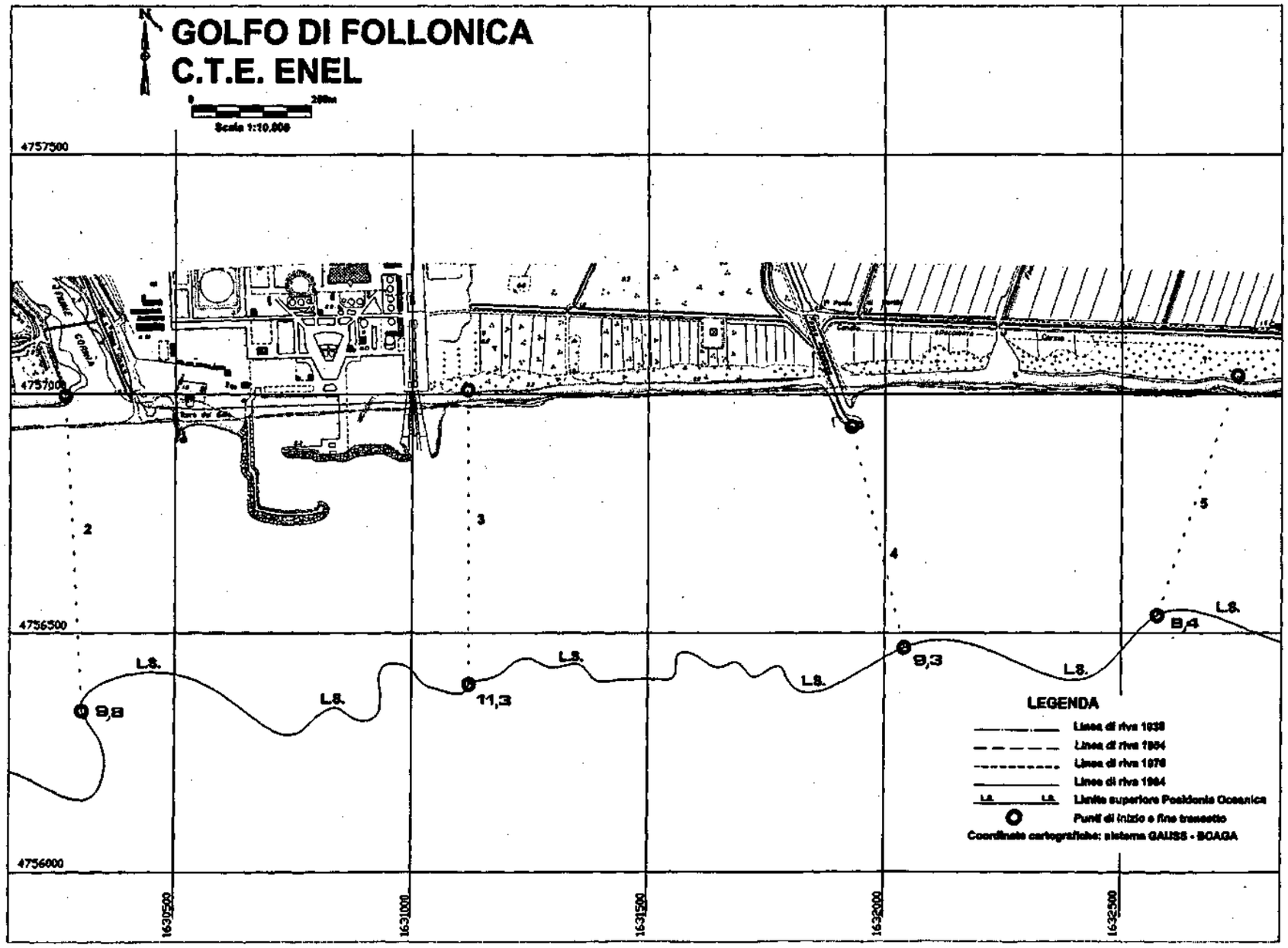


Fig. 2 - Rappresentazione del limite superiore della prateria a *Posidonia oceanica* nel Golfo di Follonica, nel tratto antistante la Centrale Termoelettrica ENEL (scala 1:10.000).

Representation of upper limit of the Posidonia oceanica *meadow in the Gulf of Follonica, opposite to the ENEL Thermoelectric Power Station (scale 1:10.000).*

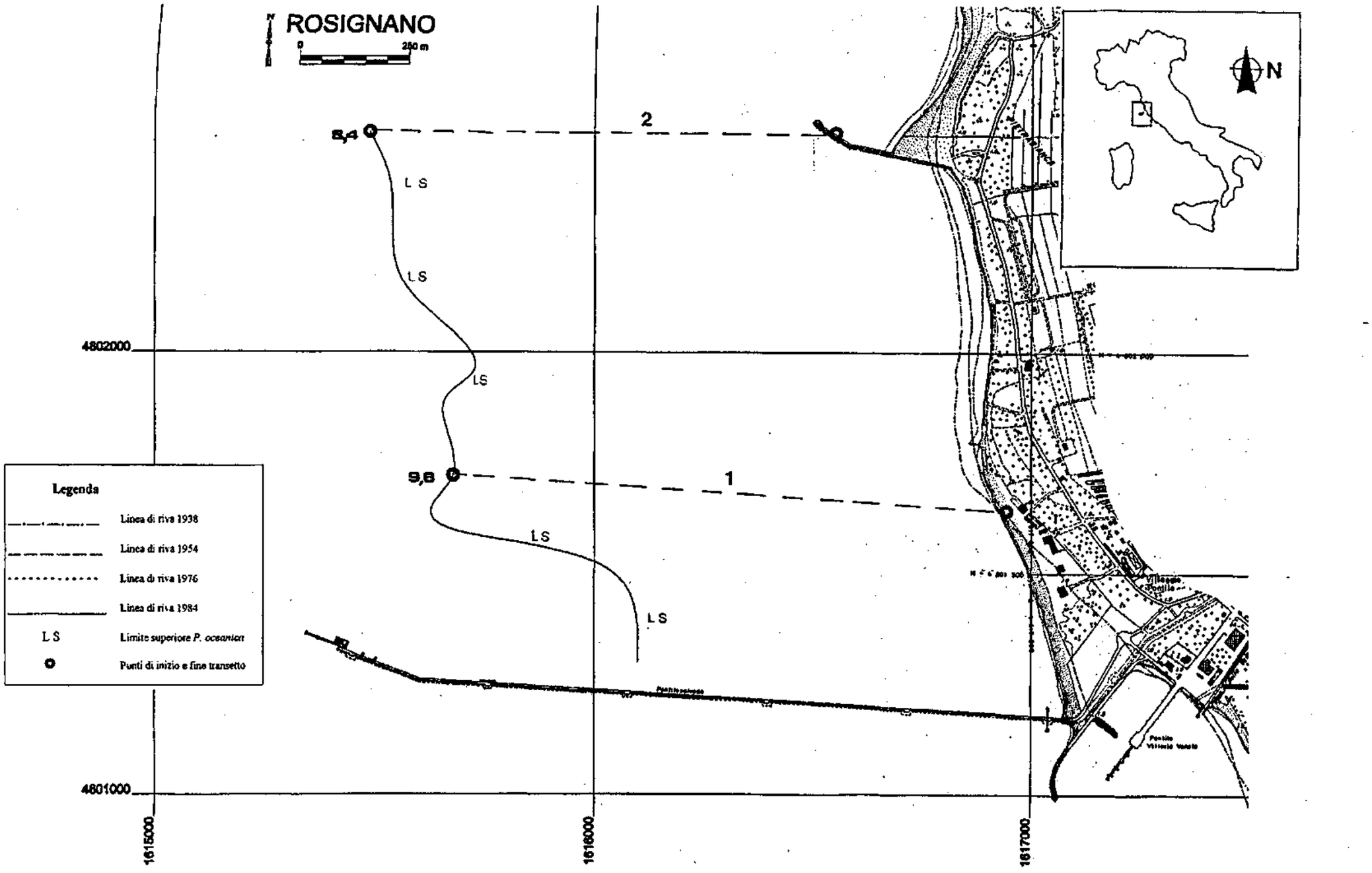
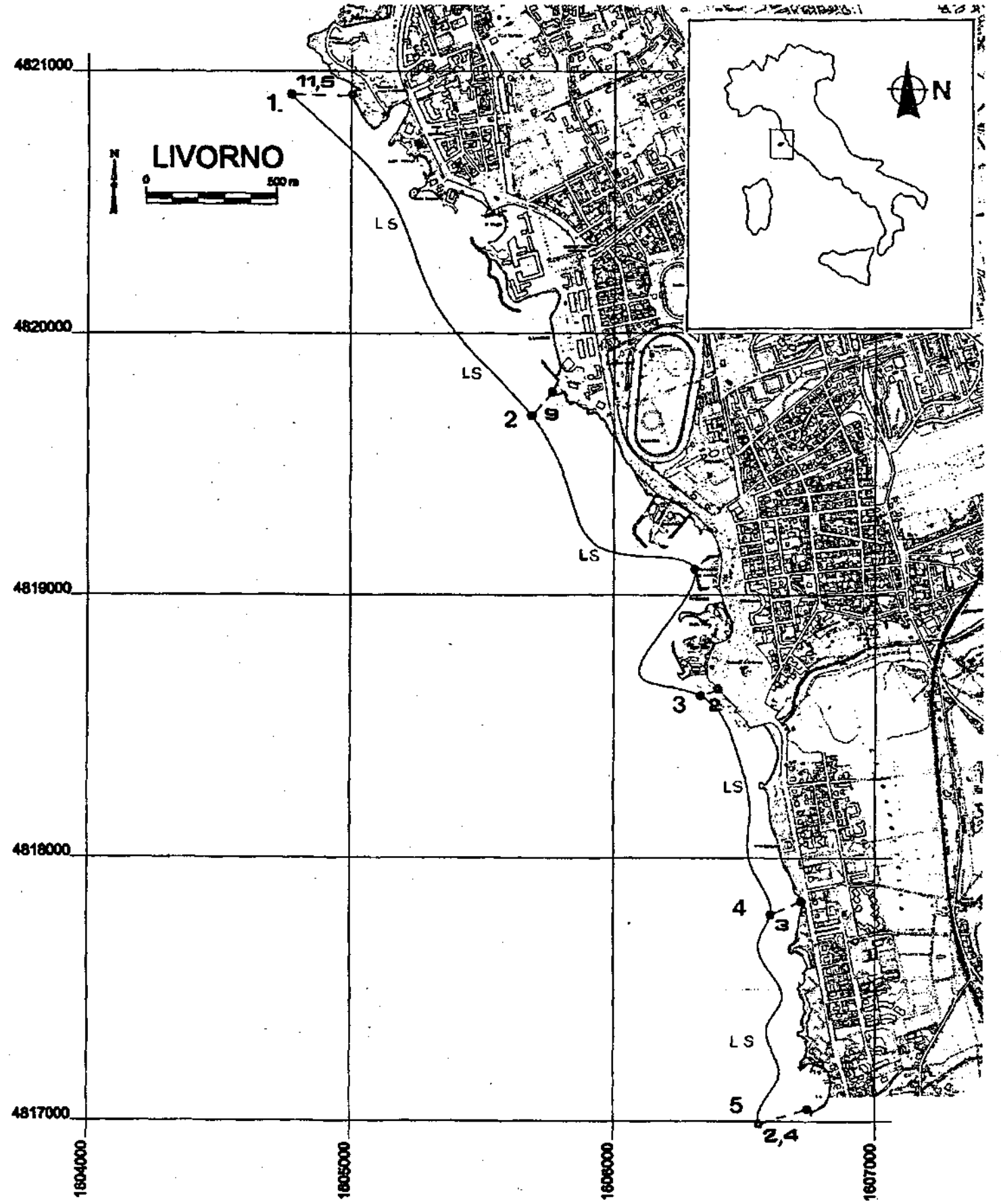


Fig. 3 - Rappresentazione del limite superiore della prateria a *Posidonia oceanica* nell'area di studio di fronte a Rosignano Solvay (Livorno) (scala 1:10.000).

Representation of upper limit of the Posidonia oceanica *meadow in the study area opposite Rosignano Solvay (Leghorn) (scale 1:10.000).*



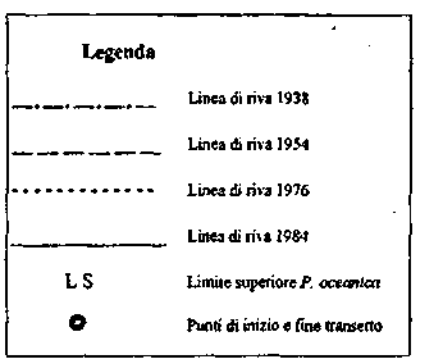


Fig. 4 - Rappresentazione del limite superiore della prateria a *Posidonia oceanica* nell'area di studio di fronte a Livorno (scala 1:20.000).

Representation of upper limit of the Posidonia oceanica *meadow in the study area opposite Leghorn (scale 1:20.000).*

acquisite attraverso un GPS (Garmin II plus), così come è stato fatto per un numero variabile di punti (fino a 7, sempre sul limite superiore della prateria) compresi tra due transetti consecutivi, in modo da ottenere una migliore definizione nella restituzione cartografica.

È stato possibile effettuare un confronto tra i rilevamenti ottenuti con GPS ed i valori ottenuti dal rilevamento eseguito con bussola e corda. Da questo confronto è stata stimata una imprecisione reale media di una decina di metri circa, che può essere accettabile, considerando la scala degli elaborati cartografici (1:10.000).

Restituzione cartografica

I dati ottenuti dai rilevamenti precedentemente descritti, sono stati associati all' interpretazione di fotografie aeree. Da questo ulteriore confronto si è ottenuta una buona corrispondenza nelle aree di Livorno e Follonica, mentre in quella di Rosignano l'interpretazione è stata fortemente ostacolata da alterazioni della trasparenza dell'acqua, della riflessione della luce, e di conseguenza dei colori visibili in foto, a causa degli scarichi a mare della fabbrica della Solvay.

Il lavoro si è svolto mediante il reperimento di una cartografia di base su supporto cartaceo relativo alla topografia della fascia costiera e alle variazioni delle linea di riva per gli anni 1938, 1954, 1976, 1984. Sulla cartografia di base è stato tracciato l'andamento del limite superiore dei posidonieti ottenuto mediante le tre metodologie di rilevamento precedentemente descritte. Tutti gli elementi rappresentati nella cartografia prodotta sono riferiti ad un sistema di coordinate Gauss-Boaga.

Il materiale utilizzato è consistito in:

- Carta delle linee di riva della Regione Toscana da Follonica a Punta Hidalgo scala 1:5000
- Carta delle linee di riva della Regione Toscana da Rosignano Solvay a Marina di Cecina scala 1:5000
- Carta delle linee di riva della Regione Toscana da Piombino a Follonica scala 1:5000
- Carta tecnica regionale della Regione Toscana elemento N° 283081 -Livorno sud- scala 1:5000
- Carta tecnica regionale della Regione Toscana elemento N° 283082 -Ardenza- scala 1:5000
- Carta tecnica regionale della Regione Toscana elemento N° 283121 -Antignano- scala 1:5000
- Carta topografica F. 318 Sezione III -Punta Ala- scala 1:25000

Risultati

Restituzione cartografica.

Le varie operazioni sopra descritte hanno consentito di ottenere come risultato finale una cartografia nella quale sono stati rappresentati:

- la fascia costiera dell'area in studio, per una distanza media dalla riva di circa 300 m;
- le linee di riva rilevate in diversi anni con rappresentazioni differenti;
- il margine superiore di crescita dei posidonieti, ottenuto mediante l'unione di tutti i punti rilevati con il GPS e con bussola e cima graduata.

Nelle Figure 1, 2, 3, 4 sono rappresentate le aree di studio, i transetti individuati, le profondità dei punti di fine transetto ed i limiti superiori delle rispettive praterie di *Posidonia oceanica*. Per poter meglio evidenziare le aree di studio complessive e la restituzione cartografica del limite superiore delle praterie le figure hanno diversa scala:

- Fig. 1 (scala 1:130.000): il Golfo di Follonica e tutti i transetti di studio;
- Fig. 2 (scala 1:10.000): particolare di una area limitata del Golfo di Follonica, transetti da 2 a 5, e limite superiore della prateria;
- Fig. 3 (scala 1:10.000): parte dell'area di studio di Rosignano Solvay con il limite superiore della prateria, che è presente solo nella zona rappresentata;
- Fig. 4 (scala 1:20.000): area di studio di Livorno con lo sviluppo del limite superiore della prateria (transetti 1-5).

Per quanto riguarda l'andamento del limite superiore della prateria nel Golfo di Follonica (Figure 1 e 2), sono stati evidenziati elementi di discontinuità del limite stesso insieme a condizioni indicative di regressione.

Riferendosi alla sequenza dei transetti individuati, si osserva che il limite superiore della prateria si colloca oltre i 600 m da riva per i transetti 1, 2 e 3, localizzati tra la zona portuale di Piombino e la Centrale Termoelettrica ENEL di Torre del Sale. Il limite stesso si presenta irregolare, con prateria a chiazze, abbondante presenza di matte morta e di alghe e fanerogame vicarianti della Posidonia.

La distanza della prateria da terra va poi decrescendo fino ai transetti 10 ed 11, dove si colloca a 316 metri, sempre con profilo irregolare e presenza di matte morta. La distanza va ulteriormente riducendosi in corrispondenza dei transetti 14 e 15, precedenti l'abitato di Follonica, con densità piuttosto bassa, abbondante presenza della fanerogama *Cymodocea nodosa* e di alghe fotofile. Nel tratto di mare antistante l'abitato di Scarlino, oltre Follonica, il limite superiore della prateria si riallontana dalla costa, per riavvicinarsi e rimanere molto prossimo alla costa stessa dal transetto n. 20 fino a Punta Ala, con un minimo di distanza di 39 m presso Punta Le Canne (transetto 23).

Relativamente alla zona indagata di Rosignano Solvay (Fig. 3), in corrispondenza dei transetti n° 3 e n° 4 la prateria è risultata assente ed è stata trovata solo matte morta. Lungo il transetto n° 5 sono state rilevate solo poche chiazze di *Posidonia oceanica* e alghe fotofile su roccia, mentre nei transetti n° 1 e n° 2 il limite della prateria si presenta discontinuo, con presenza di *P. oceanica* a chiazze.

Per ciò che riguarda infine la prateria a *Posidonia oceanica* antistante il litorale livornese, limitatamente alla zona studiata, il limite superiore si presenta omogeneo e non mostra particolari segnali di arretramento (Fig. 4).

Discussione e conclusioni

La sorveglianza diretta e continua dei posidonieti che sono situati in prossimità di aree industriali che possono avere un impatto significativo sulla regressione dei limiti superiori degli stessi, con eventuali cambiamenti della linea di costa, necessita di parametri precisi per poter formulare ipotesi di interventi scientificamente validi. Le cartografie ripetute nel tempo sono senza dubbio uno strumento importante per stabilire eventuali variazioni negli anni delle linee di costa e dell'estensione delle praterie antistanti per formulare ipotesi di intervento mirato. Delle aree da

noi indagate esistevano solo rappresentazioni cartografiche non molto precise, tra cui quelle riportate in una Carta Bionomica dei Mari Toscani in scala 1:250.000 ad opera della Regione Toscana e dell'ENEA (Bianchi *et al.*, 1995), che faceva riferimento a campagne effettuate negli anni 1985, 1986, 1987, 1990, 1992, 1993. Pur essendo largamente utilizzata, una carta simile può avere solo un valore indicativo delle aree occupate da *Posidonia oceanica* in quanto in alcune zone non sono neanche segnalate praterie pur esistenti (Elba, Piombino). Anche le carte esistenti in scala 1:25.000 hanno un valore molto generico, soprattutto riguardo le distanze da riva e l'andamento dei limiti superiori delle praterie, e non offrono un dato di partenza sicuro per uno studio a lungo termine sull'evoluzione dell'estensione delle praterie segnalate. La scala 1:10.000 può essere invece ritenuta una base sufficientemente valida e precisa. La fotointerpretazione dei dati, su fotografie eseguite da ditte specializzate limitatamente all'interpretazione del margine superiore delle praterie delle aree indagate, ed il supporto molto dettagliato dei rilevamenti in immersione lungo line-transects, combinato con i rilevamenti di numerosi punti con apparato GPS tra transetto e transetto, hanno permesso di approntare delle cartografie che riteniamo valide per eventuali studi sulla dinamica delle linee di costa e dei prospicienti posidonieti delle aree indagate.

Summary

Posidonia oceanica meadows play a fundamental role in the Mediterranean coastal habitats as they are highly sensitive biological indicators of the quality of the environment. Accurate mapping is therefore essential in allowing evaluation of any changes in the size of the meadow over time.

This study aimed to map the upper limits of some of the meadows of the Tuscan sea beds on a scale of 1:10,000. Our study considered meadows in the Gulf of Follonica (entire extension), at Rosignano Solvay (between Punta Pietrabianca and Pontile Solvada) and Leghorn (between Terrazza Mascagni and Antignano).

We used the following three techniques for our survey:
- a leaded measuring cable
- GPS apparatus
- aerial photo interpretation

We effectively established transects within the study area (one every 500 metres) lying between the shore line and the upper margin of the meadow with the measuring line. The coordinates for the starting and finishing points of each tract were obtained by GPS; the same procedure was adopted for several other points (up to 7) falling between two consecutive transects.

The data from the above mentioned methods were compared and combined. Using a basic paperback map showing the topography of the coastal belt and the variation in coast lines for the years 1938, 1954, 1976 and 1984, we drew in the upper limit of the *Posidonia* meadows obtained from our surveys. All the elements on the up-dated map were referred to a Gauss-Boaga coordinate system. The map shows:
- the coastal belt of the study area, for a mean shore distance of approximately 300 m
- the shore lines for the various years
- the upper growth limit of the *Posidonia* meadows.

We found clear patterns of regression, particularly in the tract in the Gulf of Follonica near the city of Piombino and in the tract facing the built up area of Scarlino. Here the shore-meadow distances were higher than in the rest of the Gulf; there were various species of vicarious plant species and dead "matte". We also found severe signs of degradation in the Rosignano area, whilst the meadow in the study area in front of Leghorn was homogenous and showed no signs of regression.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare in modo particolare:
- l'Archivio Foto-Cartografico della Regione Toscana, che ha messo a disposizione la documentazione fotografica e cartografica necessaria e preliminare alla presente ricerca e che ha autorizzato la riproduzione di fotografie aeree di sua proprietà;

- la Provincia di Livorno, Vincolo Idro-Geologico ed Archivio Foto-Cartografico, per aver fornito i documenti cartografici richiesti;
- la Provincia di Grosseto, Settore Sviluppo e Tutela del Territorio, per aver reso disponibile la documentazione cartografica richiesta;
- le Capitanerie di Porto della Provincia di Livorno, che hanno accordato i permessi per i lavori effettuati lungo la fascia costiera;
- la Fondazione per la Meteorologia Applicata di Firenze, che ha finanziato il progetto di ricerca.

Bibliografia

AUGIER H. (1985) - L'herbier à *Posidonia oceanica*, son importance pour le littoral méditerranéen, sa valeur comme indicateur biologique de l'état de santé de la mer, son utilisation dans la surveillance du milieu, les bilans écologiques et les études d'impact. *Vie marine*, **7**: 85-113.

BIANCHI C.N., CINELLI F., MORRI C. (1995) - La carta bionomica dei Mari Toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie-Serie A*, **102** (Suppl.): 255-270.

BIANCHI C.N., PEIRANO A. (1990) - *Mappatura delle praterie di* Posidonia oceanica *in Mar Ligure.* ENEA-CREA S.Teresa, La Spezia.

BOURCIER M. (1989) - Regression des herbiers a *Posidonia oceanica* (L.) Delile, a l'est de Marseille, sous l'action coniugueè des activitès humaine et des modifications climatique. In: C.F. Boudouresque, A. Meinesz, E. Fresi, V. Gravez (eds), *International workshop on* Posidonia oceanica *beds*, GIS Posidonie Publ., Fr., 1: 287-292.

COLANTONI P. (1995) - Cartografia delle praterie di *Posidonia.* La *Posidonia oceanica. Rivista Marittima*, **12** (Suppl.): 106-115.

LEFEVRE J.R., MEINESZ A., GLOUX B. (1985) - Premières données sur la comparaison de trois méthodes de cartographie des biocénoses marines. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **29** (6): 209-211.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., LEFEVRE J.R. (1988) - A map of the *Posidonia oceanica* beds of Marina d'Elbu (Corsica, Mediterranean). *P.S.Z.N. I: Mar. Ecol.*, **9** (3): 243-252.

MEINESZ A., FALCONETTI C. (1975) - Arnènagement de la baie Ouesl de Menton. Etude des peuplements benthiques vègèaux e animaux. *Document ronèotypè èditè par le laboratoire de Biologie generale de l'Universitè de Nice,* 16 p., 1 carte.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 509-516

G. Cancemi [1 e 2], M. Baroli [1], G. De Falco [1], S. Agostini [2],
G. Piergallini [1], I. Guala [1]

[1] International Marine Centre, Gruppo Ecosistemi Costieri, Loc. Sa Mardini
09072 Oristano, Italia.
[2] Equipe Ecosystèmes Littoraux, Université de Corse, BP 52 - 20250 Corte, France.

CARTOGRAFIA INTEGRATA DELLE PRATERIE MARINE SUPERFICIALI COME INDICATORE DELL'IMPATTO ANTROPICO SULLA FASCIA COSTIERA

INTEGRATED MAPPING OF SUPERFICIAL MARINE MEADOWS AS INDICATORS OF HUMAN IMPACT ON COASTAL ZONES

Abstract

The superficial area of the Gulf of Oristano was mapped by means of raster image analysis of aerial photogrammetry. The mapping of the Posidonia oceanica *(Helobiae, Potamogetonaceae) meadow was integrated by morphostructural measurements and sediments grain size analysis. The final image of the Gulf coastal zone reveals a widespread* P. oceanica *meadow with clear interruption areas. In these areas, where the upper limit ends suddenly, the meadow shows low shoots density and coverage and the sediment characteristics change radically. The regression processes of the meadows seem to depend on the human activities in the Gulf.*

Key-words: *cartography,* Posidonia oceanica, *human activities.*

Introduzione

L'applicazione delle tecniche cartografiche alle aree marine costiere rappresenta un importante strumento per lo studio degli ecosistemi bentonici e delle loro variazioni spazio-temporali (Meinesz *et al.*, 1981; Pergent *et al.*, 1995). Nell'ultimo decennio sono stati messi a punto metodi cartografici basati sulla elaborazione di immagini satellitari e di foto aeree (Courboules *et al.*, 1988), che risultano utili per lo studio delle praterie marine (Kelly, 1980; Pasqualini, 1997) e dei fenomeni di regressione (una perdita di almeno 90.000 ettari di praterie marine é stata documentata nell'ultimo decennio, in Short et Wyllie-Echeverria, 1996).

La cartografia a scala medio-grande basata su aereofotogrammi, in particolare, permette di conoscere l'estensione delle praterie e la distribuzione del limite superiore, contribuendo quindi all'individuazione di fenomeni di degradazione dell'ambiente costiero e dell'eventuale impatto antropico (Short *et al.*, 1996; Cancemi *et al.*, 1997; Pasqualini *et al.*, 1998).

Il presente studio é stato condotto nel Golfo di Oristano (Sardegna occidentale), dove é stata eseguita una mappatura delle praterie marine utilizzando rilievi aereofotogrammetrici. L'indagine cartografica é stata integrata e completata da misure morfostrutturali della prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile, che ricopre la maggior parte dei fondali del Golfo, e da analisi granulometriche del sedimento del fondo. Tale approccio metodologico ha permesso d'individuare alcune aree costiere a rischio, dove una serie di attività (navigazione commerciale, pesca lagunare e acquacoltura) limitano l'estensione della prateria e condizionano la qualità dell'ambiente.

Materiali e metodi

L'indagine cartografica dell'area superficiale del Golfo (fino a circa -10 metri) é stata eseguita a partire da rilevamenti aereofotogrammetrici (9 foto a colori, scala 1:20.000) (Fig. 1). Il pretrattamento delle foto (scannerizzazione, correzione geometrica e adattamento dei contrasti) ha permesso il posizionamento su carta nautica di una serie di transetti costa-largo per le relative verità mare (verifiche dirette in immersione ARA). La successiva elaborazione e interpretazione delle immagini raster, con pixel di 5 metri (Pasqualini, 1997), ha evidenziato: la prateria a *P. oceanica*, la prateria a *P. oceanica* degradata, il prato a *Cymodocea nodosa* e il prato misto.

Sulla base di queste informazioni sono state fissate 120 stazioni, con una maglia di campionamento di ca. 0.5 miglia nautiche all'interno delle aree mappate e ca. 1 miglio nautico all'esterno (Fig. 1). In ogni stazione è stata effettuata una seconda serie di immersioni per misure morfostrutturali del prato (omogeneità del prato, grado di copertura del fondo, presenza/assenza di matte, etc.), conte di densità dei ciuffi (8-10 repliche in un quadrato di 40×40 cm), stime di ricoprimento e campionamenti di sedimento. In questo articolo vengono presentati unicamente i dati di densità e ricoprimento delle due aree di discontinuità della prateria a *P. oceanica*, messe in evidenza dall'indagine cartografica e dalle analisi morfostrutturali. In ogni area viene presa in considerazione una stazione in prossimità del limite superiore e un'altra (sito di controllo) in un'area più interna al prato.

Sui campioni di sedimento, prelevati mediante corer di 10 cm di lunghezza e 5 di diametro (3 repliche), è stata effettuata l'analisi granulometrica mediante setacciatura, per la frazione superiore ai 500 μm, e per mezzo di granulometro laser (Galai Cis 1) per la frazione inferiore ai 500 μm (De Falco *et al.*, 1999). La variabilità areale della granulometria dei sedimenti è stata ottenuta con la tecnica del countouring che ha consentito di rappresentare, su base georeferenziata, le isolinee del diametro medio.

Risultati

L'indagine cartografica ha dato 9 mappe georeferenziate della zona costiera del Golfo di Oristano, in scala 1:20.000, in seguito assemblate in un unica carta finale in scala 1:100.000, dove sono state inserite (in formato *DXF*) le isolinee del diametro medio dei sedimenti (Fig. 2).

Tale immagine mostra una estesa prateria a *P. oceanica* che presenta evidenti aree di discontinuità. In particolare nel settore nord-est del Golfo, nell'area prospiciente il fiume Tirso e il porto commerciale di Oristano, la prateria mostra una netta interruzione e il limite superiore è localizzato a oltre un miglio dalla linea di costa (Fig. 2). L'altra zona di discontinuità della prateria è nell'area antistante l'estuario di Marceddì e lo stagno di Corru de S'Ittiri, nel settore meridionale, dove si svolgono attività di pesca e acquacoltura (Fig. 2). Mentre nella parte nord-est il limite superiore si presenta come un margine netto, nella parte sud, in particolare nel tratto di costa antistante lo stagno di Corru de S'Ittiri, il limite appare molto irregolare, con la presenza di canali intermatte e vaste zone di matte morta con altezze anche di 1 metro.

I dati di densità della prateria risultano molto bassi in queste due aree, così come la percentuale di ricoprimento. Infatti, nella zona prospiciente il fiume Tirso e il porto commerciale, in prossimità del limite superiore (39°52',77; 008°29',66),

si registrano densità del tipo V, cioè di semiprateria (Giraud, 1977), con una media di 111 ± 5.3 ciuffi/m², e un ricoprimento del fondo del 15-20%. Nella stessa area, nella zona più interna della prateria (stazione di controllo: 39°52',70; 008°28',89), si registra una densità media di 293 ± 13 ciuffi/m² e un ricoprimento del fondo del 35-40%.

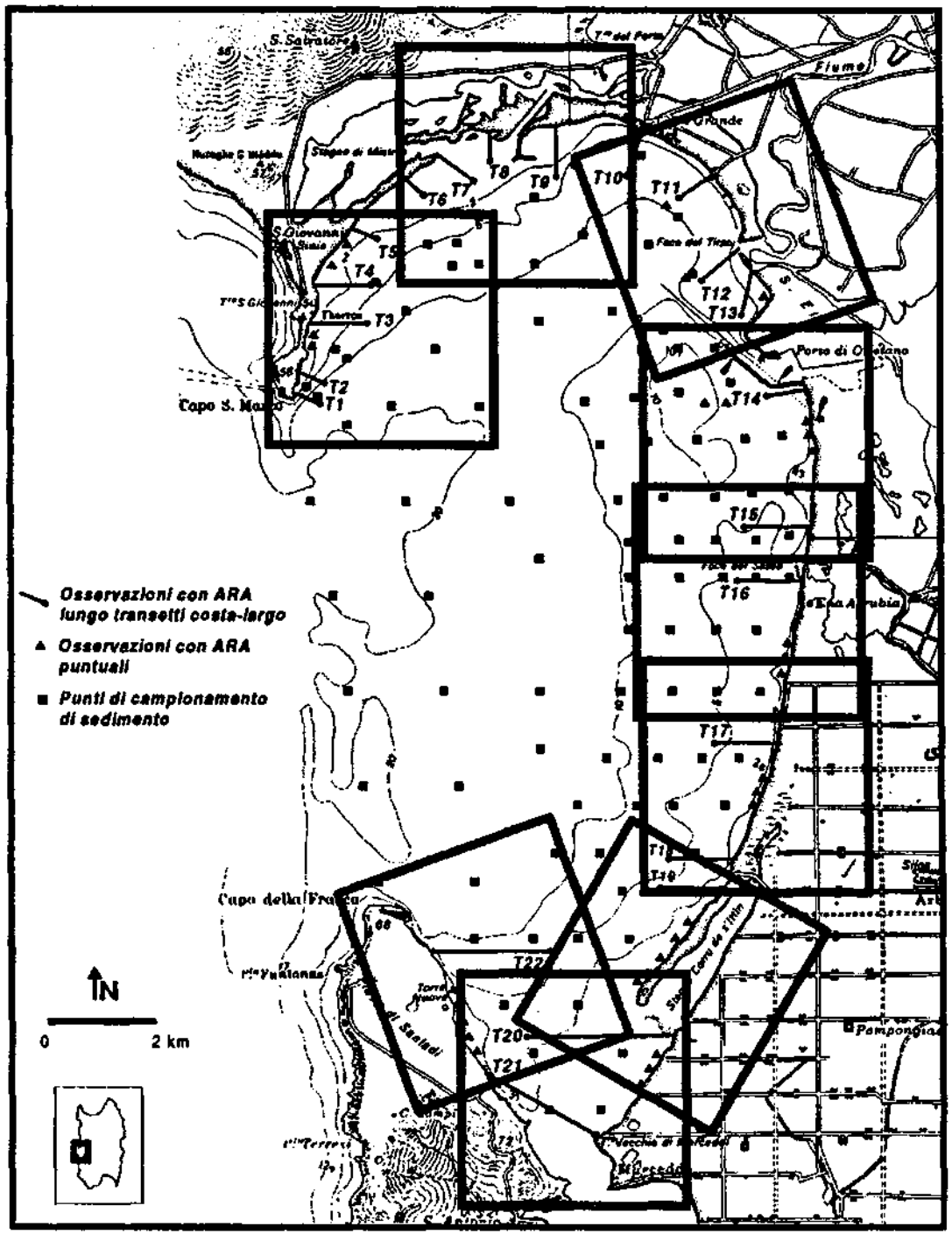


Fig. 1 - Sito di studio con schema dei rilievi aereofotogrammetrici, punti di campionamento e transetti.

Study area, aerial photogrammetry, sampling stations and transects are showed.

Nell'area antistante Marceddi e Corru de S'Ittiri, le densità registrate in prossimità del limite superiore (39°46',60; 008°31',60) sono del tipo IV, cioé di prateria molto rada (Giraud, 1977), con una media di 163 ± 9 ciuffi/m² e un ricoprimento del 5-10%; mentre nella stazione di controllo (39°46',60; 008°29',70)

la media é di 231 ± 12 ciuffi/m² e il ricoprimento é del 35-40%. Queste differenze appaiono ancora più evidenti quando le densità vengono rapportate alle percentuali di ricoprimento: da 17 a 22 ciuffi/m² nella zona nord (contro i 102-117 ciuffi/m² della stazione di controllo) e da 8 a 16 ciuffi/m² nella zona sud (contro gli 81-93 ciuffi/m² della stazione di controllo.

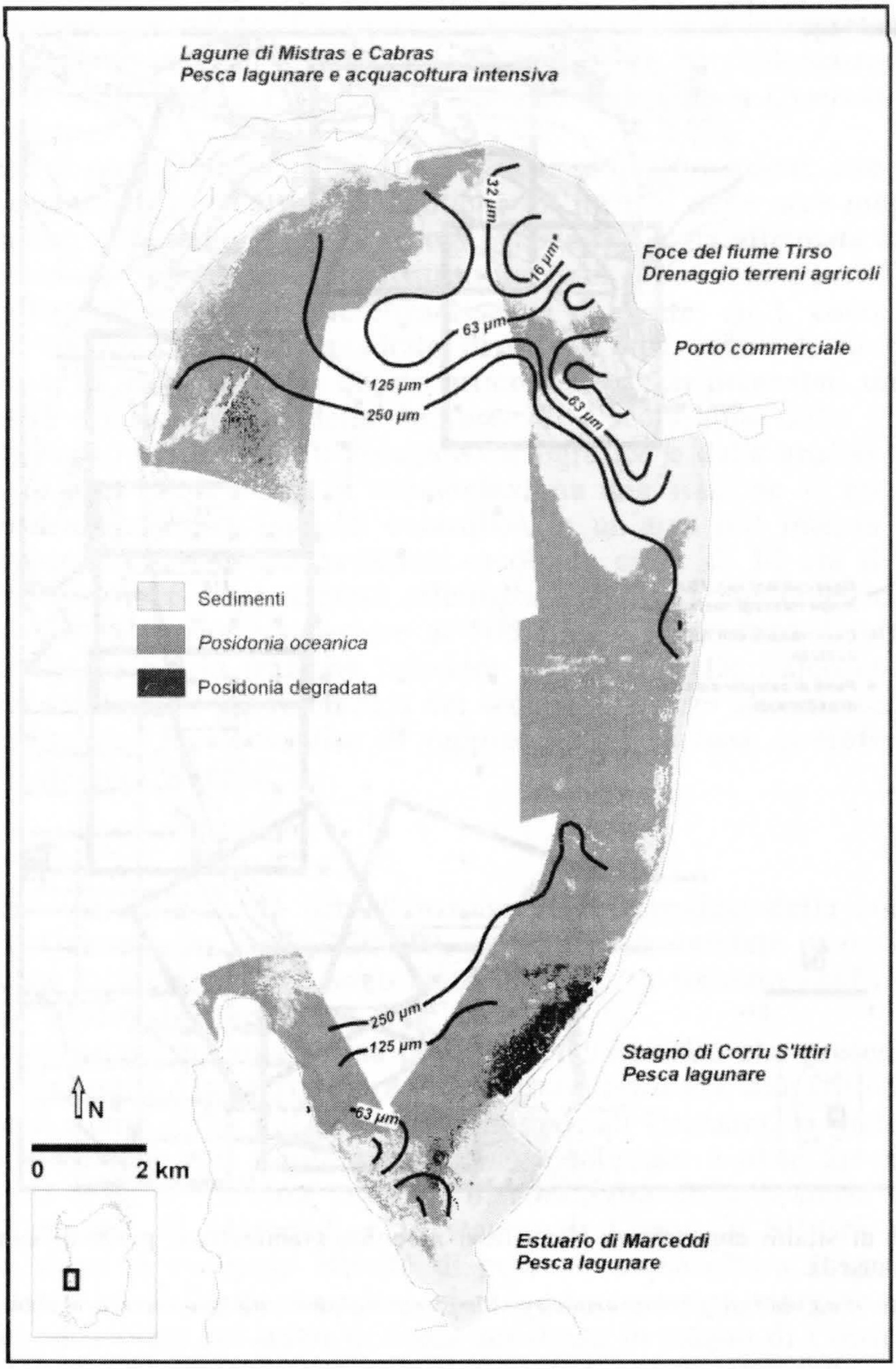


Fig. 2 - Rappresentazione cartografica della distribuzione della prateria a *P. oceanica* e della granulometria dei sedimenti, in rapporto alle principali attività svolte nell'area costiera del Golfo di Oristano. Scala 1:100.000 (riduzione del 40%).

Cartography of P. oceanica *meadow, with sediments grain size, in relation to the main activities of the coastal zone of the Gulf of Oristano. Scale 1:100.000 (40% reduced).*

La granulometria dei sedimenti mostra un drastico cambiamento del diametro medio nelle aree prospicenti la foce del Tirso, il Porto industriale e l'estuario di Marceddì, dove sono presenti principalmente silt sabbiosi (diametro medio < 125μm) (Fig. 2). In particolare, nel delta del fiume la percentuale di frazione siltoso-argillosa raggiunge i valori più elevati, superiori al 85% (diametro medio < 15.6μm). All'interno del prato i sedimenti diventano progressivamente più sabbiosi, con le granulometrie più grossolane nella zona centrale del Golfo (diametro medio > 250 μm).

L'indagine cartografica, inoltre, ha messo in evidenza la presenza di *Cymodocea nodosa* in diverse zone. In particolare, nel settore nord, nel tratto di costa antistante le bocche delle lagune di Cabras e Mistras, *C. nodosa* forma un esteso prato su turf misto a *P. oceanica* e *Caulerpa prolifera* (Fig. 3). Nella parte più meridionale del Golfo, in una vasta area di fronte l'estuario di Marceddì, *C. nodosa* risulta impiantata su matte morta, con presenza di macroalghe fotofile (*Ulva* sp. e *Cladophora* sp.).

Discussione e conclusioni

Le zone d'interruzione della prateria a *P. oceanica*, evidenziate dall'indagine cartografica nel Golfo di Oristano, corrispondono alle aree costiere maggiormente interessate da attività di navigazione, pesca e agricoltura. Nel settore nord la presenza del fiume Tirso (che drena una pianura alluvionale prevalentemente agricola) e del porto commerciale sembrano essere i principali fattori che limitano l'estensione della prateria, probabilmente a causa della continua risospensione dei sedimenti e della torbidità. La presenza di sedimenti fangosi di origine terrestre (De Falco *et al.*, 1997) e i valori molto bassi di densità del prato registrati in prossimità del limite superiore confermano una tale ipotesi.

Nella parte meridionale del Golfo, la prateria sembra essere condizionata dalla presenza dello Stagno di Corru de S'Ittiri e dell'estuario di Merceddì, dove si svolgono attività di pesca lagunare e dove confluisce una parte dei reflui della locale zootecnia intensiva (piana di Arborea). Nell'area antistante il cordone litoraneo dello Stagno di Corru de S'Ittiri, dove all'inizio degli anni '90 sono state realizzate una serie di opere (moli, lavorieri e scogliere artificiali), il limite superiore della prateria è molto irregolare, con presenza di canali *intermatte* e *matte* morta. Questo dovrebbe indicare un processo di regressione relativamente recente.

L'individuazione dei prati misti, inoltre, risulta particolarmente interessante in rapporto all'evoluzione spazio-temporale delle praterie marine e allo stato di equilibrio degli ecosistemi costieri. Infatti, la presenza di *C. nodosa* nelle aree di regressione della prateria a *P. oceanica* rappresenta una fase del processo di successione ecologica che potrebbe portare, nel tempo, alla completa colonizzazione delle aree di matte morta.

In conclusione, tale studio è un esempio di come la cartografia a scala medio-grande, integrata da opportune misure e analisi, permetta di evidenziare processi di degradazione degli ecosistemi costieri e di individuare aree a rischio, contribuendo ad una corretta gestione della fascia costiera. In effetti, le aree interessate da fenomeni regressivi delle praterie come quelli individuati nel Golfo di Oristano risultano particolarmente vulnerabili e, inoltre, la distruzione della prateria a *P. oceanica* innesca una serie di processi (diminuzione della biodiversità e della produttività, risospensione dei sedimenti, etc.) che possono portare a una degra-

dazione generalizzata dell'ambiente (Jeudy de Grissac, 1984; Shepherd, *et al.*, 1989; Short *et al.*, 1996).

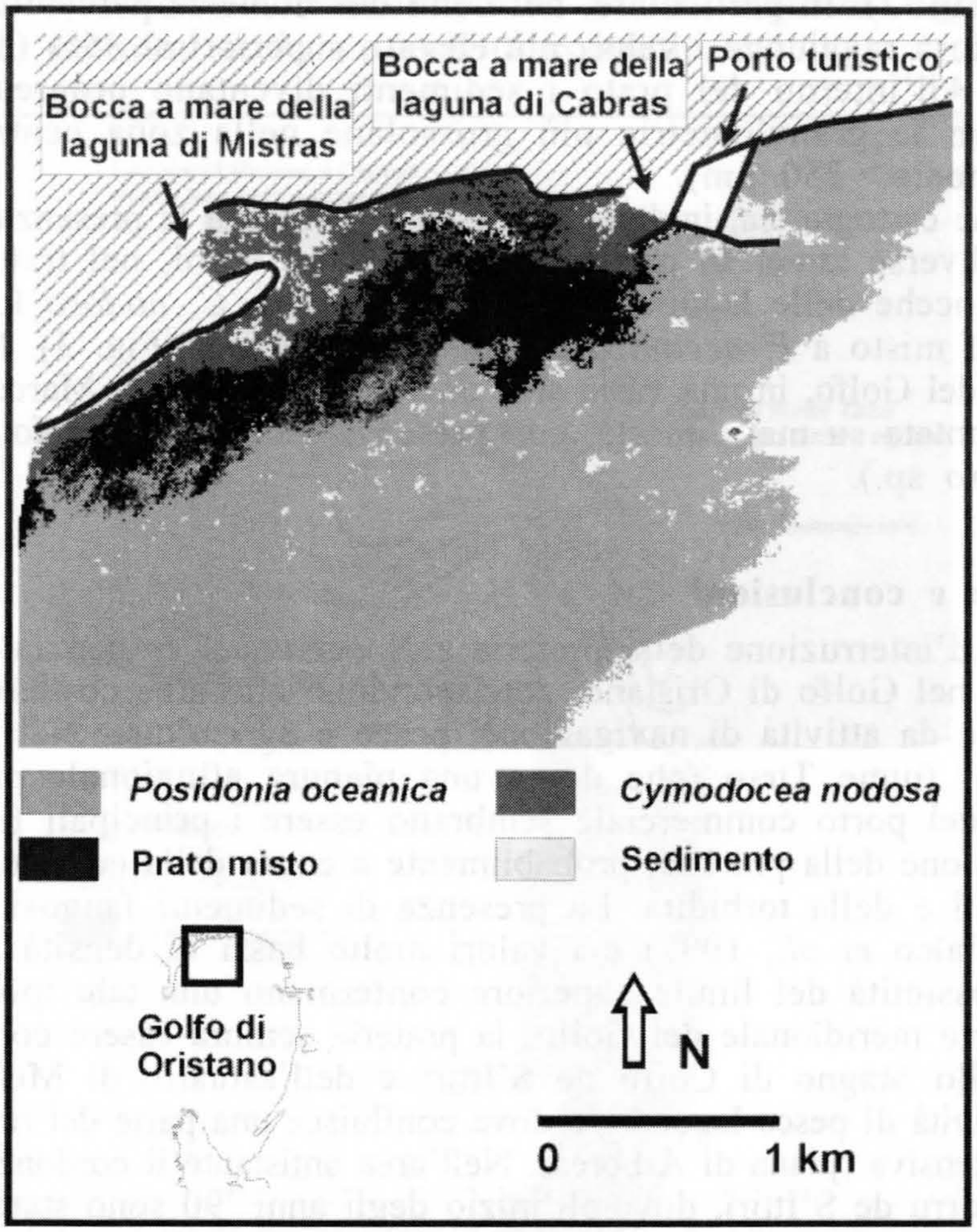


Fig. 3 - Immagine cartografica dell'area costiera antistante le lagune di Mistras e Cabras (settore nord del Golfo di Oristano). Scala 1:20.000 (riduzione del 50%).

Map of the coastal area in front of the Cabras and Mistras lagoons (northern part of the Gulf of Oristano). Scale 1:20.000. (50% reduced).

Summary

Satellite and aerial mapping of coastal zones is an important tool for studying benthonic ecosystems and their variations in space and time. The mapping by elaboration of photo-aerial images is particularly useful for the investigation of seagrass meadows. The medium – large scale of aerial photogrammetry permits to know the extension of seagrass meadows and the location of their upper limit. These informations can be used to detect degradation processes of coastal environment and human impact.

In the Gulf of Oristano, in Western Sardinia (Italy), biocenose and biotope mapping integrated by morphostructural measurements and by sediment analysis, made it possible to locate coastal zones at risk, were a number of human activities (mercantile port, lagoon aquaculture, etc.) affect environmental quality.

The superficial area (0-10 metres depth) of the Gulf was mapped, starting from aerial photogrammetry (1:20.000 colour photographs), by means of raster image analysis and elaboration with 5 metres pixels. Image interpretation was supported by direct observation and ARA diving surveys. Successively, the study of *P. oceanica* meadow was integrated by shoots density and covering measurements and by sediments granulometry.

The final image of the Gulf coastal zone reveals a vast *P. oceanica* meadow, showing clear interruption areas. The upper limit ends suddenly (neat distancing from the coast) in the north-east sector of the Gulf, in the area close to the Tirso river and to the port, and also in the area in front of the Marceddì lagoon and of the Corru de S'Ittiri lagoon (with aquaculture activities), in the Southern part of the Gulf. In these areas, the sediment characteristics change radically, being the granulometric size thinner and with a high percentage of mud (< 63 mm), and the meadows has very low density values (type IV and V of Giraud classification, 1977) and of covering (from 5 to 20 %). These information, in addition to the characteristics of the upper limit in these areas, allow us of to hypothesise that the extension of the meadow in front of the Tirso river is due to the sediment dynamics: the re-suspension of fine particles may constitute a limitation for light penetration. While, in the area nearby the Corru de S'Ittiri lagoon, the presence of dead "matte" suggests that a recent regression process (probably due to the building of works for shore protection) occurred.

In some areas the withdrawing meadow gives way to *Cymodocea nodosa* with the creation of mixed meadows, as near the Cabras lagoon (*Posidonia – Cymodocea – Caulerpa*), or with the colonisation of dead matte, as near the Marceddì lagoon.

The processes recorded in the coastal zone of the Gulf of Oristano (withdrawing of the meadow upper limit, sediment changes, etc.) show environment degradation phenomena probably related to human activity. This study is an example of the way by which medium – large scale mapping, integrated by the appropriate measurements and analysis, makes it possible to locate coastal zones at risk and can be a useful instrument in coastal zone management.

Bibliografia

CANCEMI G., PASQUALINI V., PIERGALLINI G., BAROLI M., DE FALCO G. & C. PERGENT-MARTINI (1997) - Indagine cartografica sulla prateria a *Posidonia oceanica* di Capo S. Marco (Golfo di Oristano), mediante elaborazione di immagini fotoaeree". *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 472-474.

COURBOULES J., MANIERE R., BOUCHON C. (1988) - Systèmes d'informations géocodées et télédétection à haute résolution. Exemple d'application aux côtes jordaniennes. *Oceanologica acta.*, **11** (4): 337-351.

DE FALCO G., FERRARI S., PIERGALLINI G., CANCEMI G. (1997) - Relazione tra la granulometria dei sedimenti e la prateria a *Posidonia oceanica* del settore Nord del Golfo di Oristano (Sardegna occidentale). GEOITALIA, 1° Forum FIST, 1997, Vol. 2: 31-33.

DE FALCO G., MOLINAROLI E., PORTARO R. (1999) - Confronto tra Granulometro al laser, Coulter Counter e Sedigrafo utilizzando materiali di riferimento e sedimenti marini. *Boll. Soc. Geol. It.*, **118**: 3-12.

GIRAUD G. (1977) - *Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers à* Posidonia oceanica *(L.) Delile.* Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille II, Fr.: 1-150.

KELLY M.G. (1980) - Remote sensing of seagrass beds. In: R.C. Phillips & C.P. Mc Roy (eds), *Handbook of Seagrass Biology : An Ecosystem Perspective,* Garland STPM Press, N.Y.: 69-86.

MEINESZ A., CUVELIER M., LAURENT R. (1981) - Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de Phanérogames marines. Leurs applications sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Vie Milieu,* **31** (1): 27-34.

PASQUALINI V. (1997) - *Caracterisation des peuplements et types de fonds le long du littoral corse (Méditerranée, France).* These de doctorat Université de Corse.

PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C., PERGENT G. (1998) - Use of remote sensing for the characterization of the Mediterranean coastal environment – The case of *Posidonia oceanica. Journal of Coastal Conservation,* **4**: 59-66.

PERGENT G., CHESSA L., COSSU A., GAZALE V., PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C. (1995) - Aménagement du littoral: Apport de la cartographie benthique. *Res Mediterranea,* **2**: 45-57.

JEUDY DE GRISSAC A. (1984) - Effects des herbieres a *Posidonia oceanica* sur la dynamique marine et la sedimentologie littorale. In: Bourderesque C.F., Jeudy de Grissac A., Oliver J. (eds), *International workshop on* Posidonia oceanica *Meadows,* GIS Posidonie Publ. Fr, 1: 437-443.

SHEPHERD S.A., MC COMB A.J., BULTHUIS D.A., NEVERAUSKAS V., STEFFENSEN D.A., WEST R. (1989) - Decline of seagrasses. In: Larkum AWD, McComb AJ, Shepherd SA, *Biology of seagrass,* Elsevier, Amsterdam: 346-359.

SHORT F.T., BURDICK D.M., GRANGER S., NIXON S.W. (1996) - Long-term decline in eelgrass, *Zostera marina* L., linked to increased housing development. In: J. Kuo, R.C. Philips, D.I. Walker, H. Kirkman (eds), *Seagrass Biology Proceedings of an International Workshop, Rottnest Island, Western Australia 25-29 January 1996*: 291-8.

SHORT F.T., WYLLIE-ECHEVERRIA S. (1996) - Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental Conservation,* **23** (1): 17-27.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 517-527

G. TORCHIA, G. PALANDRI, C. CIMA, M. RELINI, G. RELINI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, DIP.TE.RIS, Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

LA CARTOGRAFIA NELLO STUDIO DELL'INVASIONE DELL'ALGA *CAULERPA TAXIFOLIA*

CARTOGRAPHY IN THE STUDY OF THE INVASION OF ALGA CAULERPA TAXIFOLIA

Abstract

Since 1982 the alga Caulerpa taxifolia *has had a great growth on the bottoms of the Mediterranenan Sea. Cartography represents a valid instrument to know the present distribution of the alga and follow its expansion in the time. A detailed map of a costal area of 25,8 Km² in front of Imperia and a map of 5 harbours of the western Liguria were made. Ecological and biological consideration about the invasion of* C. taxifolia *are reported.*

Key-words: *cartography,* Caulerpa taxifolia, *Ligurian Sea.*

Introduzione

La recente diffusione dell'alga alloctona *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh costituisce secondo alcuni una seria minaccia per la biodiversità di ampie aree del bacino del Mediterraneo, un possibile competitore della *Posidonia oceanica* e un danno alla piccola pesca (Boudouresque *et al.*, 1996). La rapidità nella crescita, l'ampio range batimetrico, la capacità di colonizzare qualunque tipo di substrato, duro o mobile, sono alla base dell'incredibile espansione dell'alga, che è passata da 1 m² di fondale nel 1984 nelle acque di Monaco, a oltre 4.600 ettari nel 1997, interessando le coste spagnole, francesi, italiane e croate (Meinesz *et al.*, 1998). La cartografia rappresenta un valido strumento di ricerca per conoscere l'attuale distribuzione dell'alga e seguirne l'espansione. Dal 1991 viene prodotto annualmente un rapporto, ormai giunto alla sesta edizione, sulla situazione dell'espansione di *C. taxifolia* in Mediterraneo (Meinesz *et al.*, 1998). Nel rapporto sono contenute numerose mappe, dettagliate per le coste francesi, mentre per i litorali degli altri paesi la cartografia risulta assente o non particolareggiata. Alla carenza di informazioni relative alla costa ligure si è tentato di ovviare nel 1998 con un programma finanziato dalla Regione Liguria che prevedeva, tra le altre attività, controlli e mappature dei porti del ponente ligure e di un ampia area marina del litorale antistante Imperia (Relini *et al.*, 1999). Nel presente lavoro sono state utilizzate parte delle informazioni raccolte nel corso di tale studio. Per ricavare il più elevato numero di indicazioni dalla cartografia risulta fondamentale la ripetizione delle mappature nel tempo e la sovrapposizione alla carta di distribuzione di *C. taxifolia* di diverse carte tematiche (carta dei sedimenti, carta delle biocenosi marine, clima del moto ondoso).

Materiali e metodi

Nei mesi di maggio e giugno 1998 l'area marina compresa tra Borgo Prino e Capo Berta (25,8 Km^2) è stata mappata da riva fino a 50 m di profondità.

Sono stati percorsi 27 transetti perpendicolari alla costa (rotta 170°) con un'imbarcazione provvista di telecamera al traino. Ciascun transetto è stato individuato da mire a terra, fotografate per avere riferimenti per indagini future. L'apparecchiatura impiegata, una telecamera montata su slitta, fornita di profondimetro e collegata via cavo (100 m) ad una consolle di controllo ed ad un impianto televisivo di registrazione sistemati a bordo dell'imbarcazione, ha permesso la registrazione in continuo in formato VHS del fondale investigato. Sono state utilizzate 4 differenti classi di ricoprimento del fondale dell'alga *C. taxifolia* (<25%; 26%-50%; 51%-75%; >76%). Per l'identificazione delle biocenosi nell'area di studio, in aggiunta alla perlustrazione dei fondali con telecamera, sono stati effettuati 70 campioni con benna di tipo Van Veen da 17 l. I campionamenti (2 repliche per ogni punto) sono stati realizzati lungo 7 transetti alle batimetriche di 5, 10, 20, 30, 40 m. Il sedimento è stato setacciato con setacci di maglia 1 cm. Gli organismi trovati sono stati classificati a livello specifico. Le biocenosi sono state definite e denominate con la terminologia proposta da Peres e Picard (1964) e successive revisioni ed integrazioni, mentre la rappresentazione grafica segue in linea di massima i criteri di Meinesz *et al.* (1983) per i simboli delle biocenosi e Vaugelas *et al.* (1998) per la simbologia relativa a *C. taxifolia*. Usando il planimetro, sono stati calcolati, sulla cartografia realizzata, i valori, in m^2, occupati dalle 4 classi percentuali di *C. taxifolia*, e dalla superficie interessata ("surface atteinte" secondo Vaugelas *et al.*, 1998) dall'alga.

Per la determinazione dei sedimenti, sono stati effettuati 35 campioni con benna, in aggiunta ai 70 utilizzati per la classificazione della fauna.

Il clima del moto ondoso dell'area di Imperia è stato ricavato dalla relazione idraulico marittima del piano regolatore del Porto di Imperia.

Nel mese di settembre 1998, nei porti di Sanremo, Porto Maurizio (Imperia), Imperia Oneglia, Alassio e Varazze è stata mappata la copertura di *C. taxifolia*. La presenza di cavi e ormeggi all'interno dei bacini portuali non ha consentito l'uso della telecamera al traino su slitta. La mappatura è stata, quindi, realizzata spostandosi con un natante all'interno dei bacini ed utilizzando una piccola telecamera in bianco e nero, provvista di consolle e monitor, calata e salpata dall'imbarcazione per rilevamenti puntiformi. Riferimenti a terra sulle banchine e sui pontili (bitte d'ormeggio, centraline della corrente elettrica ed acqua dolce) disposti con regolarità hanno permesso di effettuare i rilevamenti puntiformi secondo un preciso reticolo, di maglia da 5 a 10 m a seconda dei porti, e di riportarli sulla carta.

Nei mesi di agosto e settembre del 1998, in tutti i porti del ponente ligure da Ventimiglia ad Arenzano (20 bacini compresi i 5 mappati) è stato effettuato un sopralluogo per verificare la presenza di *C. taxifolia*. Con l'ausilio della telecamera piccola in bianco e nero, di cui sopra, sono stati esplorati in particolare gli approdi delle unità da pesca.

Risultati

Carta di distribuzione di C. taxifolia

Tutta l'area investigata è caratterizzata dalla massiccia presenza di *C. taxifolia*. Nelle zone interne ai bacini portuali di Oneglia, Porto Maurizio e San Lazzaro il ricoprimento di questa alga interessa quasi il 100% del fondale (Fig. 1).

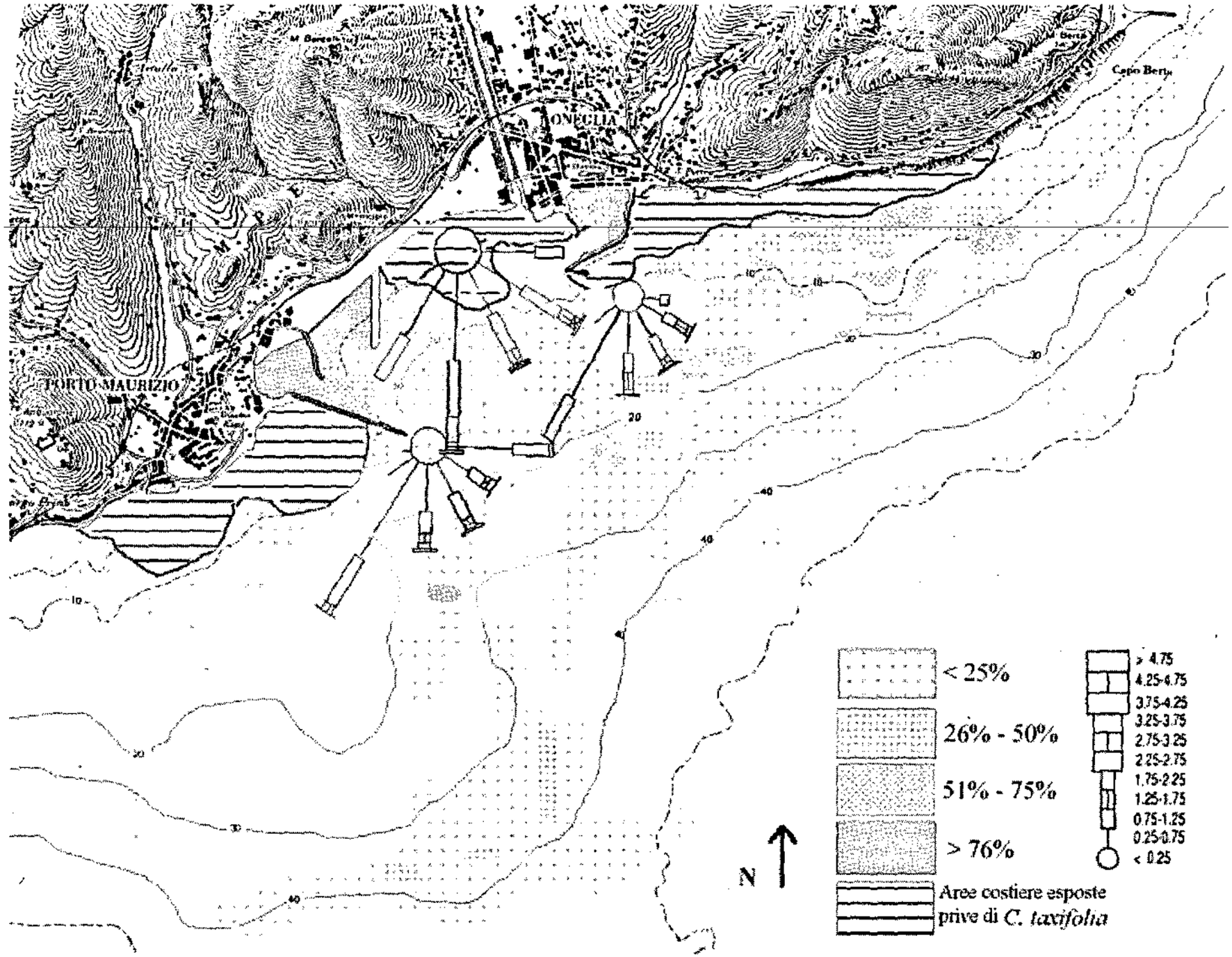


Fig. 1 - Carta di distribuzione dell'alga *Caulerpa taxifolia* e rosa del moto ondoso nei fondali antistanti Imperia.
Mapping of distribution of alga Caulerpa taxifolia *and wave-motion on bottoms off Imperia.*

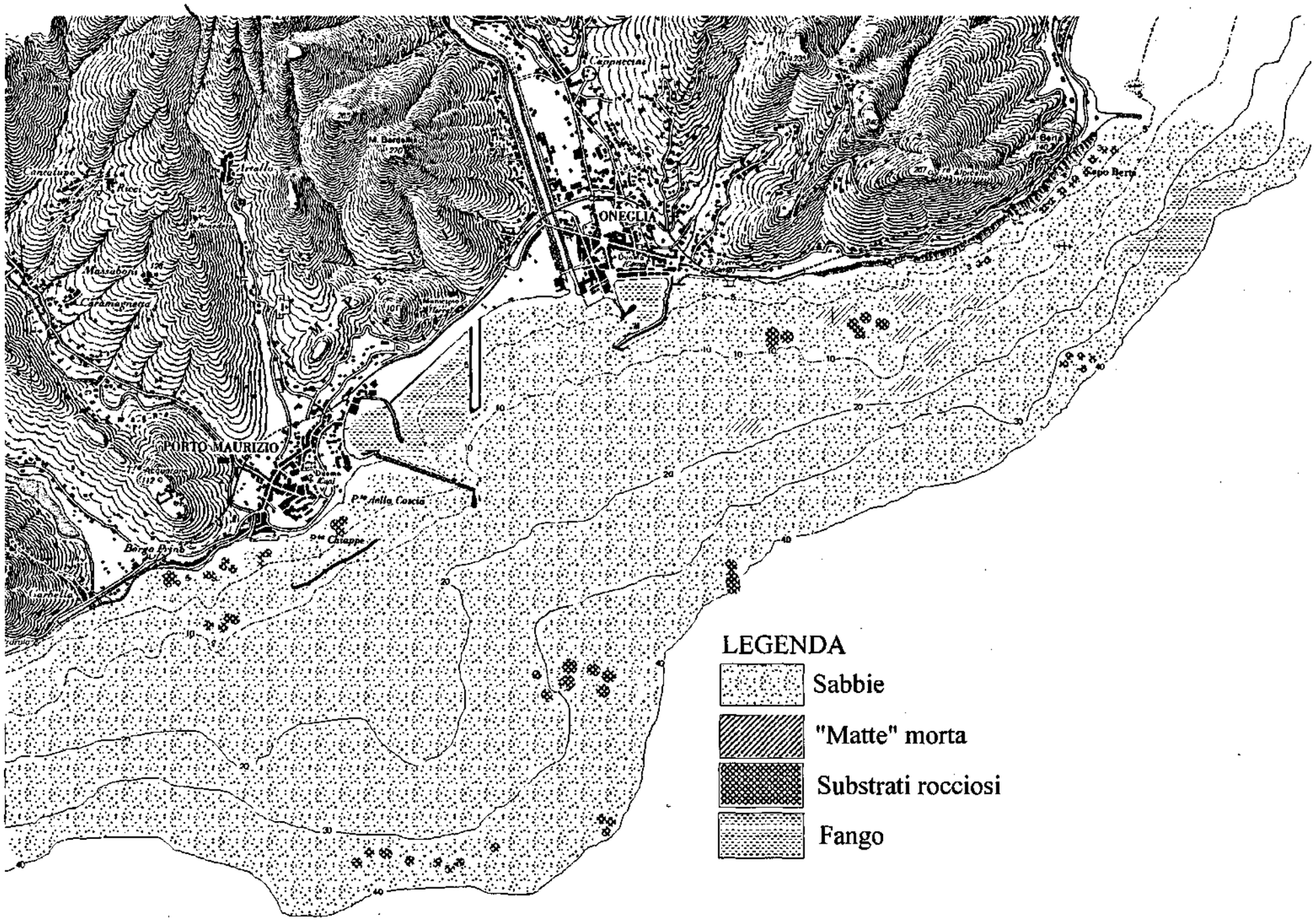


Fig. 2 - Carta dei sedimenti dei fondali antistanti Imperia.
Mapping of sediments of bottoms off Imperia.

C. taxifolia è stata osservata sino a 50 m di profondità.

C. taxifolia interessa complessivamente 4.586.000 m² di fondale, la maggior parte dei quali colonizzati da basse densità dell'alga (<25%) (Tab. 1). Una stima della superficie "interessata" realizzata individuando l'area occupata dalle colonie periferiche risulta oltre 3 volte maggiore dell'area effettivamente colonizzata da *C. taxifolia* (Tab. 1).

Tab. 1 - Valori in m² della superficie coperta dall'alga *C. taxifolia* sui fondali antistanti Imperia.
Values in m² of the surface covered by the alga C. taxifolia *on bottoms off Imperia.*

SUPERFICIE COPERTA	
Classe <25%	3.870.000 m²
Classe 26-50%	303.000 m²
Classe 51-75%	200.000 m²
Classe >76%	213.000 m²
tot. superf. coperta	4.586.000 m²
superf. interessata	17.800.000 m²

Carta dei sedimenti

L'area indagata risulta caratterizzata principalmente da fondali sabbiosi (Fig. 2). Sono stati individuate 14 diverse aree interessate da substrati duri (affioramenti rocciosi o tubi fognari). La sovrapposizione tra la carta di distribuzione di *C. taxifolia*, e la carta dei sedimenti, oltre ad indicare la capacità dell'alga di colonizzare i sedimenti sabbiosi, fangosi e duri, evidenzia l'importanza dei substrati duri nel favorire la colonizzazione di *C. taxifolia*. La presenza di ostacoli sul fondale (scogli, tubi fognari, relitti) fornisce spesso un punto d'appoggio ai frammenti vaganti di *C. taxifolia* che possono così impiantarsi e costituire un nuovo punto di propagazione. Delle 14 aree interessate da substrati duri, 10 risultano colonizzate da *C. taxifolia*. Risulta inoltre evidente, in particolare nel settore di levante, una correlazione tra le aree a più elevata densità di *C. taxifolia* e la presenza di "matte" morta.

Carta delle biocenosi marine

Nell'area di studio sono state osservate, oltre a *C. taxifolia* le seguenti biocenosi: sabbie fini ben calibrate (SFBC), prateria di *Cymodocea nodosa*, prateria di *Posidonia oceanica*, detritico costiero (DC), insieme delle biocenosi sciafile infralitorali su roccia, insieme delle biocenosi fotofile infralitorali su roccia (Fig. 3).

La sovrapposizione tra la carta di distribuzione di *C. taxifolia* e la carta delle altre biocenosi fornisce indicazioni sui rapporti tra *C. taxifolia* e le fanerogame *C. nodosa* e *P. oceanica*.

C. nodosa è presente sino a 15-20 m di profondità spesso mista a *C. taxifolia*. In alcune aree particolarmente esposte (vicino ai bacini portuali, nei pressi di Borgo Prino) le batimetriche meno profonde sono dominate da *C. nodosa*.

Nel settore di ponente, caratterizzato da una rigogliosa prateria di *P. oceanica*, *C. taxifolia* è limitata a pochi talli disseminati nella prateria di *Posidonia*, e a limitate zone oltre il limite inferiore della prateria.

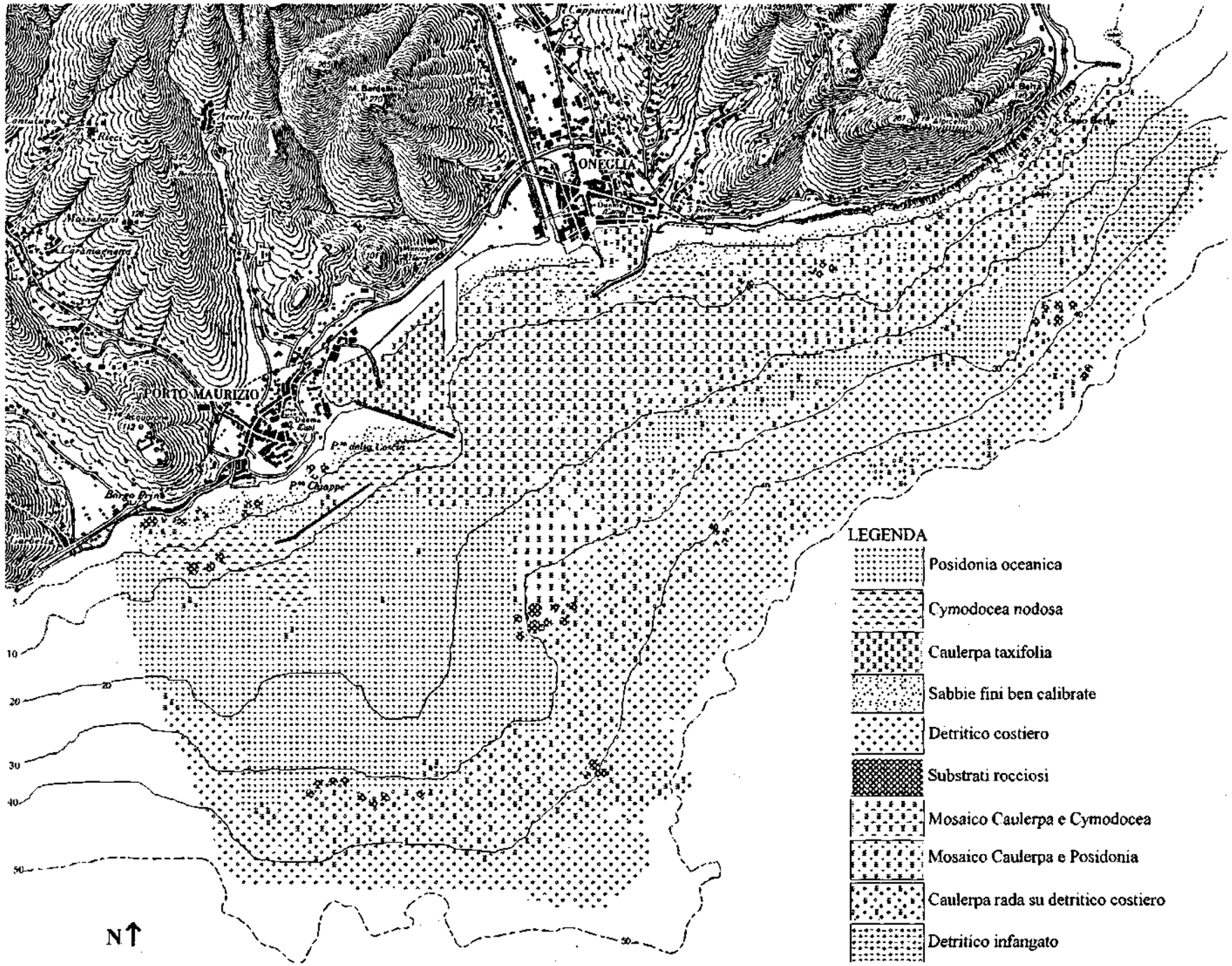


Fig. 3 - Carta delle biocenosi marine dei fondali antistanti Imperia.
Mapping of marine biocoenoses at Imperia.

Nel settore centrale, al contrario, dove la presenza della *P. oceanica* è ridottissima, abbonda *C. taxifolia.*

Nel settore di levante, dove l'estensione della prateria di *P. oceanica* risulta più ridotta, la copertura di *C. taxifolia* è elevata.

Oltre il limite inferiore della *Posidonia,* in tutta l'area di studio è presente la biocenosi del detritico costiero. Questa biocenosi è spesso interessata dalla presenza di *C. taxifolia.*

Clima di moto ondoso

La rosa del moto ondoso relativa a tre aree costiere (imboccatura porto Maurizio -12 m, imboccatura porto di Oneglia -10 m, Darsena Cantieri -6 m) è stata posizionata sulla carta di distribuzione di *C. taxifolia* (fig. 1). Le aree più esposte dell'infralitorale superiore (P.ta della Coscia, Darsena Cantieri, imboccatura ed esterno della diga del Porto di Oneglia) risultano prive di *C. taxifolia* e interessate da fondali sabbiosi o colonizzati da *C. nodosa.* Le aree riparate dell'infralitorale superiore, grazie alla presenza di dighe (aree portuali), o caratterizzate da fondali pietrosi o con scogli (di fronte a Borgo Prino, nei pressi di Capo Berta) risultano invase da *C. taxifolia.*

Insediamento nei porti

La presenza di *C. taxifolia* nei 5 porti indagati è spesso risultata massiccia (fig. 4). Le uniche aree di discontinuità o copertura rada sono state osservate nei porti di Imperia Oneglia e Varazze in corrispondenza di zone soggette a maggiori perturbazioni (correnti causate da eliche di grosse imbarcazioni, moto ondoso su bassi fondali) e a Sanremo (porto vecchio) dove *C. taxifolia* è in competizione con l'alga endemica *Caulerpa prolifera.*

Nei mesi estivi di agosto e settembre 1998, 20 tra porti e approdi per le imbarcazioni del ponente ligure sono stati controllati. In 12 di questi è stata osservata la presenza di *C. taxifolia* (Varazze, Alassio, Andora, San Bartolomeo al Mare, Diano Marina, Imperia San Lazzaro, Imperia Porto Maurizio, Imperia Oneglia, S. Stefano al Mare, San Remo Porto Sole, San Remo Porto Commerciale, Bordighera); in 8 di questi l'alga non è stata trovata (Arenzano, Savona, Finale Ligure, Loano, Arma di Taggia, Ospedaletti, Marina di San Giuseppe di Ventimiglia). Nei porti di Andora e Bordighera la colonizzazione di *C. taxifolia,* ancora nelle prime fasi, è limitata alle aree al di sotto delle unità della piccola pesca.

Conclusioni

La cartografia ha fornito indicazioni nello studio di *C. taxifolia* relativamente a: estensione e progressione nel tempo, limiti delle capacità invasive, rapporti con *Posidonia oceanica,* modalità di diffusione.

Estensione e progressione nel tempo

C. taxifolia attualmente (estate '98) interessa oltre un quinto dei fondali di Imperia, da riva alla batimetrica dei 50 m (4,6 km^2 su 25,8 km^2 di fondale indagato). Ogni confronto con dati degli anni precedenti risulta difficile perché le mappe disponibili sono carenti di dettagli. E' comunque ipotizzabile che le prime aree colonizzate dall'alga siano stati, nel '92, i bacini portuali (Relini e Torchia, 1992). Nel dicembre '94 la presenza dell'alga è segnalata in tutta la

zona di fronte ad Imperia sino alla batimetrica dei 20 m (Morucci *et al.*, 1996). L'osservazione di *C. taxifolia* sino a 50 m di profondità, sembra indicare che nei 4 anni successivi si sia verificata un'espansione dell'alga verso acque più profonde. La ripetizione della mappatura lungo i medesimi transetti utilizzati nel presente studio potrebbe fornire importanti indicazioni sulla progressione della colonizzazione dell'alga.

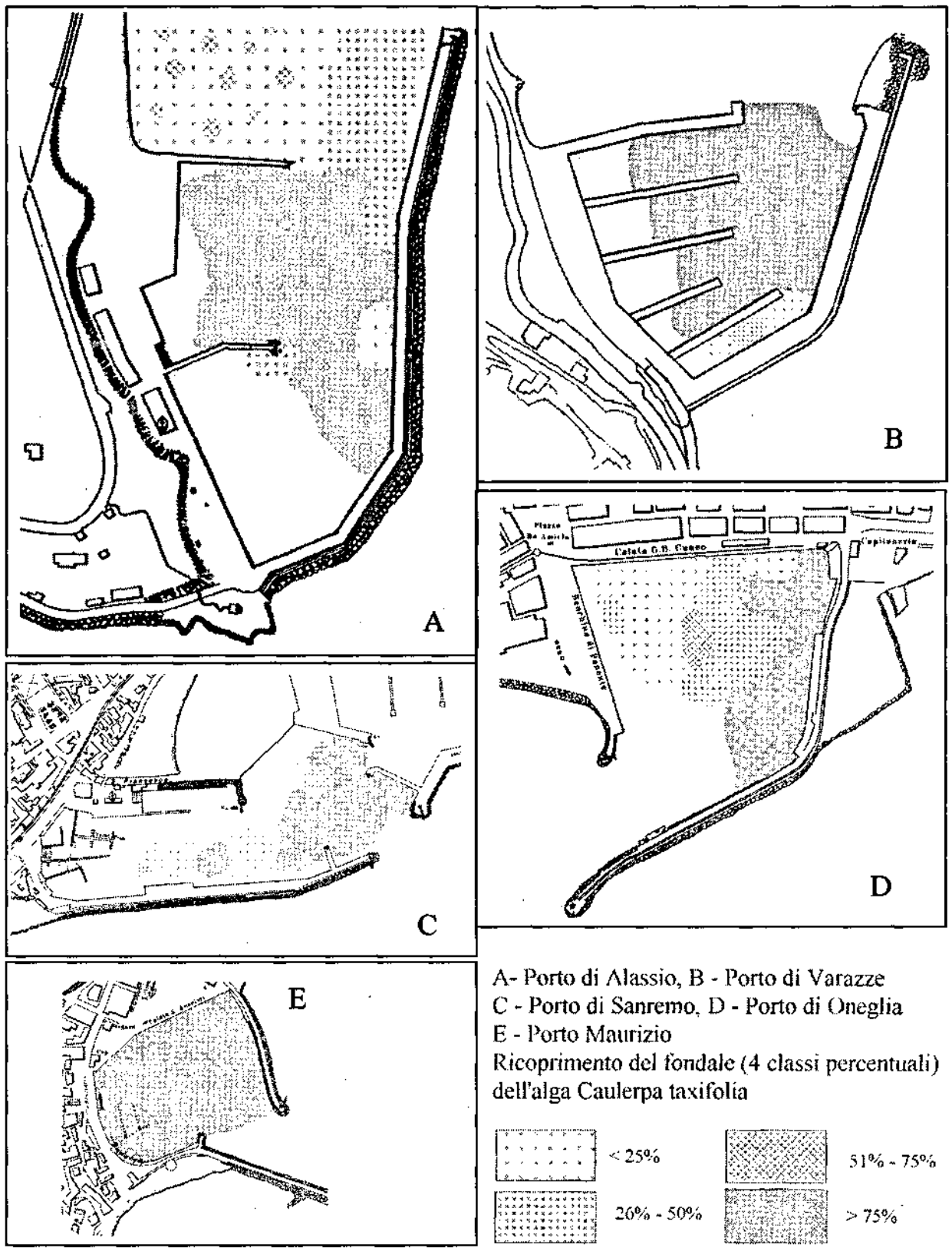


Fig. 4 - Distribuzione di *Caulerpa taxifolia* in 5 porti del ponente ligure, nel settembre 1998
Distribution of Caulerpa taxifolia *in 5 harbours of the western Liguria, in September 1998*

C. taxifolia ha confermato la capacità, già osservata da altri autori in diverse località mediterranee, di colonizzare i fondali sino alla batimetrica dei 50 m ed oltre (Sicilia 48 m – Orestano, 1998; Monaco, 50 m, Cap d'Ail 50 m - Belsher *et al.*, 1998).

Limiti delle capacità invasive

Il confronto con la carta dei sedimenti ed il clima del moto ondoso hanno indicato l'importanza di ostacoli sul fondale (scogli, relitti) o di zone a "matte" morta nel favorire la colonizzazione dell'alga. *C. taxifolia* trova invece difficoltà a colonizzare le sabbie in zone esposte ai marosi. In queste aree è più frequente *C. nodosa* fornita di radici più profonde. La sensibilità dell'alga ai movimenti delle acque è stata evidenziata anche dalle mappature realizzate nei porti di Oneglia (Imperia) e di Varazze, nei quali l'alga risulta assente in corrispondenza delle zone maggiormente esposte. La sensibilità di *C. taxifolia* al disturbo idrodinamico era già stata ipotizzata da altri autori (Ceccherelli e Cinelli, 1998).

Rapporti con Posidonia oceanica

Dal confronto con le altre biocenosi risulta che nonostante la massiccia invasione di *C. taxifolia* di tutto il litorale, nel settore di ponente è ancora presente una prateria di *P. oceanica* in buone condizioni, che nell'estate 1998 non mostrava segni di stress (Peirano, 1999). Al contrario nel settore centrale ed in quello di levante la prateria di *P. oceanica* risulta in buona parte invasa da *C. taxifolia,* che in un'ambiente degradato caratterizzato da "mattes" scarsamente occupate da *P. oceanica* ha trovato terreno favorevole. Il confronto con la mappatura delle fanerogame marine dell'area di Imperia, realizzata nelle prime fasi dell'invasione dell'alga (Bianchi e Peirano, 1995) indica che la prateria di ponente non ha subito evidenti regressioni dal 1992 al 1998, mentre la prateria nella fascia centrale ed a levante era già ridotta prima dell'invasione di *C. taxifolia.* Ad Imperia quindi, sino a questo momento, *C. taxifolia* sembra essersi limitata ad occupare aree già prive di *P. oceanica.* La resistenza di praterie in buona salute all'invasione dell'alga è stata osservata anche in Toscana (Ceccherelli e Cinelli, 1998).

Modalità di diffusione

I porti sono generalmente i luoghi delle prime segnalazione dell'alga in nuove aree. Dai bacini portuali, come è accaduto nei casi noti di Imperia ed Alassio, frammenti dell'alga fuoriescono ed invadono i fondali esterni. La conoscenza della presenza o assenza dell'alga nei porti rappresenta quindi uno strumento di conoscenza dell'invasione. La presenza delle prime colonie dell'alga al di sotto delle unità da pesca indica nei pescatori i principali responsabili della diffusione di *C. taxifolia.* I pescatori pulendo i tramagli dai frammenti dell'alga concorrono alla diffusione di *C. taxifolia* e contemporaneamente sono una categoria tra le più danneggiate dalla presenza dell'alga alloctona.

Summary

Since 1982 the allochthonous green alga *Caulerpa taxifolia* has had a great growth on the bottoms of the Mediterranenan Sea. The alga was recorded for the first time in Italian waters at Imperia, in 1992, only in two small basins between the city's two main harbours. The bottoms in front of Imperia up to 50 m depth were investigated by means of video recordings along 27 transects perpendicular, to the coast, and 70 samples collected by grab.

A total area of 25.8 km^2 was mapped, 4.6 km^2 of which proved to be colonized by *C. taxifolia*. The alga is distributed in several zones with different densities and up to 50 m depth. A map of the main biocoenoses of the area, a map showing the density of *C. taxifolia* and the wave-motion, and a map of sediments are given. A predilection of *C. taxifolia* for dead "matte" areas and few sheltered areas has been observed. The fine well-sorted coastal sands seem to be a substrate too unstable for *C. taxifolia* which is undermined by rough seas. In these areas *C. nodosa*, with its more resistant roots, proves to be dominant. This map could establish a reference point for the future verification of any possible spread of this allochthonous alga.

Five harbours, in the western Ligurian Sea, which have been colonized extensively by *C. taxifolia* (Imperia Porto Maurizio, Imperia Oneglia, the old harbour of San Remo, Alassio and Varazze) were mapped.

All the harbours from Arenzano to the French border (Western Ligurian Sea) were checked for the presence of *Caulerpa*, with particular attention paid to the area where fishing boats are moored or trammel nets are cleaned. In some harbours not yet heavily colonized by *C. taxifolia* it was possible to demonstrate that first colonization occurs at sites where fishing boats are moored or trammel nets are cleaned.

Bibliografia

BELSHER T., DIMEET J., RAILLARD J.M., EMERY E., BOUTBIEN M., PROUDHOMME C., PUCCI R. (1998) - Acquisition d'elements qualitatifs et quantitatifs sur l'expansion de *Caulerpa taxifolia* en 1996 (Alpes Maritimes, Var et Principaute de Monaco). In: Boudouresque C.F., V. Gravez, A. Meinesz, F. Palluy (eds), *Third international workshop on* Caulerpa taxifolia, GIS Posidonie publ.: 33-43.

BIANCHI C.N., PEIRANO A. (1995) - *Atlante delle Fanerogame marine della Liguria:* Posidonia oceanica *e* Cymodocea nodosa. ENEA Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 1-146 pp. (44 tavv).

BOUDOURESQUE C.F., BALLESTEROS E., CINELLI F., HENOCQUE Y., MEINESZ A., PESANDO D., PIETRA F., RIBERA M.A., TRIPALDI G. (1996) - Sinthèse des résultats du programme CCE-Life "Expansion de l'algue verte tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée". In: Ribera M.A., Ballesteros E., Boudouresque C.F., Gómez A., Gravez V. (eds), *Second International Workshop on* Caulerpa taxifolia. Publicacions Universitat Barcelona: 11-57.

CECCHERELLI G., CINELLI F. (1998) - Constrasting effects of *Posidonia oceanica* on *Caulerpa taxifolia*. In: Boudouresque C.F., V. Gravez, A. Meinesz, F. Palluy (eds), *Third international workshop on* Caulerpa taxifolia, GIS Posidonie publ.: 209-218.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J.,VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **59** (2): 155-172.

MEINESZ A., COTTALORDA J.M., CHIAVERINI D., CASSAR N., DE VAUGELAS J. (1998) - *Suivi de l'invasion de* Caulerpa taxifolia *en Méditerranée: situation au 31.12.97.* Meinesz A., Cottalorda J.M., Chiavérini D., Cassar N., Vaugelas J. de (eds), *LEML-UNSA* publ.: 1-238.

MORUCCI C., SANDULLI R., TRIPALDI G., CINELLI F., CECCHERELLI G., AUSTONI M., LAVELLI L. (1996) - Latest data on the spread of *Caulerpa taxifolia* along the western Ligurian Coasts. Ribera M.A., Ballesteros E., Boudouresque C.F., Gómez A., Gravez V. (eds), *Second International Workshop on* Caulerpa taxifolia. Publicacions Universitat Barcelona: 75-80.

ORESTANO C. (1998) - Risultati preliminari sul controllo dell'espansione di *Caulerpa taxifolia* nelle acque dello stretto di Messina (Sicilia, Italia). Dati Luglio 1997. In: Boudouresque C.F., V. Gravez, A. Meinesz, F. Palluy (eds), *Third international workshop on* Caulerpa taxifolia, GIS Posidonie publ.: 45-49.

PEIRANO A. (1999) - Present status and annual variation in growth in *Posidonia oceanica* colonized by *Caulerpa taxifolia*: the case of Imperia (Italy, NW Mediterranean). Poster presented at "*Fourth International Workshop on* Caulerpa taxifolia". Lerici, 1-2 February 1999.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie bentique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, **31** (47): 1-137

RELINI M., TORCHIA G., 1992 - Prima segnalazione di *Caulerpa taxifolia* (Vahl.) C. Agardh in acque italiane. *Doriana* **6** (279): 1-4.

RELINI G., MANARATTI G., COPPO S. (1999) - Steps undertaken by the Region of Liguria for the study of the allochthonous *Caulerpa* species. *Fourth International Workshop on* Caulerpa taxifolia. Lerici, 1-2 February 1999. (Submitted)

VAUGELAS J.DE, MEINESZ A., ANTOLIC B., BALLESTEROS E., BELSHER T., CASSAR N., CECCHERELLI G., CINELLI F., COTTALORDA J.M., FARADA' ORESTANO C., GRAU A.M., JAKLIN A., MORUCCI C., RELINI M., SANDULLI R., SPAN A., TRIPALDI G., VAN KLAVEREN P., ZAVODNIK N., ZULJEVIC A. (1998) - Proposition pour une standardisation de la représentation cartographique de l'expansion de *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée. Suivi de l'invasion de *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée: situation au 31.12.97, Meinesz A., Cottalorda J.M., Chiavérini D., Cassar N. & Vaugelas J. de (eds), *LEML-UNSA* publ.: 25-34.

La ricerca è stata realizzata con un finanziamento della Regione Liguria.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 528-540

G. Bressan, F. Trebbi, L. Babbini

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste,
Via L. Giorgieri, 10 - 34127 Trieste, Italia.

VARIAZIONI DI DISTRIBUZIONE BATIMETRICA DI MACROFITOBENTOS NEL PARCO MARINO DI MIRAMARE (GOLFO DI TRIESTE) IN RAPPORTO A CONDIZIONI EDAFICHE

BATHYMETRIC DISTRIBUTION CHANGES OF MACROPHYTOBENTHOS IN THE PARCO MARINO OF MIRAMARE (GULF OF TRIESTE) WITH REFERENCE TO EDAPHIC CONDITIONS

Abstract

Bathymetric distribution changes of the macrophytobenthos recorded in 5 sampling sites of Parco Marino of Miramare (Gulf of Trieste, North Adriatic Sea) seem to be related with slope and the sedimentological features of the substratum and exposition.

A methodological limitation of right-angled projected sampling technique has been put in evidence.

***Key-words**: macrophytobenthos, bathymetric distribution, ecological factors, Gulf of Trieste, Adriatic Sea.*

Introduzione

Le variazioni del regime sedimentario manifestatesi negli ultimi decenni nel Golfo di Trieste (Brambati e Marocco, 1983; Brambati e Catani, 1988; Marocco, 1989) sembrano aver indotto importanti variazioni di trasparenza del mare e conseguentemente portato a una sostanziale modifica del paesaggio subacqueo sia per quanto riguarda lo spettro floristico (Sidari, 1990) che la distribuzione batimetrica di specie macrofitobentoniche (Mauri 1991; Falbo, 1993; Widmar, 1993; Trebbi, 1998). Una "trasgressione" del limite inferiore del piano infralitorale e delle comunità più superficiali del circalitorale è stata intuita già da Giaccone e Pignatti (1967) e confermata di recente da Aleffi *et al.* (1995). Una delle cause di tale "trasgressione" può essere individuata proprio nelle variazioni di trasparenza (Bressan *et al.*, 1990; Orlando, 1995; Aleffi *et al.*, 1995; Orlando e Bressan, 1998) indotte: dal particellato sospeso per dilavamento di acque meteoriche (soprattutto nelle stagioni intermedie); dalla risospensione di sedimento a granulometria fine, quale effetto d'impatto di mareggiate sui fondi molli che qui sono per lo più suborizzontali; dall'eliminazione di ampi bacini di sedimentazione ad opera dell'uomo (bonifiche) con accentuazione del trasporto solido delle acque regimentate e conseguente aumento della torbidità e della sedimentazione di materiali fini (Pignatti e Giaccone, 1967; Giaccone e Pignatti, 1967; Ghirardelli *et al.*, 1972; Orel *et al.*, 1981-1982).

Sulla base di queste premesse, gli AA. si sono prefissati d'individuare se le variazioni di distribuzione batimetrica della vegetazione sommersa, registrate nel Parco Marino di Miramare (Golfo di Trieste), siano in relazione con la natura granulometrica e l'inclinazione del substrato.

Materiale e metodi

Per condurre questo studio sono state scelte 5 stazioni di rilevamento all'interno di un'area protetta, sottratta all'intervento diretto dell'uomo. Queste stazioni, contrassegnate da Est a Ovest con numeri progressivi da 1 a 5, sono caratterizzate da un substrato a granulometria, inclinazione ed esposizione diverse.

I rilievi sono stati effettuati per 12 mesi consecutivi mediante immersioni con autorespiratore ad aria compressa (A.R.A.), utilizzando transetti radiali, costituiti da cime metrate, posti, in corrispondenza delle stazioni, perpendicolarmente alla linea di costa (Bressan *et al.* 1990). Lungo tali cime sono stati fissati ad intervalli regolari (50 cm) barattoli di 250 ml (cd) per conservare i campioni raccolti a una quota data. L'area di campionamento (400 cm^2) nell'intorno di ogni contenitore è stata scelta secondo un valore standard riportato in letteratura (Boudouresque e Belsher, 1979), e comunque verificato sperimentalmente sul campo. Per rendere confrontabili i dati raccolti, la profondità massima di rilevamento per ogni transetto è stata limitata alla batimetrica dei 7 metri.

L'intervallo di presenza di ogni specie è stato registrato annotando le quote massima e minima di rilevamento. Il numero totale di specie relativo ad ogni quota è stato "proiettato" su un'ipotetica verticale in forma di istogramma, con scala 10 cm; in questo modo è stato possibile evidenziarne la distribuzione batimetrica, solitamente secondo una curva gaussiana unimodale (*nodum* – Boudouresque, 1971).

Le alghe sono state identificate consultando la letteratura a disposizione: Burrows, 1987; Coppejans, 1983; Dixon e Irvine, 1977; Gayral, 1958; Irvine, 1983; Maggs e Hommersand, 1993.

La revisione nomenclaturale è stata condotta sulla base di testi di diversi Autori: Gallardo *et al.*, 1993; Giaccone *et al.*, 1994; Silva *et al.*, 1996; Babbini e Bressan, 1997; Cormaci *et al.*, 1997.

I dati di presenza/assenza raccolti sono stati riassunti in tabelle (matrici) a doppia entrata specie/profondità, raggruppati per stagioni o stazioni (Trebbi, 1998). L'elaborazione è stata condotta mediante tecniche di analisi multivariata ("cluster analysis" e "multidimensional scaling"- MDS, Kruskall e Wish, 1978).

Per ogni transetto rilevato sono stati calcolati: 1) I (in dm), ovvero l'ampiezza (x_2-x_1) del *nodum*, intesa quale distanza tra gli estremi (x_1,x_2) della gaussiana che lo rappresenta, onde individuare l'eventuale "compressione batimetrica" della presenza delle specie lungo la verticale; 2) Σ, o sommatoria di tutte le specie presenti, alle diverse quote batimetriche dell'intervallo considerato, al fine di rilevare l'entità dell'addensamento di specie; 3) Σ/I, inteso quale valore medio della distribuzione di specie in un intervallo batimetrico definito (x_2-x_1), per poter comparare i diversi *noda*; 4) i, ii, iii, (in %), ovvero i valori di distribuzione del *nodum* rispetto alla verticale batimetrica espressa arbitrariamente in terzi: primo terzo (i), livello superficiale; secondo terzo (ii), livello intermedio; ultimo terzo (iii), livello profondo, per poter meglio rilevare la tendenza del *nodum* a disporsi più verso la superficie o la profondità. Tutti questi elementi (Σ, I, Σ/I, i, ii, iii) sono stati studiati al fine di migliorare la descrizione del *nodum* e ogni eventuale successiva interpretazione.

Risultati

Sono state inventariate 70 specie (Tab. 1) così suddivise: 71.4% Rhodophyceae, 10.0% Fucophyceae, 18.6% Chlorophyceae. Durante le elaborazioni dei dati tabulati sono state eliminate le specie con frequenza di presenza batimetrica sporadica (meno di 2 presenze/anno) per un totale di 31 specie (43.66%) perché non significative nell'analisi.

L'applicazione della cluster analysis e dell'ordinamento a tutti i dati rilevati di distribuzione batimetrica delle specie (aspetto quantitativo, inteso quale rapporto tra la ricchezza floristica e la batimetria), ha permesso di individuare due gruppi di stazioni: α e β. Del gruppo α fanno parte i rilevamenti effettuati nelle stazioni 1 e 5, mentre nel gruppo β risultano accomunate le stazioni 2, 3 e 4 (Tab. 2 - Fig. 2). Le stazioni 1 e 5 sono caratterizzate da un fondale con un'inclinazione media di 35°- 40° e risulta costituito, fino alla batimetrica dei 3 metri, da un substrato prevalentemente ciottoloso con sabbia interstiziale per lasciare poi il posto a sabbia pelitica fino ad una profondità di 12 metri circa; il fondale delle stazioni 2, 3 e 4, invece ha un'inclinazione media di 55°- 60° e risulta formato da un substrato costituito da massi e clasti angolosi, fino ad una profondità di 4-5 metri circa, dove diventa interamente sabbioso fino alla batimetrica dei 19 metri (Fig. 1).

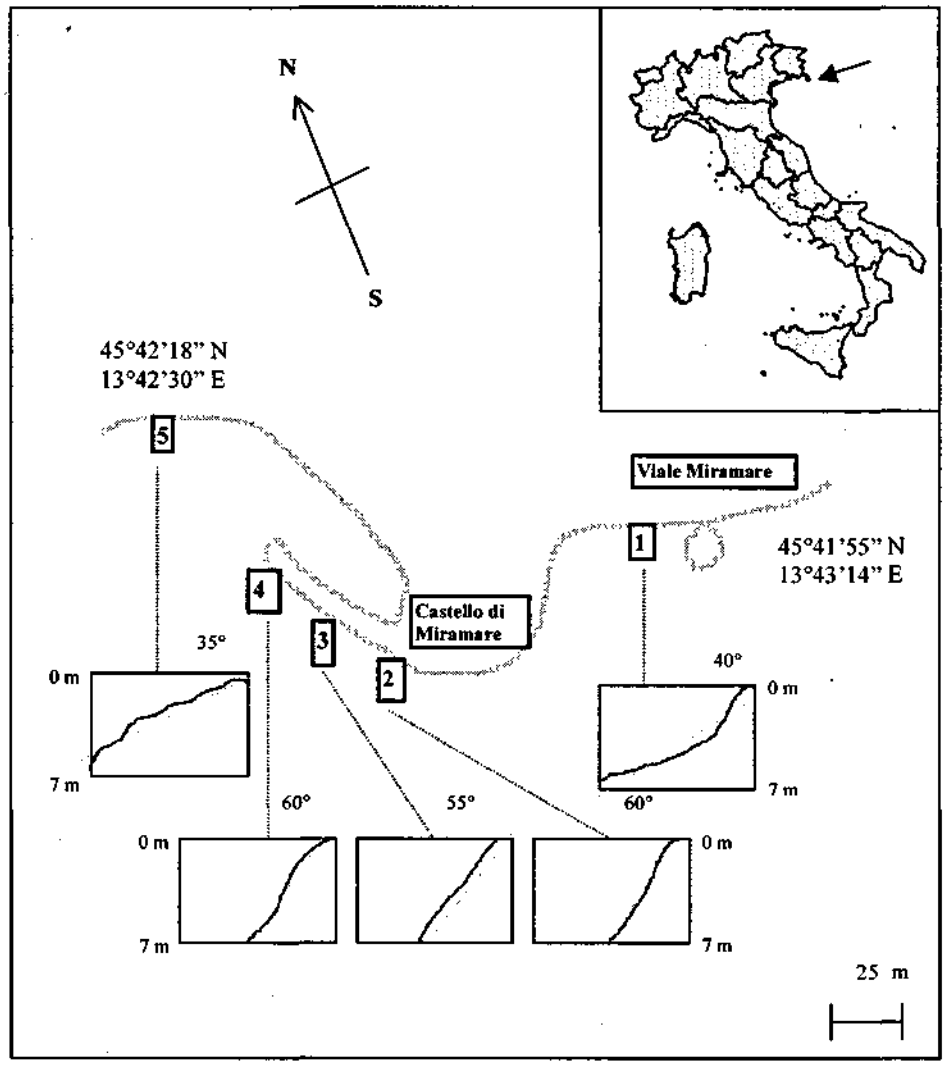


Fig. 1 - Rappresentazione schematica dei profili di costa delle 5 stazioni prese in esame: la pendenza media è espressa in gradi primi su una profondità massima di 7 metri.
Schematic representation of the substratum slopes of the 5 sampling sites examined: the medium inclination has been expressed at a maximum depth of 7 meters.

Tab. 1 - Elenco floristico.
Floristic list.

Rhodophyceae
Aglaothamnion tenuissimum (Bonnemaison) G. Feldmann
Aglaothamnion tripinnatum (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer
Amphiroa rigida Lamouroux
Antithamnion cruciatum (C. Agardh) Nägeli
Antithamnion heterocladum Funk
Ceramium ciliatum (Ellis) Ducluzeau
Ceramium cingulatum A. Weber
Ceramium cinnabarinum (J. Agardh) Hauck
Ceramium codii (H. Richards) Feldmann-Mazoyer
Ceramium rubrum (Hudson) C. Agardh
Ceramium taylorii Dawson
Ceramium tenerrimum (Mertins) Okamura
Ceramium tenuissimum (Lyngbye) J. Agardh
Champia parvula (C. Agardh) Harvey
Chondracanthus acicularis (Roth) Fredericq
Chondria dasyphylla (Woodward) C. Agardh
Chylocladia verticillata (Lightfood) Bliding
Corallina elongata Ellis e Solander
Corallina officinalis L.
Dasya rigidula (Kützig) Ardissone
Dipterosiphonia rigens (Schousboe) Falkenberg
Gelidium arbuscula Bory
Gelidium latifolium (Greville) Bornet
Gelidium pteridifolium R. Norris, Hommersand e Fredericq
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis
Gelidium spathulatum (Kützing) Bornet
Gracilaria armata (C. Agardh) Greville
Haliptilon attenuatum (Kützing) Garbary e Johansen
Haliptilon squamatum (L.) Johansen, L.M. Irvine e A. Webster
Herposiphonia tenella (Agardh) Kützing
Herposiphonia secunda (C. Agardh) Ambronn
Herposiphonia tenella (C. Agardh) Kützing
Jania longifurca Zanardini
Jania rubens (L.) Lamouroux
Jania rubens var. *corniculata* (L.) Yendo
Laurencia obtusa (Hudson) Lamouroux
Lomentaria ercegovicii Verlaque, Boudouresque, Meinesz, Giraud e Marcot-Coqueugniot
Lophosiphonia scopulorum (Harvey) Womersley
Nithophyllum punctatum (Stackhouse) Greville
Peyssonnelia rubra (Greville) J.Agardh
Peyssonnelia squamaria (S. Gmelin) Decaisne
Polysiphonia banyulensis Coppejans
Polysiphonia dichotoma Kützing
Polysiphonia elongata (Hudson) Sprengel
Polysiphonia furcellata (C. Agardh) Harvey
Polysiphonia opaca (C. Agardh) Moris e De Notaris
Pseudocrouania ischiana Funk
Pterocladia capillacea (Gmelin) Bornet e Thuret
Pterosiphonia parasitica (Hudson) Falkenberg
Pterosiphonia pennata (C. Agardh) Falkenberg
Pterothamnion plumula (Ellis) Nägeli

Fucophyceae
Cladostephus hirsutus (L.) Prudhomme van Reine
Cladostephus verticillatus (Lightfoot) Prudhomme van Reine
Dictyota dichotoma (Hudson) Lamouroux
Padina pavonica (L.) Lamouroux
Sphacelaria fusca (Hudson) S.Gray
Sphacelaria plumula Zanardini
Stypocaulon scoparium (L.) Kützing

Chlorophyceae
Bryopsis pennata Lamouroux
Bryopsis plumosa C. Agardh
Chaetomorpha linum (O.F. Müller) Kützing
Cladophora coelothrix Kützing
Cladophora dalmatica Kützing
Cladophora echinus (Biasoletto) Kützing
Cladophora laetevirens (Dillwyn) Kützing
Cladophora pellucida (Hudson) Kützing
Codium fragile (Suringar) Hariot
Enteromorpha intestinalis (L.) Nees Von Esenbeck
Ulva rigida C. Agardh
Valonia utricularis (Roth) C. Agardh

Questa suddivisione nei gruppi α e β, benchè basata su 8 rilevamenti soltanto sembra, quindi, essere in relazione non solo con la natura granulometrica del substrato ma anche con i diversi profili batimetrici che caratterizzano queste stazioni come anche con l'inclinazione del fondo.

Si può notare così come: il *nodum* del gruppo α sia più superficiale e più povero di specie (Tab. 2 – Fig. 2) rispetto a quello del gruppo β. In particolare, nel gruppo α stazione 5, la distribuzione batimetrica varia secondo le stagioni (Fig. 2).

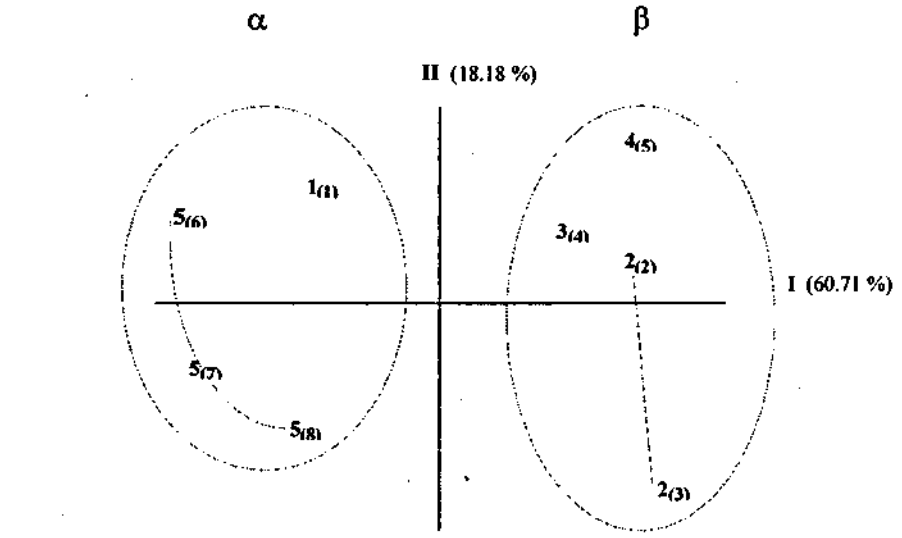


Fig. 2 - Ordinamento delle stazioni riportate in Tab. 2.
Ordination of the sites quoted in Tab. 2.

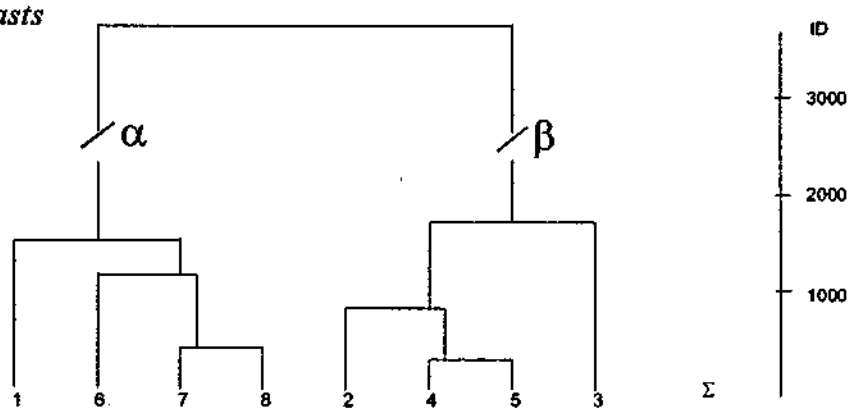
La relazione tra la distribuzione batimetrica delle specie, da una parte, e la natura granulometrica e l'inclinazione del substrato, dall'altra, è ancor più evidente sui dati raccolti nel periodo estivo (Tab. 2), in quanto questi dati risultano essere più completi rispetto all'anno di sperimentazione, ostacolato spesso da condizioni meteomarine avverse.

L'ordinamento (MDS) applicato ai dati del periodo estivo ha portato alle seguenti osservazioni (Fig. 3a-b; 4a-b):

1. l'asse orizzontale (I) (Fig. 3a-3b), contribuisce (50,0%) a ordinare le cinque stazioni in relazione a Σ ("Materiale e metodi");

Tab. 2 - Dendrogramma relativo alla distribuzione del numero di specie presenti alle diverse quote di profondità.
Legenda:
s/g = sabbia e ghiaia
m/c = massi e clasti

Dendrogram related to the distribution of the number of species to the different depth.
s/g = sand and gravel
m/c = rocks and clasts



STAZIONE / STAGIONE	1 EST	5 INV	5 EST	5 PRIM	2 INV	3 EST	4 EST	2 EST	α	β
0,5					1	4		13		18
0,6			7			7		12	7	19
0,7			7	4		8		12	11	20
0,8			9	13		8		12	22	20
0,9			13	11		8		14	24	22
1		8	10	10	11	8	7	14	28	40
1,1	1	7	11	10	11	8	7	14	29	40
1,2		7	11	10	11	8	7	14	28	40
1,3		7	11	10	16	8	7	14	28	45
1,4		7	12	10	14	8	7	14	29	43
1,5	10	7	9	10	14	9	12	16	36	51
1,6	9	12	8	10	14	11	10	16	39	51
1,7	14	11	8	9	16	11	10	16	42	53
1,8	14	11	9	8	14	10	11	16	42	51
1,9	16	11	7	8	14	10	11	16	42	51
2	14	11	7	11	14	10	11	16	43	51
2,1	13	11	8	9	14	12	11	15	41	52
2,2	15	11	8	9	14	11	11	15	43	51
2,3	12	11	5	9	15	12	11	15	37	53
2,4	12	13	5	9	13	12	11	15	39	51
2,5	12	11	5	9	13	12	11	15	37	51
2,6	12	14	5	9	13	12	12	16	40	53
2,7	12	11	5	9	13	12	12	16	37	53
2,8	12	8	5	9	14	12	12	16	34	54
2,9	13		5	9	16	11	12	16	27	55
3	10		4	9	15	12	12	16	23	55
3,1	10		4	10	15	11	12	16	24	54
3,2	10		4	10	15	11	12	16	24	54
3,3	8		4	12	15	10	12	16	24	53
3,4	8		4	14	15	10	12	16	26	53
3,5	7		4	12	15	10	14	16	23	55
3,6	10		4	12	15	10	13	16	26	54
3,7	8		2	9	15	11	13	14	19	53
3,8	7			9	15	9	13	14	16	51
4	7			6	14	10	13	14	13	51
4,1	8				14	10	14	14	8	52
4,2	5				10	10	11	15	5	46
4,3	4				10	10	13	14	4	47
4,5					10	9	12	14		45
4,6					8	9	13	15		45
4,7					8	9	12	14		43
4,9					8	11	12	13		44
5					8	10	12	13		43
5,1					8	10	12	7		37
5,2					5	11	12	7		35
5,3					5	11	12	7		35
5,4					5	10	12	9		36
5,6					5	10	12			27
5,7					5	10	10			25
5,8					5	10	9			24
6,2					5	6	10			21
6,3					5	7	9			21
6,4					10	6	9			25
6,7					5	6	9			20
7					6	5	6			17
tot. n° specie	293	189	210	318	569	515	550	664		
substrato	s/g	s/g	s/g	s/g	m/c	m/c	m/c	m/c		
inclinazione	40°	35°	35°	35°	60°	55°	60°	60°		
esposizione	ESE	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SW	SW		

PROFONDITA'

2. l'asse verticale (II) contribuisce (38,9%) a fornire un ordinamento basato sull'inclinazione del substrato e sulla posizione del *nodum* rispetto alla perpendicolare batimetrica (Fig. 4a-4b).

Per meglio cogliere le variazioni del profilo nodale, relativo ad ogni stazione, i dati sono stati riassunti in un'unica tabella (Tab. 3).

Tab. 3 - Tabella sinottica relativa alla caratterizzazione dei "*noda*".
Synoptical table related to the "noda" caratterization.

	I (dm)	Σ (n.sp.)	Σ/I (n.sp/dm)	i (%)	ii (%)	iii (%)
Stazione 1	**32**	**293**	**9,15**	**36.10**	**60.75**	**3.07**
Stazione 2	**49**	**664**	**13,55**	**39.00**	**41.00**	**19.27**
Stazione 3	**65**	**526**	**8,09**	**30.22**	**37.45**	**32.31**
Stazione 4	**60**	**550**	**9,16**	**22.18**	**40.18**	**37.63**
Stazione 5	**31**	**220**	**7,09**	**70.45**	**29.54**	**0.00**

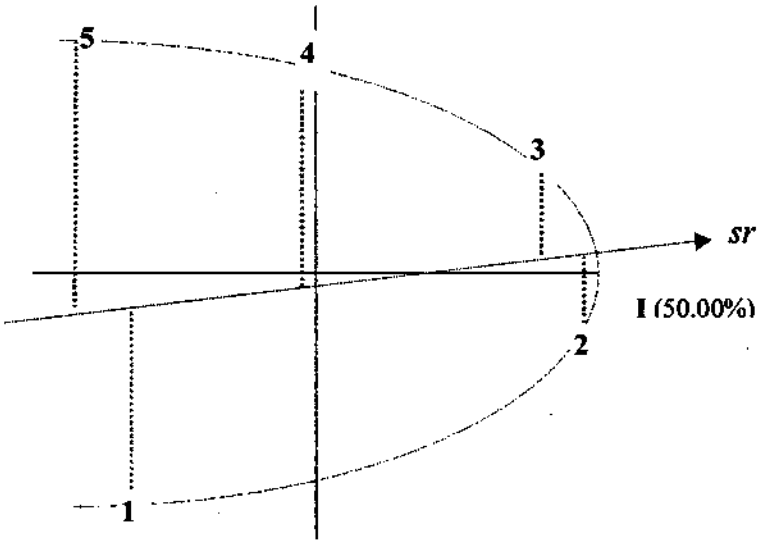


Fig. 3a - Interpretazione dell'ordinamento (MDS) delle stazioni secondo l'asse (I).
Interpretation of the sites disposition (MDS) according to the axis (I).

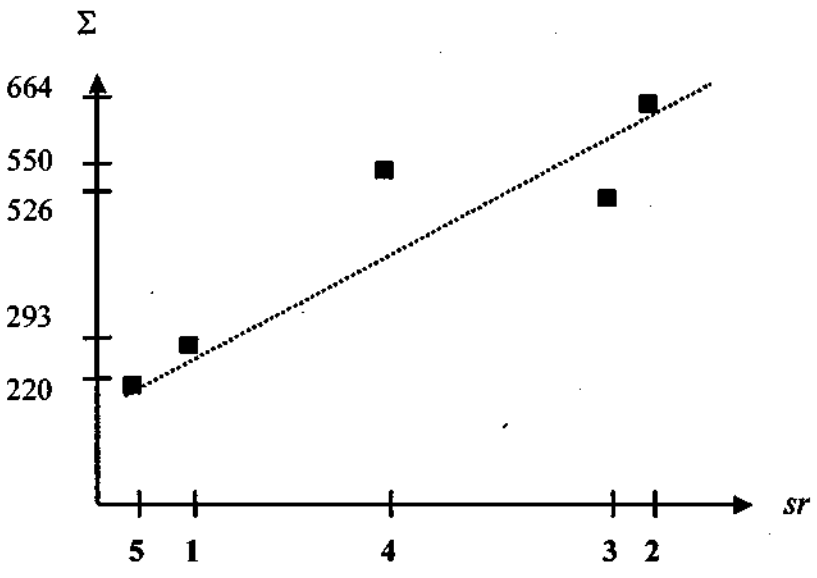


Fig. 3b - Gradiente di Σ individuato mediante l'ordinamento di Fig. 3a.
Σ gradient identified by means of the Fig. 3a ordination.

I dati dei *noda* della tabella 3 mostrano che: a) l'ampiezza I varia sensibilmente nelle 5 stazioni prese in esame, passando da valori minimi (31-32dm), delle stazioni 5 e 1, fino al doppio nei valori massimi (60-65dm) delle stazioni 4 e 3; b) la sommatoria Σ varia ancora sensibilmente, passando da valori minimi (220-293), delle stazioni 5 e 1, fino al doppio e più dei valori massimi (550-664) delle stazioni 4 e 2; c) il rapporto Σ/I varia attorno al valore medio di 9,40 (±2,46) n.specie/dm con una forte somiglianza tra le stazioni 1 (9,15) e la stazione 4 (9,16), mentre la stazione 2, quella più prossima al promontorio (Fig. 1), è ben più ricca di specie rispetto al valore medio: 13,55; d_1) l'intervallo batimetrico i (più superficiale) mostra una percentuale di presenza di specie minima nella stazione 4 (22.18%) e massima nella stazione 5 (70,45%); d_2) l'intervallo batimetrico ii (intermedio) mostra una percentuale di presenza di specie minima nella stazione 5 (29.54%) e massima nella stazione 1 (60.75%); d_3) l'intervallo batimetrico iii (più profondo) mostra una percentuale di presenza di specie nulla nella stazione 5, minima nella stazione 1 (3.07 %) e massima nella stazione 4 (37,63%).

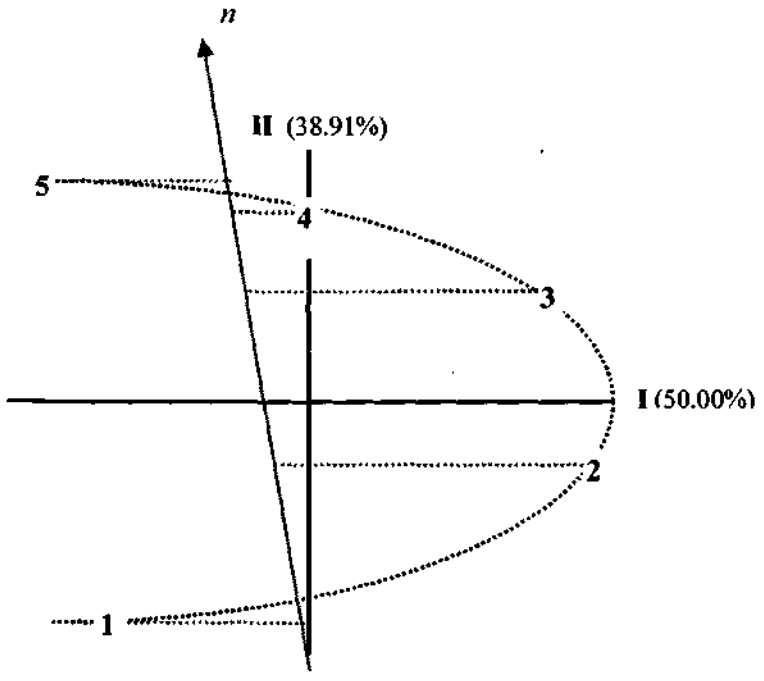


Fig. 4a - Interpretazione dell'ordinamento (MDS) delle stazioni secondo l'asse (II).

Interpretation of the sites disposition according (MDS) to the axis (II).

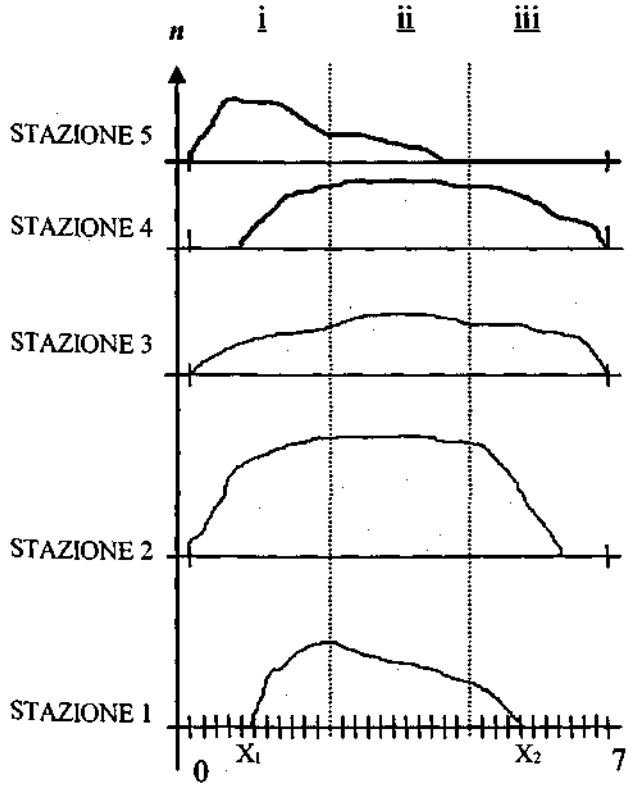


Fig. 4b - Correlazione tra profilo e posizione del "*nodum*" rispetto alla perpendicolare batimetrica mediante l'ordinamento di fig. 4a.

Legenda:

Σ = n° totale di campioni censiti

$I = (x_2 - x_1)$

i, ii, iii = verticale batimetrica espressa in terzi (rispettivamente livello superficiale, intermedio e profondo)

Correlation between profile and "nodum" *position* compared to the right-angled bathymetric line with fig. 4a disposition.

Legend:

Σ = total number of recorded samples

$I = (x_2 - x_1)$

i, ii, iii = bathymetric vertical line expressed in third (respectively superficial, middle and deep level)

Discussione e conclusioni

Dalla tabella 3 si può desumere che: a) le stazioni 2, 3 e 4 sono caratterizzate da un intervallo batimetrico di presenze algali relativamente esteso ($49dm \leq I \leq 65dm$) e da valori relativamente elevati di $\sum$ ($526 \leq \sum \leq 664$); b) le stazioni 1 e 5 risultano più povere come numero di specie censite ($220 \leq \sum \leq 293$) e con un intervallo batimetrico di presenze algali relativamente ridotto ($31dm \leq I \leq 32dm$). Per queste due ultime stazioni è possibile evidenziare anche una riduzione del numero di specie ai piani bionomici superiori (staz. 5: i = 70.45%, ii = 2 9.50%, iii = 0.00%; staz. 1: i = 36.10%, ii = 60.75%, iii = 3.07%) con iii ≤ 3.07%; c) la stazione 2, quella più prossima al promontorio (fig. 1) sembra essere più ricca di specie quale probabile incidenza di un idrodinamismo pendolare (Est-Ovest), per altro molto frequente, e/o la presenza di numerosi anfratti fra clasti angolosi.

In particolare, nelle stazioni 1 e 5 si è così potuto osservare:

- una "trasgressione" di un certo numero di specie ai piani bionomici superiori (Fig. 4b - Tab. 3) accompagnata da un impoverimento dell'addensamento delle stesse (Tab. 3). Questo impoverimento si manifesta proprio su quel substrato che, non solo sembra meno adatto all'ancoramento di specie macrofitobentoniche rispetto alla granulometria, ma lì dove la granulometria stessa può facilitare la risospensione del sedimento e, con questo, una riduzione di trasparenza (Aleffi *et al.*, 1995; Bressan *et al.*, 1990). Non sembra invece che tra le specie rilevate nella colonizzazione dei substrati di queste stazioni (Trebbi, 1998) si possa individuare una elettività alla luce che sia in rapporto con i "gruppi ecologici statistici", definiti da Boudouresque (1984) per il Mediterraneo Nord Occidentale;
- la manifestazione di una "compressione nodale" ($31dm \leq I \leq 32dm$) (Tab. 3) quale avvicinamento degli estremi delle gaussiane che rappresentano i *noda* della distribuzione batimetrica in un *continuum* (Boudouresque, 1971) di vegetazione sommersa;
- un impoverimento dell'addensamento di specie ai piani bionomici superiori, che, in relazione con la "trasgressione", sembra essere un fenomeno, non naturale, collaterale alla "compressione" di cui al punto precedente.

Una controprova floristica (su base qualitativa di presenza/assenza di specie) è stata condotta, rispetto ai dati estivi, al fine di verificare se la somiglianza, già riscontrata (su base quantitativa) tra i profili dei *noda* fosse dipendente o indipendente dalla composizione dello spettro floristico e quindi anche dalla stagionalità (Fig. 2 – punti 5(6), 5(7), 5(8); 2(2), 2(3)). Per tale verifica, sono stati presi in considerazione due insiemi di dati: da una parte, dati relativi alla presenza/assenza di "tutte le specie comunque rilevate" nelle cinque stazioni prescelte (comprese le specie rare); dall'altra, dati relativi alle "sole specie sempre presenti" durante il periodo di rilevamento. Attraverso questa verifica non è stato possibile individuare alcuna relazione tra la trasgressione di specie ai piani bionomici superiori e la composizione dello spettro floristico o la distribuzione batimetrica delle singole specie, tanto che fossero comuni a tutti i transetti o solo ad alcuni di questi. Su questa base è stato possibile concludere che per ogni stazione la distribuzione batimetrica delle specie sembra indipendente dalla composizione dello spettro floristico e dai diversi attributi: tassonomici, ecologici, fitogeografici, corologici, ma in relazione con il numero di specie per quota batimetrica.

Alla luce di un'analisi più approfondita (Fig. 5a) sembra che il fenomeno di "compressione nodale" sia imputabile a un artefatto metodologico di rilevamento cartografico dipendente dall'inclinazione del fondo e dal tipo di proiezione impiegata (Fig. 1 - 5a, 5b).

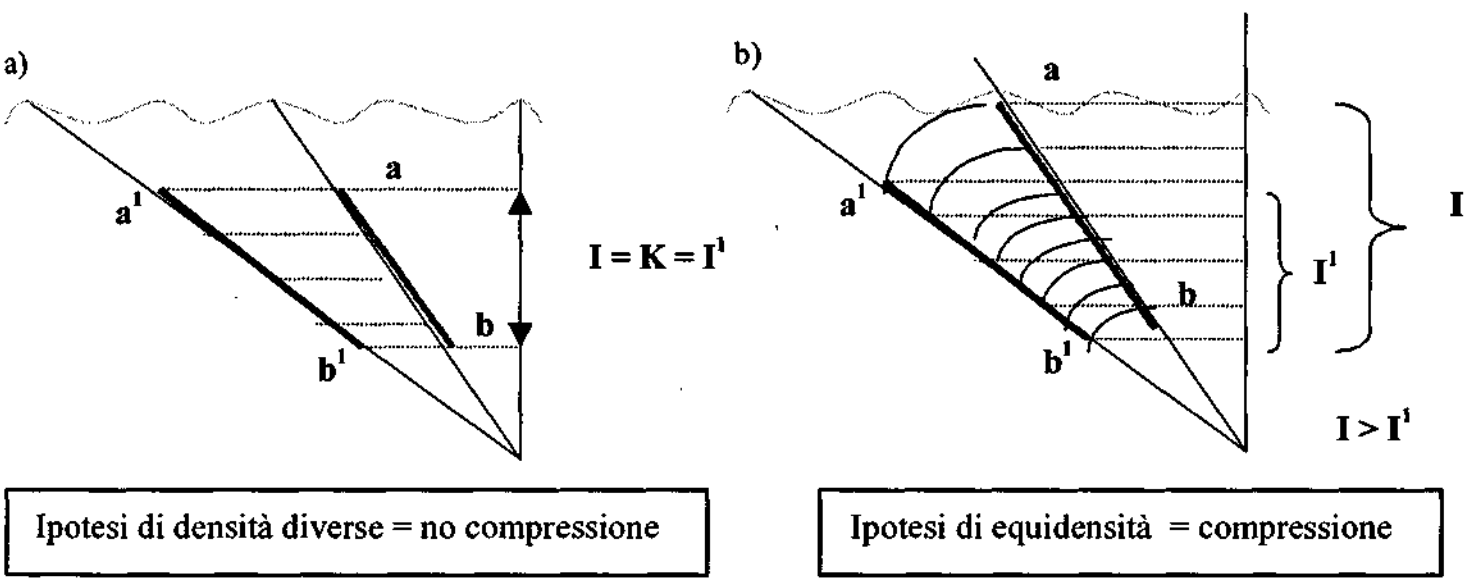


Fig. 5a 5b - Rappresentazione schematica delle variazioni di superficie colonizzabile in funzione dell'inclinazione del substrato

Schematic representation of the variations of surface that may be colonized in relation with the substratum slope in comparison to different cartographic projections.

Se passiamo in rassegna alcune ipotesi metodologiche possiamo osservare che:

a) posto un intervallo batimetrico definito ($I \cong k$) (Fig. 5a) al diminuire della pendenza del fondale (ad es. da 60° a 30°), aumenterebbe la disponibilità di substrato (superficie) colonizzabile ($a\text{-}b < a'\text{-}b'$), fatto questo che, in base al principio della "massima copertura", dovrebbe portare ad un incremento del numero di specie censite;

b) se per contro, ad una riduzione dell'intervallo batimetrico ($I' < I$) (Fig. 5b),

- il numero di specie censite (Σ) diminuisse (Tab. 3), risulterebbe evidente che la giustificazione geometrica della "compressione nodale" sarebbe da integrare, come nella maggior parte dei casi, con un'opportuna valutazione dell'influenza dei diversi fattori ambientali (natura granulometrica del substrato, trasparenza, ecc.);
- il numero di specie censite restasse simile ($\Sigma \cong k$), indipendentemente dall'inclinazione del substrato (Tab. 3), sarebbe pensabile che la variazione del *nodum* fosse solo "geometrica" e che le specie presenti in tale intervallo fossero distribuite secondo una "equidensità" che, allo stato attuale dei fatti, resta però ancora da dimostrare su base idiocorologica; (Tab. 3 "Σ/I" e commenti relativi).

In conclusione, dai dati raccolti in un anno di sperimentazione nel Parco Marino di Miramare (Golfo di Trieste), sembra di poter affermare che:

1a) la natura granulometrica e l'inclinazione del substrato hanno inciso sulle variazioni di distribuzione batimetrica della componente vegetale sommersa, sia come "trasgressione" ai piani bionomici superiori (Tab. 3, Fig. 4b), sia in ter-

mini di impoverimento della ricchezza floristica (Tab. 3, Fig. 3b - 4b); questo fenomeno di "trasgressione" è stato studiato anche in relazione con i principali fattori climatici; i dati sono stati discussi come espressione della stagionalità da Trebbi (1998);

1b) è stato possibile definire che la distribuzione batimetrica delle specie nelle singole stazioni sembra essere indipendente: dalla composizione dello spettro floristico, da attributi ecologici, corologici, fitogeografici delle specie censite;

2) la compressione della distribuzione nodale osservata (Fig. 4b) sembra prodotta più da un artefatto metodologico generato da una proiezione cartografica ortogonale alla verticale batimetrica di riferimento (Fig. 5a - 5b), che dall'effetto dell'incidenza di concause individuabili nell'azione di altri fattori ambientali.

Ulteriori approfondimenti metodologici sono necessari per valutare la validità di questo approccio che potrebbe assumere rilevanza applicativa negli studi di trasformazione dell'ambiente subacqueo.

Summary

The changes of the sedimentary regimen recorded in the last decade have led to a substantial transformation of the underwater landscape with a strong variation of both the macrophytobenthic floristic spectrum and the bathymetric species distribution.

Alterations of water transparency induced by suspended particles have often been considered as one of the causes of the reduced macrophytobenthic presence in the upper littoral zones.

The aim of the present work is then to verify the relation between different substratum slopes as well as substratum nature and bathymetric distribution changes of the algal component in some sampling sites of the Gulf of Trieste.

The surveys were carried out for 12 consecutive months by SCUBA diving. Five sampling sites with a maximum high tide depth of 7 meters, were chosen in the protected area of the Parco Marino of Miramare (PMM). Radial transects, made of measured ropes and placed at right-angle to the coastlines, were used as sampling techniques. The floristic surveys were conducted at every interval of 50 cm along each transect with a known bathymetry.

Data analyses were carried out by means of multivaried analysis ("cluster analysis" and "multidimensional scaling").

The applied method has led to the identification of bathymetric accumulation of the species (*noda*), with a *continuum* of macrophytobenthic distribution.

On the basis of the similarity among "Gaussian curves", which represent the *noda* in a cartesian plane, it has therefore been possible to: a) group similar sampling sites for "*nodal*" distribution in association with edaphic conditions and b) relate this distribution with the sedimentological nature and the slope of the substratum. On the other hand, it has not been possible to identify any relation with the composition of the floristic spectrum or with the bathymetric distribution of the species which are both common to all transects or only to some of them.

The observation of *nodal compression* (approach between "Gaussian curves" extremes) has led to the hypothesis of a natural equidensity of populations. According to this hypothesis, the *nodal compression* seems to be caused by a methodological artifact, induced by a right-angled cartographical projection (to the vertical bathymetric line) and depending on the substratum inclination.

Further methodological deepenings are necessary to appraise the validity of this approach that could undertake practical importance in studies of transformation of the underwater environment.

Ringraziamenti

Gli AA. desiderano ringraziare il personale del Parco Marino di Miramare per la collaborazione e la disponibilità dimostrata nel corso della presente ricerca che è stata in parte finanziata mediante l'erogazione di una borsa di studio.

Bibliografia

ALEFFI F., DELLA SETA G., GORIUP F., LANDRI P., OREL G. (1995) - Fattori climatici ed edafici e popolamenti bentonici dell'Adriatico settentrionale e del Golfo di Trieste. *Evoluzione dello stato trofico in Adriatico: analisi degli interventi attuati e future linee di intervento. Marina di Ravenna 28-29 settembre 1995*: 81-99

BABBINI L., BRESSAN G. (1997) - *Recensément de Corallinales de la Mer Méditerranée et considération phytogéografiques*. Bibliotheca Phycologica. ed. J. Cramer -Berlin – Stuttgart, **103**: 1-421.

BOUDOURESQUE C.F. (1971) - Le concept de nodum en bionomie et sa généralisation. *C. R. Acad. Sc. Paris*, Série D **272**: 1260-1263.

BOUDOURESQUE C.F. (1984) - Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée Nord-Occidentale: une reveue. *Giorn. Bot. It.,* **118** (Suppl. 2): 7-43.

BOUDOURESQUE C.F., BELSHER T. (1979) - Le peuplement algal du Port Vendres: recherches sur l'aire minimale qualitative. *Cahiers de Biologie Marine*, **20**: 259-269.

BRAMBATI A., CATANI G. (1988) - Le coste e i fondali del Golfo di Trieste dall'Isonzo a Punta Sottile: aspetti geologici, geomorfologici, sedimentologici e geotecnici. *Hydrores Information*, **6**: 13-28.

BRAMBATI A., MAROCCO R. (1983) - Dispersion and sedimentation of industrial waste of bauxite, blendes, fluorites and phosphorites dumped in the Gulf of Venice, Italy. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, **1** (3): 215-224.

BRESSAN G., SERGI L., WELKER C. (1990) - Variazioni della distribuzione batimetrica di macroalghe dell' infralitorale fotofilo nel Golfo di Trieste (Mare Adriatico). *Boll. Soc. Adr. Scienze*, **72**: 107-126.

BURROWS E.M. (1987) - *Seaweeds of the British Isles.– Chlorophyta.* Natural History Museum. London, **2**: 238 pp.

COPPEJANS E. (1983) - *Iconographie d'Algues Méditerranéennes.* Bibliotheca Phycologica – Ed. J. Cramer: 318 pp.

CORMACI M., LANFRANCO E., BORG J.A., BUTTIGIEG S., FURNARI G., MICALLEF S.A., MIFSUD C., PIZZUTO F., SCAMMACCA B., SERIO D. (1997) - Contribution to the knowledge of benthic marine algae on rocky substrata of the Maltese Islands (Mediterranean Sea). *Botanica Marina*, **40**: 203-215.

DIXON P.S., IRVINE L.M. (1977) - *Seaweeds of the British Isles.* British Museum (Natural History), **1**: 252 pp.

FALBO E. (1993) - *Osservazioni ecologiche sulla distribuzione batimetrica di macroalghe bentoniche nel Golfo di Trieste.* Tesi di Laurea in Scienze Biologiche. Università degli Studi di Trieste. A.A 1993-1994.

GALLARDO T., GOMEZ-GARRETA A., RIBERA M.A., CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., BOUDOURESQUE C.F. (1993) - Check-list of Mediterranean seaweeds. II. Chlorophyceae Wille s.l. *Bot. Mar.,* **35**: 399-421.

GAYRAL P. (1958) - Algues de la côte atlantique marocaine. *La Nature au Maroc,* **1**: 524.

GHIRARDELLI E., OREL G., SPECCHI M. (1972) - Effetti dell'inquinamento sui popolamenti animali del Golfo di Trieste. In: *Inquinamento delle acque costiere della Regione Friuli Venezia Giulia. Conoscenze attuali, attività di ricerca, interventi.* Raccolta di studi e di comunicazioni presentata al Convegno Parlamentare Italo – Jugoslavo sull'inquinamento del Mare Adriatico, Roma: 1-11.

GIACCONE G., PIGNATTI A. (1967) - Studi sulla produttività primaria del fitobenthos nel Golfo di Trieste. II La vegetazione del Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, **3** (2): 1-27

GIACCONE, G., ALONGI G., PIZZUTO F., COSSU A. (1994) - La vegetazione marina bentonica fotofila del Mediterraneo: II. Infralitorale e Circalitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* Catania, **27**: 111-157.

IRVINE L.M. (1983) - *Seaweeds of the British Isles.* British Museum (Natural History), **1**: 113 pp.

KRUSKALL J.B., WISH M. (1978) - *Multidimensional Scaling.* Sage Publication, Beverly Hills, California.

MAGGS C.A., HOMMERSAND M.H. (1993) - *Seaweeds of the British Isles.* British Museum (Natural History), **1**: 444 pp.

MAROCCO R. (1989) - Lineamenti geomorfologici della costa e dei fondali del Golfo di Trieste e considerazioni sulla loro evoluzione tardo-quaternaria. *Int. J. Speleol.*, **18** (3-4): 87-110.

MAURI E. (1991) - *Studio delle variazioni floristiche del macrophytobenthos in relazione a fattori ecologici e dinamici.* Tesi di Laurea in Scienze Biologiche. Università degli Studi di Trieste. A.A 1991-1992.

OREL G., VIO E., BRUNELLO ZANITTI C. (1981-1982) - I popolamenti bentonici dei fondali antistanti le Lagune di Grado e di Marano (Alto Adriatico). *Nova Thalassia,* **5**: 31-56.

ORLANDO M. (1995) - *Caratterizzazione fenologica di macroepifiti algali su foglie di* Posidonia oceanica *(L.) Delile (Phanerogamae, Potamogetonaceae) lungo il litorale capodistriano (Golfo di Trieste).* Tesi di Laurea in Scienze Naturali. Università degli Studi di Trieste. A.A 1994-1995.

ORLANDO M., BRESSAN G. (1998) - Colonizzazione di macroepifiti algali su *Posidonia oceanica* (L.) Delile lungo il litorale sloveno (Golfo di Trieste – Nord Adriatico). *Annales*, **13**: 109-120.

PIGNATTI S., GIACCONE G. (1967) - Studi sulla produttività primaria del fitobenthos nel Golfo di Trieste. I. Flora sommersa del Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, **3** (1): 1-28.

SIDARI L. (1990) - *Analisi floristica della componente macrofitobentonica dell'Alto Adriatico.* Tesi di Laurea in Scienze Biologiche. Università degli Studi di Trieste. A.A 1990-1991.

SILVA P.C., BASSON P.W., MOE R.L. (1996) - *Catalogue of the Benthic Marine Algae of the Indian Ocean.* Univ. of California Press: 1259 pp.

TREBBI F. (1998) - *Analisi cartografica di fitocenosi macrobentoniche nel Golfo di Trieste: Parco Marino di Miramare.* Tesi di Laurea in Scienze Biologiche. Università degli Studi di Trieste. A.A 1997-1998.

WIDMAR S. (1993) - *Analisi della distribuzione batimetrica di macroalghe bentoniche nel Golfo di Trieste: approccio sinecologico.* Tesi di Laurea in Scienze Biologiche. Università degli Studi di Trieste. A.A 1993-1994.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 541-548

F. AZZARO, F. DECEMBRINI, E. CRISAFI

Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R.,
Spianata S. Raineri, 86 - 98123 Messina, Italia.

SEQUENZA TEMPORALE DELLE CONDIZIONI TERMO-ALINE E DISTRIBUZIONE DELLA BIOMASSA FOTOAUTOTROFA NELLO STRETTO DI MESSINA

TIME SEQUENCE OF THERMO-HALINE CONDITIONS AND PHOTOAUTOTROPHIC BIOMASS DISTRIBUTION IN THE STRAITS OF MESSINA

Abstract

The aim of the work is to provide synoptic maps of tracer parameters in the Straits of Messina. Environmental scenery characterised by the high variability in the space-time distribution of chemical, physical and biological parameters was obtained using the survey strategy.

The Messina Strait can be considered as with a "live pump" which in the different seasons get rich and provides nutrients to the surrounding areas.

Key-words: *automatic survey, coastal upwelling system, Straits of Messina.*

Introduzione

Lo Stretto di Messina separa due bacini, quello Tirrenico e Ionico, che presentano caratteristiche chimico-fisiche diverse. La turbolenza delle acque superficiali dello Stretto è influenzata principalmente da due tipi di circolazione marina, una corrente stazionaria ed una corrente ascensionale, che determinano variazioni delle strutture termo-aline nello strato superficiale delle acque. La corrente stazionaria (fino ad un nodo), è determinata dalla circolazione generale del Mediterraneo, che nell'area in esame assume in superficie (0-30 metri) una direzione prevalente N->S. La forzante verticale è generata dalla cooscillazione mareale dei due bacini (max 50 cm), con ampiezza e periodo quasi analoghe (circa sei ore e un quarto) e in opposizione di fase. Questa componente conduce all'affioramento di acque ioniche profonde più fredde, più salate e ricche di nutrienti, rispetto a quelle tirreniche. Tale condizione comporta un'alternanza armonica delle acque tirreniche che fluiscono nel bacino ionico (corrente scendente) e viceversa acque ioniche fluiscono nel tirreno (corrente montante), intervallate da un breve periodo di stanca.

Lo Stretto, per le sue peculiarità uniche nel Mediterraneo, è stato oggetto di vari studi (Vercelli e Picotti, 1926; Magazzù e Andreoli, 1971; De Domenico, 1987). Negli ultimi anni le indagini oceanografiche hanno utilizzato strategie e tecniche di campionamento innovative permettendo di evidenziare l'affioramento di acque profonde, non solo in zone circoscritte (soglia), ma anche in aree più ampie del sistema. Tuttavia queste ultime ricerche (Azzaro *et al.*, 1995; Cescon *et al.*, 1997), pur ampliando le conoscenze su questo particolare ecosistema, risultavano limitate nel tempo.

Questa indagine si è posta come obiettivo la definizione della distribuzione di parametri traccianti delle diverse masse d'acqua e della biomassa fotoautotrofa,

durante un ciclo annuale. Le misure sono state eseguite in corrispondenza di fasi stazionarie (a corrente tidale pressoché nulla), in modo da individuare il fenomeno di affioramento di acque profonde, in assenza di movimenti orizzontali degli strati d'acqua. Infatti, le massime differenziazioni chimico-fisiche si manifestano quando fluiscono acque che hanno subito rimescolamenti meno intensi e meglio conservano i caratteri delle zone di provenienza.

Materiali e metodi

In questo lavoro è riportata la raccolta di dati del monitoraggio delle acque superficiali (-1 metro) dello Stretto di Messina nell'area compresa fra Capo Peloro a Nord e Pistunina a Sud (Fig. 1), rilevati mensilmente nell'arco di due anni (da dicembre '93 a ottobre '95), nelle fasi di stanca successive alla bassa (corrente montante) ed alta marea (corrente scendente) ricavate dalle "Tavole di marea dell'I.I.M.M.".

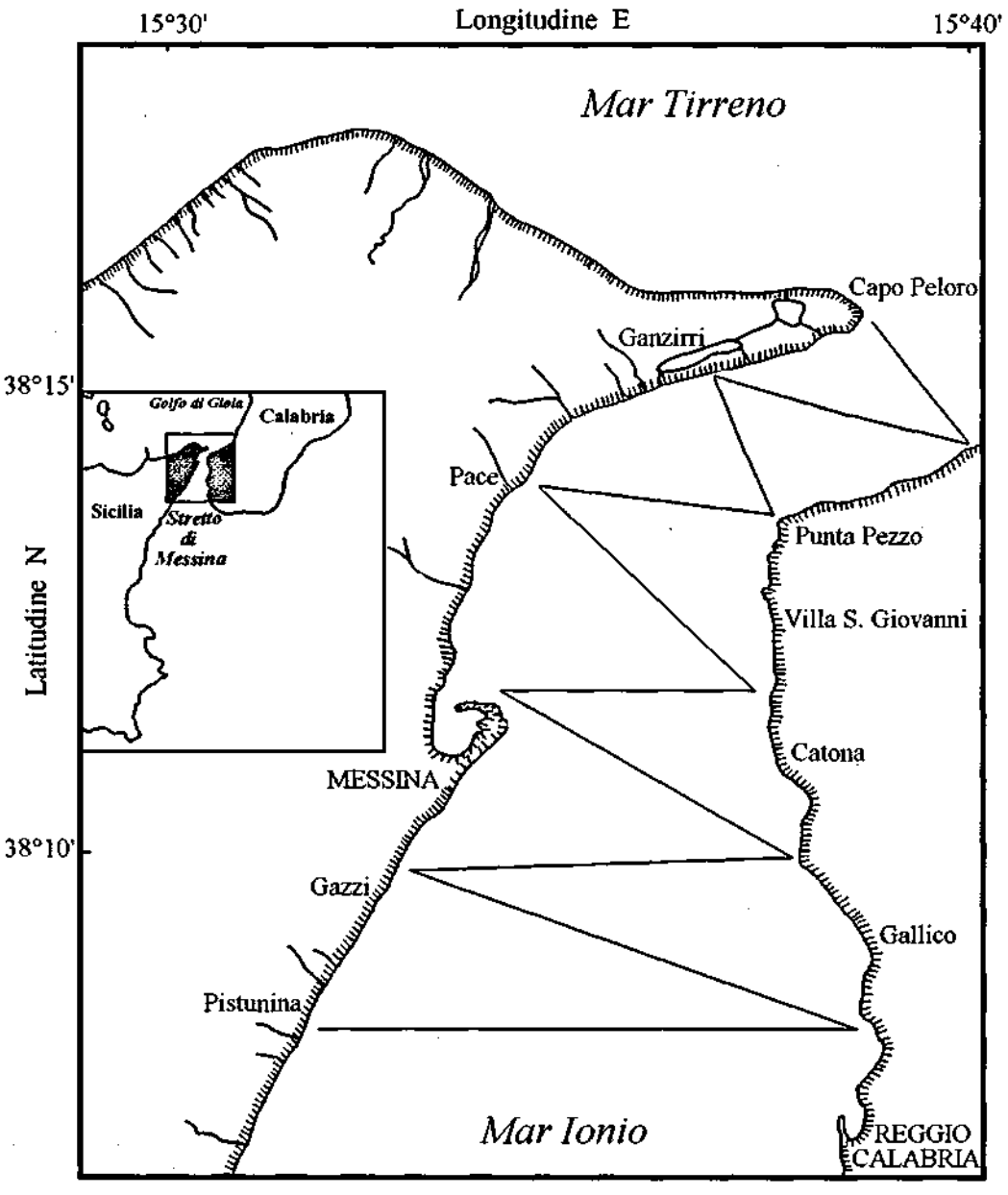


Fig. 1 - Area di studio e tracciato del monitoraggio in continuo. Le direzioni verso sud e nord sono state eseguite rispettivamente in condizioni di alta e bassa marea.

Study area and track of the continuous survey. Southward and northward directions were followed at low and high tide respectively.

Le misure sono state effettuate in fase lunare di sizigia, quando le correnti raggiungono la massima intensità (>5 nodi). Per coprire l'area in esame il natante (M/B Delfo) ha percorso, in circa tre ore, una rotta a zigzag tra le coste calabresi e siciliane seguendo, per quanto possibile, la stessa direzione di propagazione dell'onda di marea, secondo i criteri tipici del rilevamento lagrangiano.

I parametri presi in esame in questo lavoro, (temperatura, salinità e fluorescenza indotta) sono stati misurati in continuo (ogni 30 secondi) tramite una sonda multiparametrica (Meerestechnick Elektronik) e un fluorimetro (Haardt-Mod. 1101 LP). La strumentazione è stata collegata ad un PC e posta all'interno di una vasca in acciaio in cui affluiva l'acqua prelevata da una pompa a membrana posta a valle del sistema. Nel mese di dicembre '93 e aprile '94 i survey sono stati eseguiti tramite N/O Urania. Oltre ai parametri sopra citati, sono state eseguite misure di azoto nitrico e nitroso in continuo (ogni 30 secondi), utilizzando un analizzatore Alliance (mod. Integral) a flusso continuo. Durante il percorso sono stati raccolti campioni, dal flusso di acqua di mare del sistema di misura, e utilizzati per la taratura strumentale di temperatura, salinità, fluorescenza (clorofilla *a*) e nitrati. Tali campioni sono stati trattati a bordo ed analizzati in laboratorio secondo le metodologie in uso presso l'Istituto Talassografico di Messina (Strickland e Parsons, 1972; Innamorati *et al.*, 1990; Grasshoff, 1983).

Nel corso della ricerca sono state effettuate 144 ore di monitoraggio, raccogliendo oltre 12000 dati per ciascun parametro (temperatura, salinità e fluorescenza), mentre sono state eseguite 1560 determinazioni di nitrati più nitriti.

Risultati

Le caratteristiche fisico-chimiche delle acque superficiali dello Stretto di Messina sono strettamente correlate alle fasi di corrente in relazione al bacino di provenienza (tirrenico o ionico).

Dall'esame totale dei survey, in entrambe le condizioni di marea, le temperature più elevate (>27.0°C), sono state misurate nella zona settentrionale dello Stretto, mentre nella parte centrale e meridionale dell'area sono stati registrati i valori più bassi (<14.5°C). In particolare, nei mesi invernali, temperature più basse sono state misurate nella parte centrale dell'area delimitata dalle congiungenti Ganzirri-P.Pezzo e Messina-Catona (Fig. 2). Col trascorrere dei mesi il fenomeno della divergenza si estende gradualmente anche a Sud e principalmente sul versante siciliano, nei mesi estivi (Fig. 3). L'andamento della salinità rispecchia il ritmo delle correnti e la distribuzione alina risulta speculare all'andamento delle isoterme, con valori più bassi (< 37.50) nella parte settentrionale e più elevati (> 38.25) nella zona centrale e meridionale del sistema.

Le massime escursioni termo-aline sono state registrate nel mese di luglio '95, in fase di stanca dopo la montante in corrispondenza di correnti con velocità >4,5 nodi (Tavole di marea 1995, I.I.M.M.), con valori che oscillavano rispettivamente da 27,53°C a 17,54°C (Fig. 3) e da 38.35 a 37.50. Una condizione di maggiore omogeneità è stata riscontrata nel luglio '94, probabilmente a causa di una bassa pressione atmosferica presente sul bacino tirrenico, che non ha permesso l'inversione di marea, favorendo la corrente scendente e riducendo le escursioni termo-aline (tra 25.78°C e 19.27°C e tra 38,10 e 37.48). In inverno le variazioni termiche risultano attenuate, con oscillazioni dell'ordine di un grado (tra 14.35°C

e 15.67°C), mentre per la salinità le escursioni rimangono quasi invariate (tra 38.12 a 37.44).

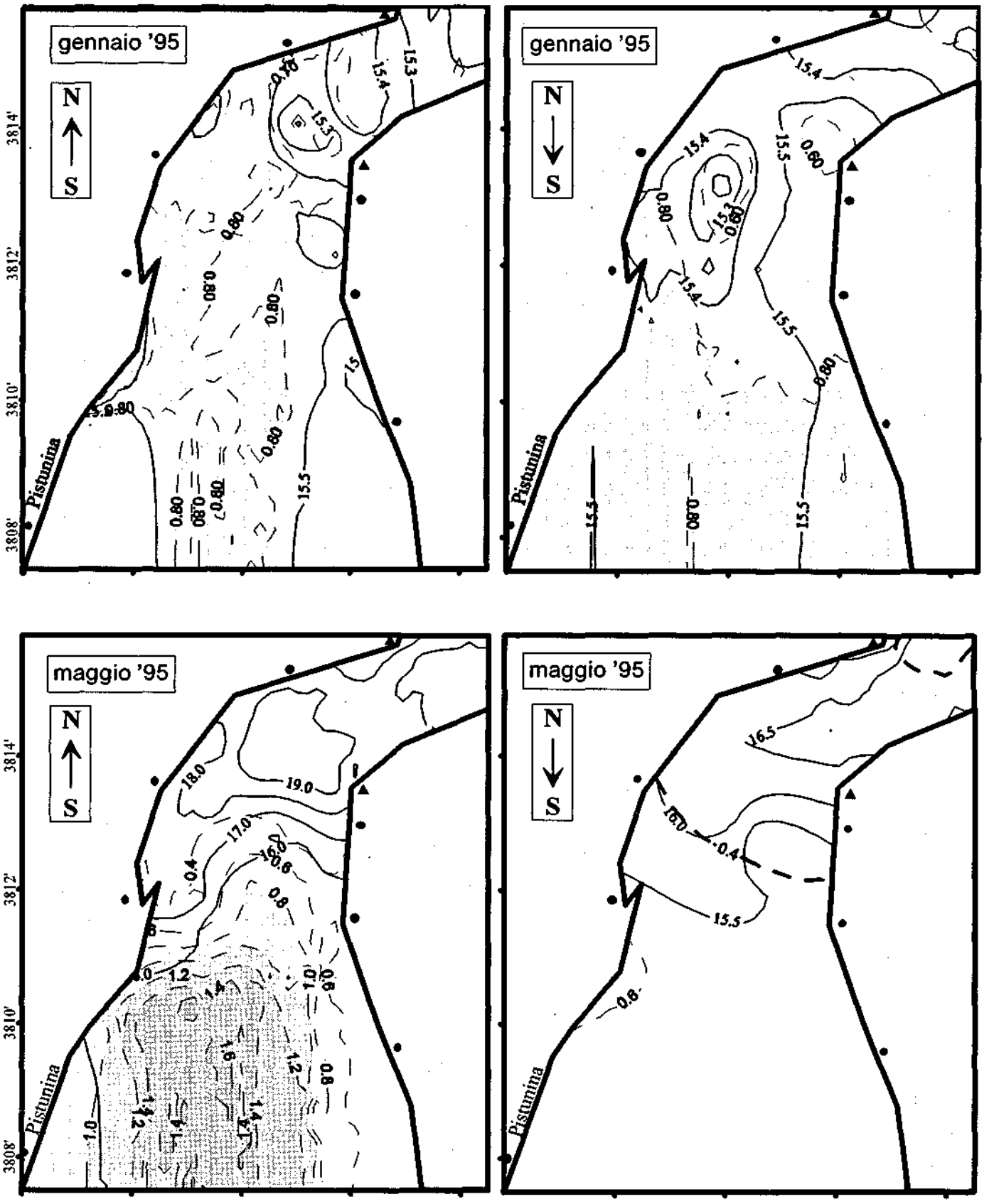


Fig. 2 - Effetto della variabilità diurna nel corso della marea sizigiale sulla distribuzione superficiale della temperatura (°C, —) e della fluorescenza (mV, - -) nei mesi di gennaio e maggio 1995 in condizioni di bassa (S —>N) ed alta marea (N —>S).

Effect of diurnal variability of syzygial tide on the surface distribution of temperature (°C, —) and fluorescence (mV, - -) during January and May 1995 in low (S—>N) and high tide (N —>S).

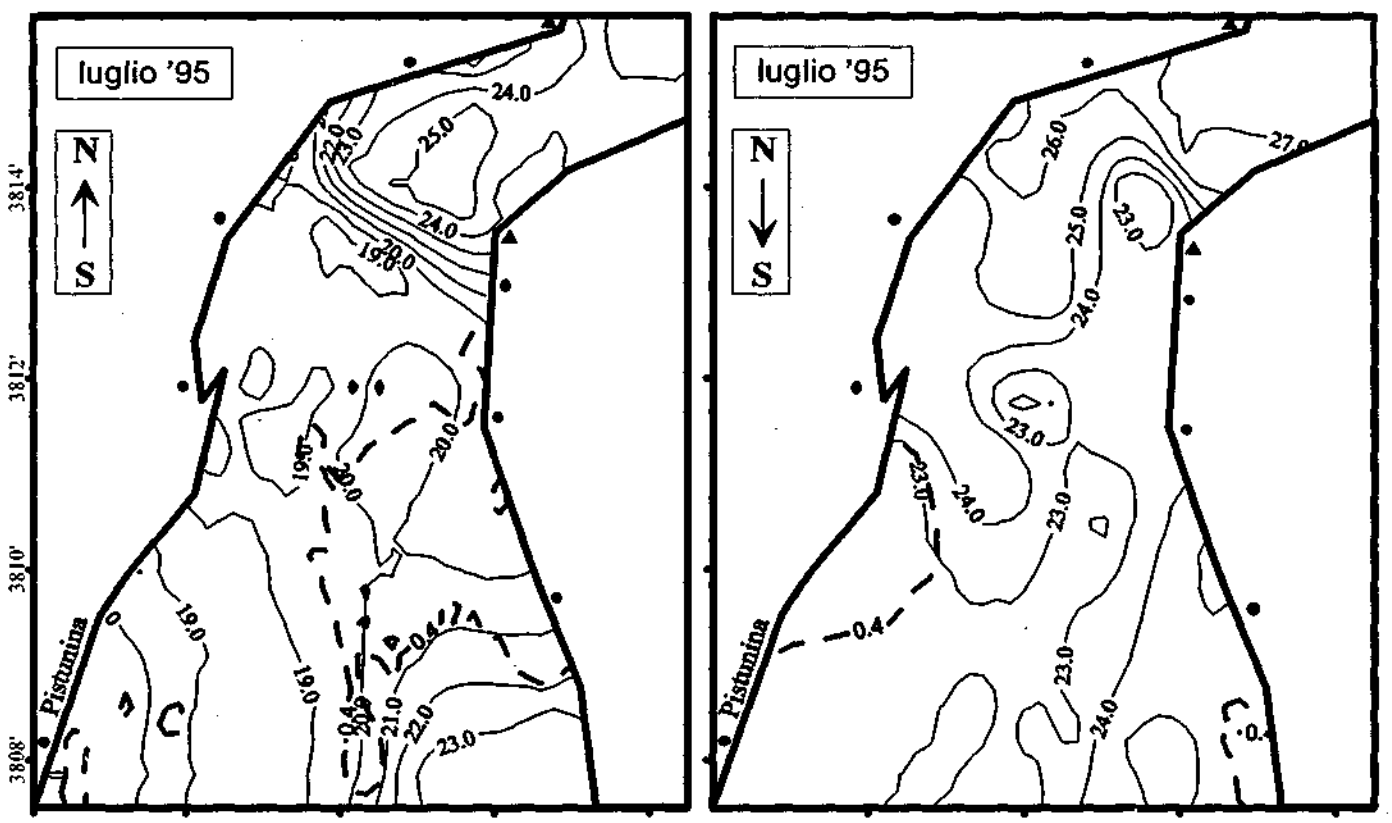


Fig. 3 - Effetto della variabilità diurna nel corso della marea sizigiale sulla distribuzione superficiale della temperatura (°C, —) e della fluorescenza (mV, - -) nei mesi di luglio ed ottobre 1995 in condizioni di bassa (S —>N) ed alta marea (N —>S).

Effect of diurnal variability of syzygial tide on the surface distribution of temperature (°C, —) and fluorescence (mV, - -) during July and October 1995 in low (S —>N) and high tide (N —>S).

La distribuzione superficiale dei nitrati, ottenuta nei mesi di dicembre '93 e aprile '94, evidenzia concentrazioni più elevate in corrispondenza delle zone di

affioramento (>3,5 μM in aprile). Infatti, il coefficiente di correlazione (n = 1560) risulta altamente significativo tra il composto azotato nitrico-nitroso e la salinità (r = 0,52 p<0,01) mentre la correlazione è inversa (r = -0,84 p<0,01) con la temperatura.

Le misure di fluorescenza indotta (Fl) sono state più marcate nel mese di maggio '94 (1.81 mV pari a 0.41 μg-Chla l^{-1}) nella zona sud dello Stretto ai margini delle macchie di divergenza, mentre i valori più bassi (<0.2 mV) sono stati rilevati nei mesi estivi. La fluorescenza ha presentato una correlazione diretta (n = 1560) con la salinità (r = 0,22 p<0,01) ed i nitrati (r = 0,12 p<0,01) e inversa con la temperatura (r = -0,23 p<0,01). Nei mesi invernali (Fig. 2) nella fase successiva alla montante la Fl è distribuita uniformemente in tutto lo Stretto (≅0.8 mV) con una diminuzione dei valori nella zona di affioramento situata tra Ganzirri-P.Pezzo (soglia). Nello stesso periodo, in fase di corrente opposta, la fluorescenza risulta maggiore nella zona meridionale (>0.8 mV), mentre nella restante area, e principalmente nelle zone di divergenza, diminuisce drasticamente. In primavera, ed in particolare nei mesi di maggio '94 e '95 (>1,6 mV = 0.36 μg-Chla l^{-1}, Fig. 2), in fase di stanca dopo la montante, i valori massimi di Fl sono stati rilevati nella area meridionale. Nello stesso mese in condizioni di corrente scendente la Fl risulta estremamente bassa con un leggero incremento a sud del versante siciliano (>0.6 mV Fig. 2). Nella stagione estiva in corrispondenza con le massime escursioni termo-aline i valori di fluorescenza sono risultati bassi (<0.4 mV) o assenti in entrambe le fasi di marea (Fig. 3). Nel luglio '94 la Fl è risultata elevata e superiore a 1.2 mV (>0.27 μg-Chla l^{-1}), imputabile alla mancanza dell'inversione di marea, riportata in precedenza. Nei mesi autunnali, e in particolare ad ottobre, le situazioni finora descritte s'invertono, con fluorescenze più elevate distribuite uniformemente (>0.6 mV) durante la fase di stanca successiva alla scendente e soprattutto con valori maggiori nelle aree di divergenza (>0.8 mV, Fig. 3).

Discussione e conclusioni

Da quanto esposto risulta che la fenomenologia dello Stretto di Messina presenta aspetti peculiari.

Durante i cicli annuali studiati la corrente montante, rispetto alla scendente, provoca nelle acque superficiali variazioni sostanziali dei parametri fisico-chimici e biologici, tranne che nella stagione autunnale quando è la corrente scendente favorire il maggiore sviluppo fitoplanctonico.

Nei mesi invernali il fenomeno dell'upwelling risulta circoscritto ad alcune zone, mentre in quelli estivi l'evento si manifesta al centro dello Stretto estendendosi anche all'area meridionale.

Gli effetti della variabilità stagionale determinati in autunno, con la presenza di fotoautotrofi nelle zone di divergenza è dovuto ad un abbassamento generale del termoclino ed una minore intensità dei processi di upwelling. Il progressivo riscaldamento ed ispessimento dello strato superficiale, comporta probabilmente che il riciclo delle acque superficiali avviene solamente fino alla quota del termoclino (20 metri, Magazzù *et al.*, 1987). Questa particolare combinazione fa sì che in superficie gli organismi fitoplanctonici trovino le condizioni ideali per il loro sviluppo poiché non sono stressati dall'intensità di corrente, hanno un'adeguata radiazione luminosa e dispongono del riciclo dei nutrienti. Nei mesi estivi, nonostante l'apporto di acque profonde ricche di nutrienti (Cescon *et al.*, 1997),

le concentrazioni degli autotrofi sono basse a causa dell'eccessivo idrodinamismo, che comunque può risentire dei fattori meteo-climatici inceppando il sistema, come è accaduto nel primo anno di osservazione.

L'effetto di biostimolazione indotto dall'upwelling è il responsabile principale della ricchezza biologica dell'area in esame dei primi anelli della catena trofica fino agli organismi predatori superiori.

Lo Stretto di Messina è paragonabile ad una "pompa vitale", che in autunno ed inverno si comprime e arricchisce principalmente se stesso, nei mesi primaverili si rilascia e innesca input fitoplanctonici sia locali che in zone limitrofe (De Domenico et al 1988; Azzaro *et al.* 1995; Magazzù *et al.*, 1995; Decembrini *et al.* 1998). Nella stagione estiva l'idrodinamismo è talmente elevato da rifornire di nutrienti le aree circostanti, a nord il Golfo di Gioia e a sud la costa siciliana orientale (Bohm *et al.*, 1987; Innamorati *et al.*, 1996), in un periodo in cui gli altri sistemi marini si trovano in condizioni di scarsa produzione fitoplanctonica per carenza di nutrienti.

Summary

The peculiar hydrodynamic features of the Straits of Messina, even beyond of the Mediterranean Sea, have long been object of study. However, these investigations have been carried out on short timescale. The present paper reports some results obtained during two years (1994-95) through continuous survey at the surface (-1 m) of some tracer parameters from sailing vessel. Each survey was performed under syzygy and in quasi-stationary situations following the dynamic phases of flooding and ebbing tides respectively.

The low tide in all seasons, showed surface changes in physical-chemical and biological parameters, except in autumn when there was a more diffused biologic development during high tide.

Data of salinity, nitrate and fluorescence provided evidence of the high positive correlation between them, while they inversely correlated with temperature. The upwelling during winter was limited to narrow zones, whereas in summer, it involved the strait centre and southern zone. The maximum fluorescence values were detected in spring (May 1994 1.81 mV = 0.41μg - Chla l^{-1}) in the southern zone of the system, while in summer they were lower due to the high hydrodynamics.

The Messina Straits can be considered as a "live pump", which in autumn and winter compresses and mainly get rich, while in spring expand and triggers both local and neighbouring phytoplanktonic input. The hydrodynamic is marked in summer and provides nutrients to the surrounding areas.

Ringraziamenti

Per il prezioso lavoro svolto sul campo si ringraziano il Sig. A. Cosenza tecnico elettronico ed il Sig. F. Soraci capobarca.

Bibliografia

AZZARO F., DECEMBRINI F., CRISAFI E. (1995) - Continuos survey of upwelling in the Strait of Messina. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **34:** 167.

BOHM E., MAGAZZÙ G., WALD L:, ZOCCOLOTTI M.L. (1987) - Coastal currents on the Sicilian shelf south of Messina. *Oceanol. Acta*, **10**: 137-142.

CESCON B., AZZARO F., CREAZZO S., DECEMBRINI F., MAGAZZÙ G. (1997) - Processes affecting upwelling and primary productivity of the Straits of Messina. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, **38** (1-2): 137-147.

DECEMBRINI F., AZZARO F., PASCHINI E., MAGAZZÙ G. (1998) - Influenza dei fenomeni di upwelling sulla produzione e biomassa fitoplanctonicche nello Stretto di Messina. *Atti 12° Congr. A.I.O.L.:* 159-171.

DE DOMENICO (1987) - Caratteristiche fisiche e chimiche delle acque nello Stretto di Messina. *Doc. et Trav.* IGAL, Paris, **11**: 225-235.

DE DOMENICO M., CORTESE G., PULICANÒ G., DE DOMENICO E. (1988) - Variazione spazio-temporale di nutrienti, clorofilla e carica microbica nelle acque dello Stretto di Messina. *Atti 8° Congr. A.I.O.L.:* 337-355.

GRASSHOFF K. (1983) - Determination of nitrate. In: Grasshoff K., Ehrhardt M., Kremling (eds), *Methods of seawater analysis*, Verlag Chemie, Weinheim: 143-150.

I.I.M.M. (1994) - *Tavole di Marea e delle Correnti di Marea 1995.* Pubbl. I.I 3133, Genova: 96 pp.

INNAMORATI M., FERRARI I., MARINO D., RIBERA D'ALCALÀ M. (Eds) (1990) - Metodi nell'Ecologia del Plancton Marino. *Nova Thalassia,* **11:** 372 pp.

INNAMORATI M., MASSI L., NUCCIO C. (1996) - Indipendenza delle cenosi fitoplanctoniche dalle masse d'acqua circostanti le isole Eolie. *Atti 11° Congr. A.I.O.L.:* 645-654.

MAGAZZÙ G., ANDREOLI C. (1971) - Trasferimenti fitoplanctonici attraverso lo Stretto di Messina in relazione alle condizioni idrologiche. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* **26**: 125-193.

MAGAZZÙ G., BRUNI V., PICCIONE A., PLATT T., IRWIN B., RAO S. (1987) - Picoplankton: Contribution to Phytoplankton Production in the Strait of Messina. *P.S.Z.N. I: Marine Ecology*, **8** (1): 21-31.

MAGAZZÙ G., AUBERT M., DECEMBRINI F. (1995) - The effect of tidal movements on planktonic transfer through the Straits of Messina. In: Guglielmo L., Manganaro A., De Domenico E. (eds), *The Strait of Messina Ecosystem, Proceedings of the Symposium held in Messina, 4-6 aprile 1991*: 191-202.

STRICKLAND J.F.H., PARSONS T.R. (1972) - A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Ed. Can.*, **167**: 1-311.

VERCELLI F., PICOTTI M. (1926) - Crociere per lo studio dei fenomeni nello Stretto di Messina. II. Il regime fisico-chimico delle acque nello Stretto di Messina. *Comm. Inter. del Mediterraneo*, Venezia: 1-161.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 549-557

G. PALANDRI, L. ORSI RELINI, F. GARIBALDI

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse (DIP.TE.RIS.),
Università degli Studi di Genova, Via Balbi, 5 – 16126 Genova, Italia.

CARTOGRAFIA DI RISORSE PELAGICHE: PRIMI TENTATIVI DI RAPPRESENTARE IN GIS L'ATTIVITÀ DEI PALAMITI D'ALTURA

CHARTOGRAPHY OF PELAGIC RESOURCES: FIRST ATTEMPTS TO REPRESENT LONGLINE CATCHES USING GIS

Abstract

The first attempts to georeferentiate the swordfish catches are described. In the Western Ligurian Sea, the monitoring of professional longline fishery has included space and time recording of the complete activity of a single boat during two consecutive fishing seasons. A catch index which includes area, time and number of hooks has been developed. A spatial structure of the resource is presented.

Key-words: *Swordfish, longline fishery, catch indexes, GIS, spatial structure.*

Introduzione

Il programma FIGIS, avviato nel 1996 dalla Comunità Europea per promuovere le applicazioni degli strumenti GIS nel campo della pesca, ci ha dato l'opportunità di effettuare i primi tentativi di questo tipo nell'ambito della pesca d'altura ai grandi scombroidi. Le tecniche GIS sono ormai ampiamente applicate alle risorse demersali dove, specialmente per la pesca a strascico, è più immediato il collegamento tra il prodotto raccolto e il substrato su cui si svolge l'operazione (Ardizzone *et al.*, 1997; Fortunati *et al.* 1998). Non ci risultano precedenti tentativi nel campo della pesca professionale dei grandi pelagici del Mediterraneo.

Il pesce spada rappresenta una risorsa di rilevante interesse nazionale: le catture avvengono a grandi distanze dalla costa e sono ottenute col palamito galleggiante e con la rete "spadara"; vengono espresse come CPUE rispettivamente in kg (o in numero di individui) per 1000 ami o per 1000 metri di rete. Tali attrezzi standardizzati si suppongono impiegati in un'operazione di pesca. È evidente che in questa espressione dei rendimenti non c'è alcun riferimento allo spazio in cui si svolge l'operazione e anche il riferimento al tempo è impreciso perché la pesca (e la catturabilità del pesce) è legata alle ore del buio che variano con le stagioni; perciò se da un lato non ci può essere più di un'operazione di pesca nelle 24 ore, un palamito o una rete molto lunghi potrebbero richiedere più di 24 ore per una singola operazione di pesca completa. È pertanto necessario studiare specifiche espressioni di questi parametri (aree coperte dall'attrezzo e tempi di impiego).

Materiali e metodi

Le unità operative FIGIS del Mar Ligure e dello Ionio (Prof. De Metrio e collaboratori), mediante rilevatori a bordo, hanno raccolto nelle rispettive aree di studio le posizioni geografiche di una serie di operazioni di pesca del pesce spada

effettuate con il palamito galleggiante. Di ogni operazione di pesca sono stati rilevati almeno quattro punti, corrispondenti alla messa in mare dell'attrezzo (inizio e fine) e del recupero dello stesso (inizio e fine); in qualche caso sono state rilevate anche le posizioni di singole catture. Accanto a questi dati, sono state rilevate le consuete misure dello sforzo (come numero di ami impiegati) e delle catture (numero, misura, peso e, quando possibile, sesso degli individui pescati) sia della specie bersaglio, che delle catture accessorie o di scarto.

Per l'elaborazione cartografica dei dati raccolti, è stato utilizzato il software Arcview della società americana ESRI. I dati concernenti le posizioni geografiche delle singole operazioni di pesca sono stati trasformati in poligoni mediante l'utilizzo del programma "Ascii loader" preparato dal team dell'IFREMER. A questi poligoni, che rappresentano una buona approssimazione delle aree effettivamente coperte dagli attrezzi in pesca, si è fatto riferimento per illustrare i rendimenti delle cale. Oltre alle aree, si è tenuto conto dei tempi di permanenza in mare dell'attrezzo, durante le singole operazioni.

Risultati e discussione

Area occupata da una operazione di pesca

In figura 1 è illustrata una singola operazione di pesca di un palamito da pesce spada; il punto 1 corrisponde alla posizione iniziale di cala, il punto cioè dove viene messo in mare l'attrezzo; il punto 2 rappresenta la posizione in cui si è finito di calare il palamito. Dopo un'attesa di poche ore, si inizia a recuperare il palamito dalla posizione di fine cala che, nel frattempo, grazie alle correnti, si è spostata sul punto 3. Quando infine si termina l'operazione di pesca, sono passate diverse ore ed il punto finale ha avuto il tempo di derivare fino alla posizione 4. Quindi durante una operazione di pesca, l'attrezzo copre tutta l'area racchiusa dal poligono illustrato come esempio.

Singole operazioni di pesca col palamito da pesce spada effettuate in Mar Ligure, Mar Ionio e Sud Adriatico (Fig. 2), rappresentate con la stessa scala spaziale, mostrano che l'area interessata dall'attrezzo dipende da vari fattori:

1) lunghezza dell'attrezzo
2) intensità e direzione delle correnti locali
3) disposizione dell'attrezzo relativamente alle suddette correnti

In Liguria il palamito è impiegato perpendicolarmente alla costa e alla corrente dominante e quindi, per quanto mediamente formato da meno di mille ami, copre una superficie estesa; nello Ionio i palamiti sono disposti a ventaglio a partire dal porto di base; sono più lunghi ma derivano meno; in Adriatico palamiti molto lunghi sono in genere impiegati parallelamente alla costa e cioè messi in opera nella stessa direzione della corrente (Fig. 2).

Rappresentazione della cattura per unità di sforzo e unità di area

Le catture dei palamiti da pesce spada sono di solito espresse come numero di pesci o peso dei medesimi per 1000 ami. Un modo diretto di rappresentarle consiste nel raffigurare le aree di cui sopra colorate secondo una scala cromatica corrispondente a una scala di valori in numero o in peso (Fig. 3a). Oltre a questa rappresentazione "classica " delle CPUE, abbiamo rappresentato le catture per unità di area (CPUA, in cui A rappresenta un miglio nautico quadrato) (Fig. 3b – Mar Ligure settembre 1998).

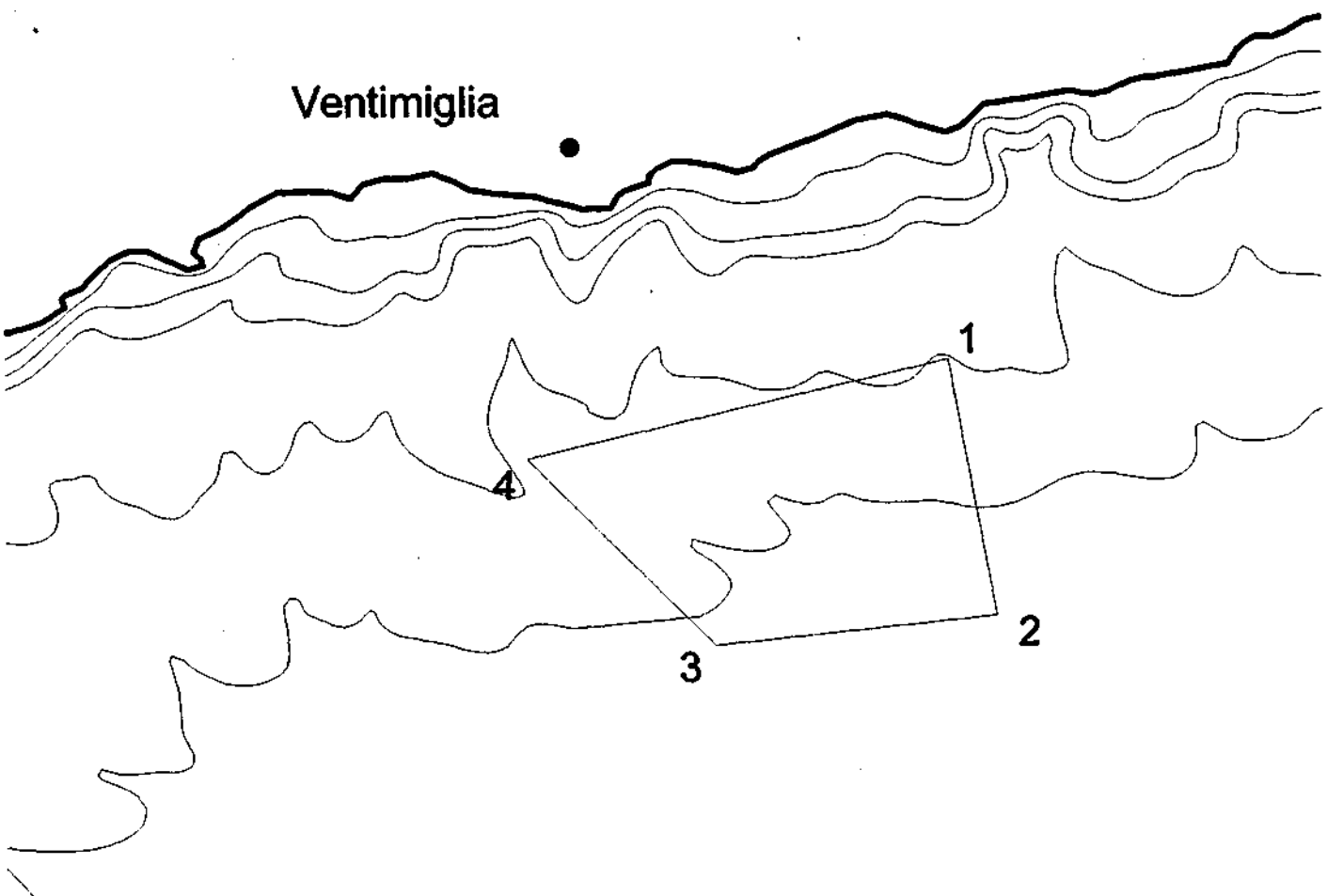


Fig. 1 – Esempio di area coperta da una singola operazione di pesca. Sono indicate le posizioni di inizio (1) e fine cala (2), inizio (3) e fine recupero (4).
Example of the area covered by a single fishing operation. The positions of beginning (1) and end of the setting of the gear (2), beginning (3) and end of hauling (4).

Rappresentazione normalizzata delle catture

La rappresentazione normalizzata delle catture è stata tentata tramite un indice che riunisce i tre fattori principali che intervengono durante un'operazione di pesca: numero degli ami impiegati, tempo di permanenza degli stessi in mare e area interessata dall'intera operazione di pesca

Una volta che le aree in cui lavora un set di palamiti sono posizionate in GIS (e quindi sono automaticamente misurate), e disponendo degli orari e delle posizioni di cala e recupero dell'attrezzo, la cattura totale dell'operazione di pesca può essere espressa secondo la formula:

$$I = W/(n \times A \times t)$$

dove la W è la cattura in kg, n il numero di ami, A l'area coperta dall'attrezzo e t il tempo totale, in ore e loro frazioni (in decimali) della permanenza dell'attrezzo in mare. In altre parole si hanno i kg di pesce prodotto da un amo, esposto per un ora in un miglio nautico quadrato di superficie (espressi come I).

In Fig. 4 è rappresentato un confronto tra l'andamento stagionale delle classiche CPUE (espresse in kg × 1000 ami) e l'andamento stagionale di questo nuovo

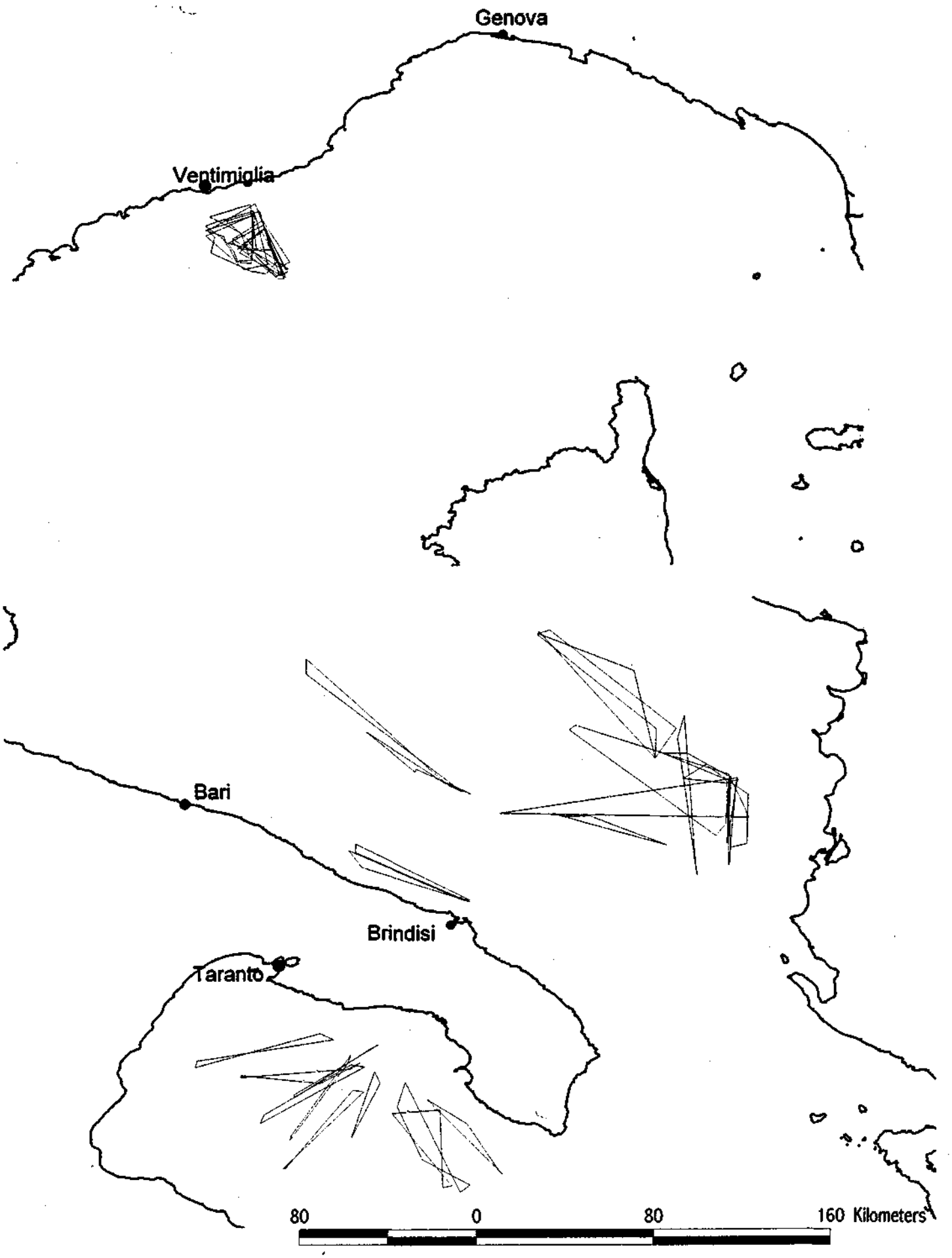


Fig. 2 - Aree interessate da singole operazioni di pesca con il palamito da pesce spada. in diverse zone con la stessa scala spaziale.

Areas involved in single fishing operations made with swordfish longline, in different fishing grounds with the same spatial scale.

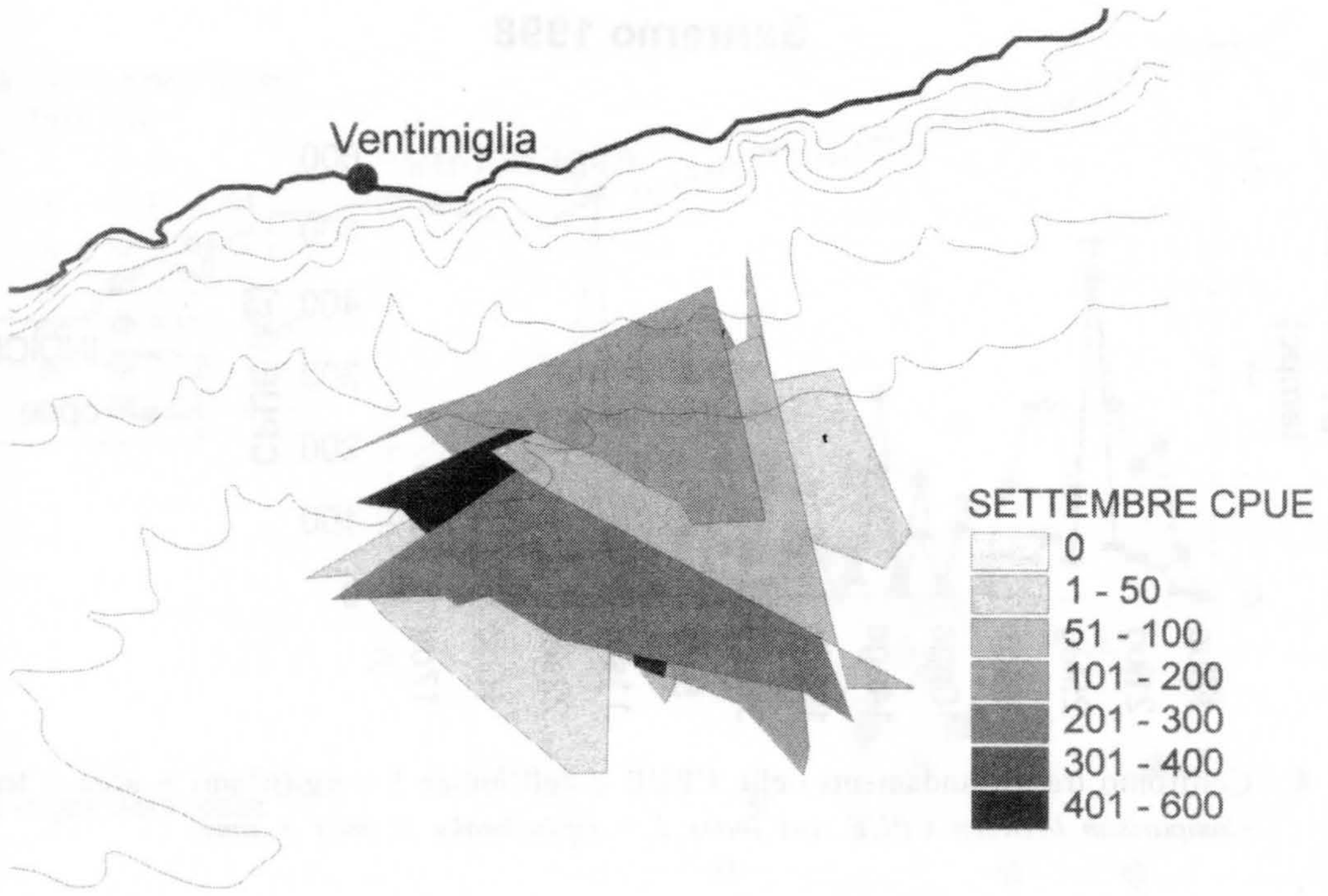


Fig. 3a - Esempio della rappresentazione delle catture per unità di sforzo.
Example of showing catch per unit of effort.

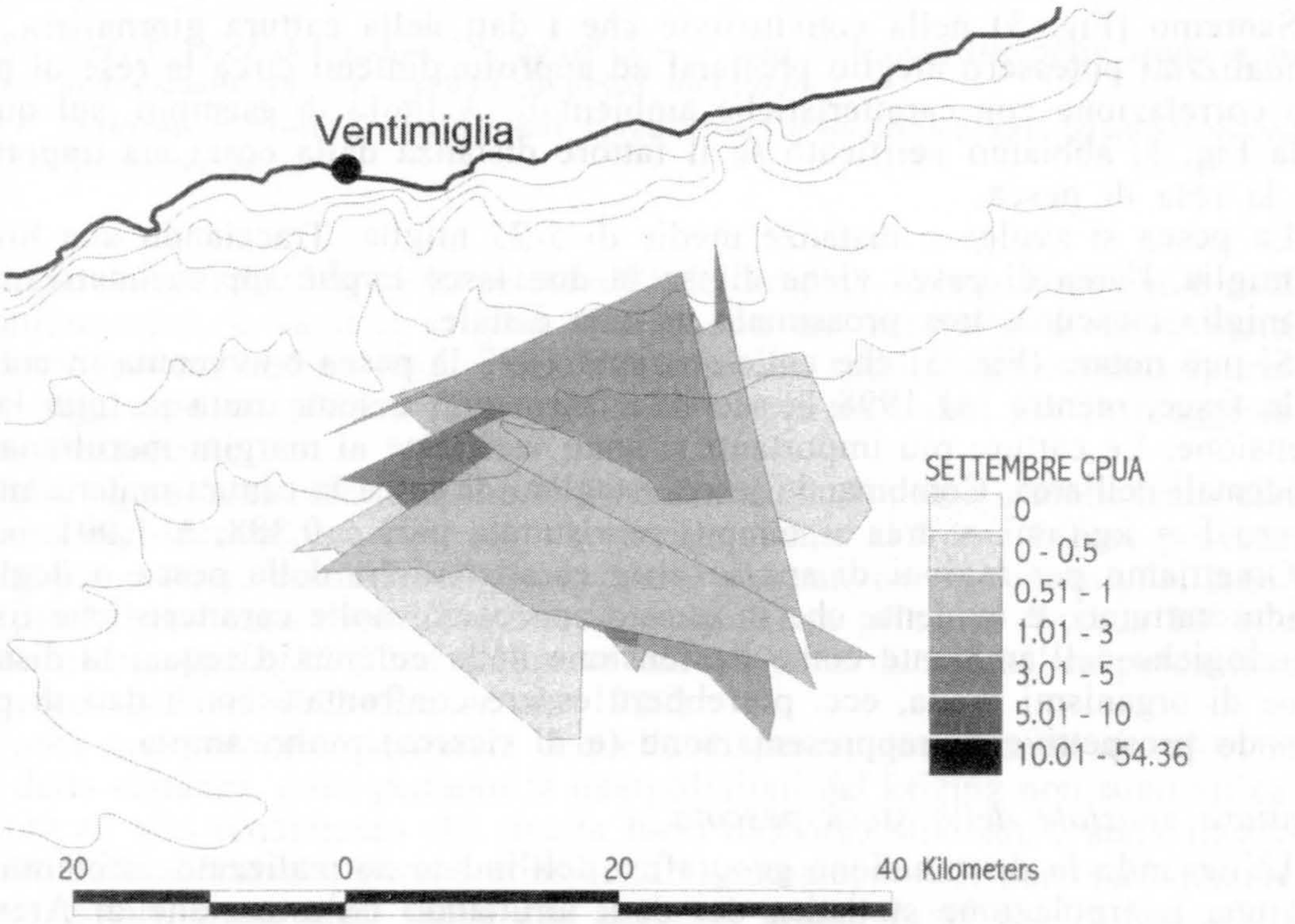


Fig. 3b - Esempio della rappresentazione delle catture per unità di area.
Example of showing catch per unit of area.

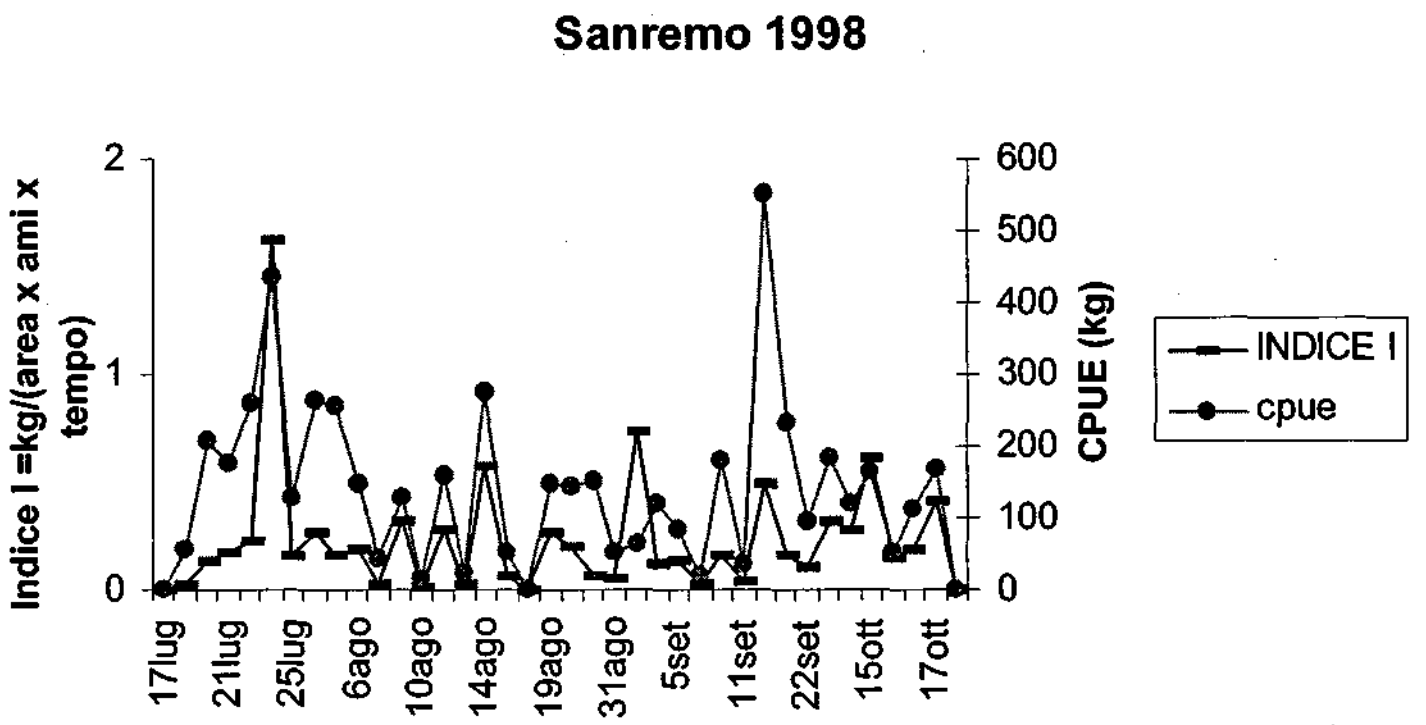


Fig. 4 - Confronto tra gli andamenti delle CPUE e dell'indice I = kg/(n°ami × area × tempo).
Comparison between CPUE and Index I = kg/(n°hooks × area × time)

indice. Si può notare come l'indice, tenendo conto di molteplici fattori, tenda a normalizzare l'andamento altalenante delle CPUE.

Abbiamo applicato questo calcolo a una serie di pescate del palamito da pesce spada effettuate dalla stessa barca in due anni successivi (1997 e 1998) al largo di Sanremo (Fig. 5) nella convinzione che i dati della cattura giornaliera, così normalizzati potessero meglio prestarsi ad approfondimenti circa le rese di pesca e la correlazione con caratteristiche ambientali. A titolo di esempio, sul quadro della Fig. 5, abbiamo verificato se il fattore distanza dalla costa sia importante per la resa di pesca.

La pesca si svolge a distanze medie di 5-25 miglia. Tracciando una linea a 15 miglia, l'area di pesca viene divisa in due fasce larghe approssimativamente 10 miglia ciascuna, una prossimale ed una distale.

Si può notare (Fig. 5) che nella stagione 1997 la pesca è avvenuta in entrambe le fasce, mentre nel 1998 la seconda fascia non è stata usata in tutta la sua estensione. Le catture più importanti si sono verificate ai margini meridionali ed occidentali dell'area. Combinando le due stagioni di pesca la cattura unitaria media, ovvero I = kg/(ami × area × tempo), è risultata pari a 0,388, ± 1,001.

Omettiamo per ragioni di spazio altre caratteristiche della pesca o degli individui catturati; è evidente che in questo approccio molte caratteristiche fisiche o biologiche dell'ambiente come l'estensione della colonna d'acqua, la distribuzione di organismi preda, ecc. potrebbero essere confrontate con i dati di pesca aprendo prospettive di rappresentazione (e di ricerca) molto ampie.

Struttura spaziale dello stock pescato

Utilizzando la distribuzione geografica dell'indice normalizzato, abbiamo tentato una interpolazione statistica dei dati, sfruttando un'estensione di Arcview, preparata nell'ambito del programma FIGIS dall'équipe dell'Ifremer (Le Corre e Aldebert, comunicaz. personale), che consente, a partire da informazioni puntuali

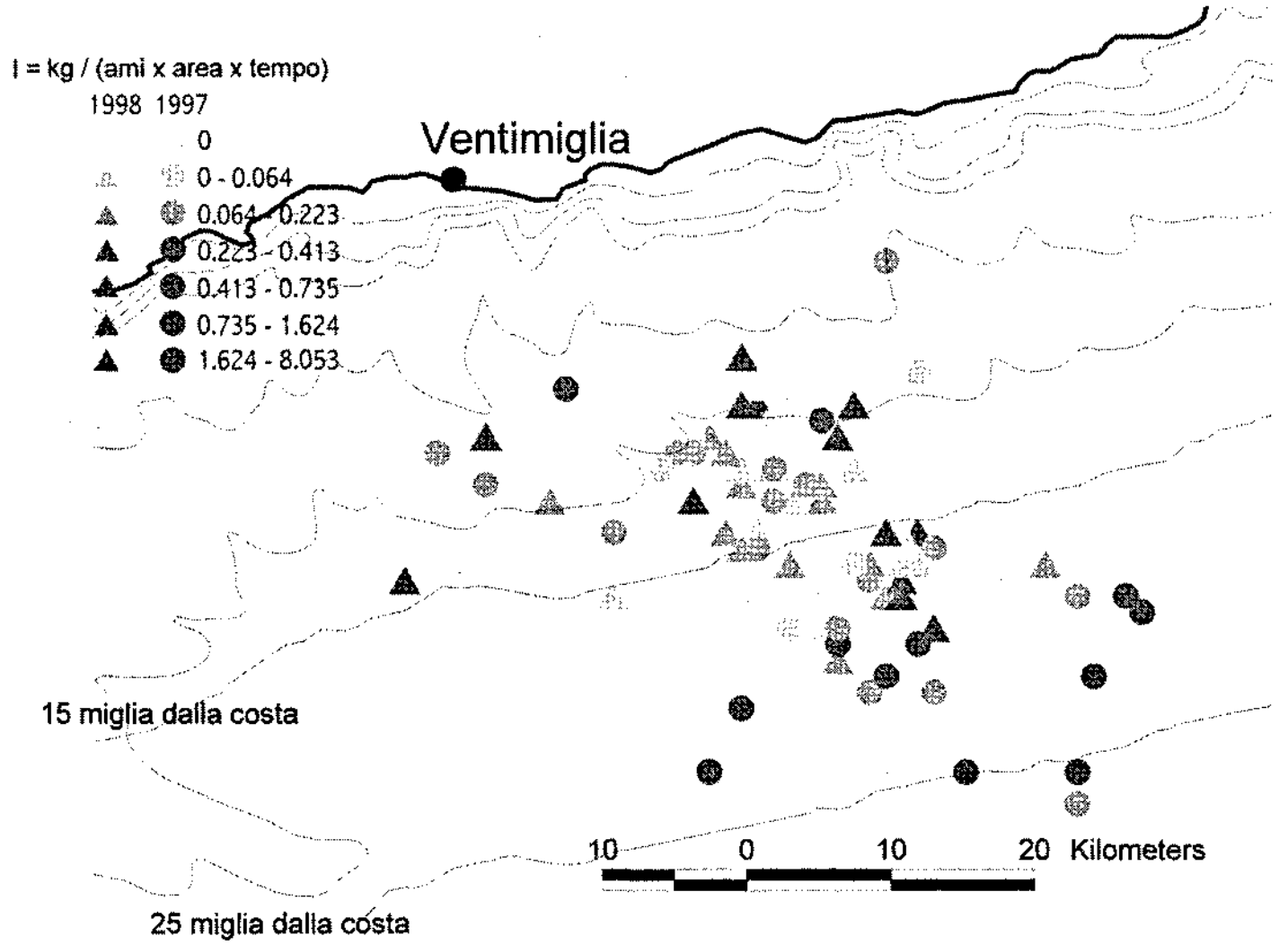
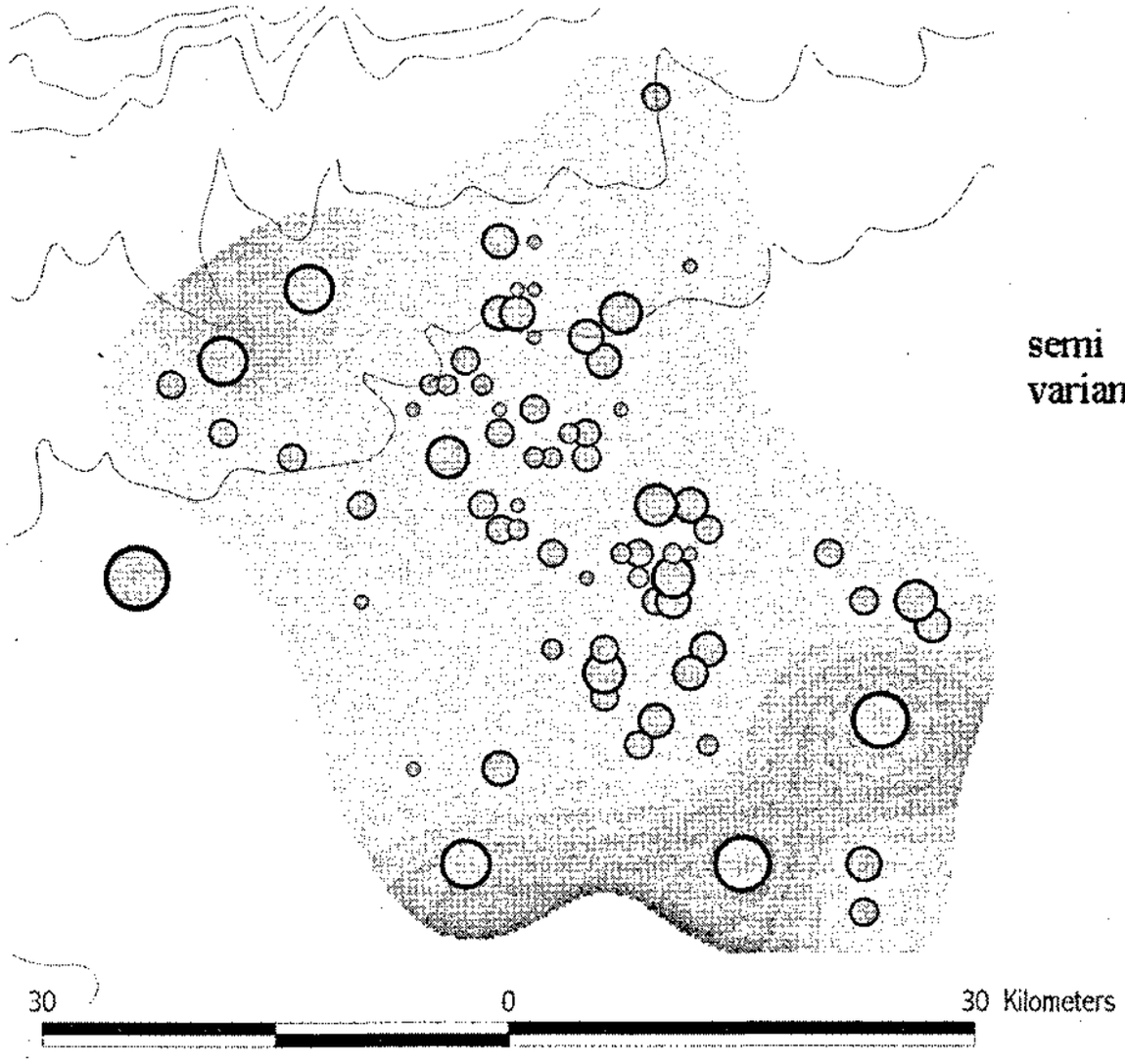


Fig. 5 - Distribuzione dell'indice I = kg/(n° ami × area × tempo) del pesce spada catturato con palamiti in due stagioni di pesca successive.
Distribution of index I = kg/(n. hooks × area × time) of swordfish caught during two subsequent fishing season.

e georeferenziate, di sfruttare le potenzialità del kriging. La soluzione che è risultata più interessante, è stato il kriging sferico con un intervallo di 1000 metri; il semivariogramma che ne risulta, descrive in modo soddisfacente i dati sperimentali e raggiunge un plateau di scarsa interferenza tra i dati per le maggiori distanze considerate.

Nella figura 6, si nota così che vi sono due zone di pesca a rendimento elevato nell'area considerata; una "del largo", corrispondente al fronte Ligure provenzale, ed una più costiera coincidente con la bocca del canyon di Ventimiglia, aree ben note per la ricchezza rispettivamente di produzione primaria (Jaques 1994) e di organismi mesopelagici (Orsi Relini *et al.*, 1992) e di risorse da pesca diverse dal pesce spada (Orsi Relini *et al.*, 1986).

L'area non colorata, periferica a quella di pesca, corrisponde ai valori maggiori della varianza, dove pertanto le interpolazioni del kriging non sono affidabili. Il punto ad alto rendimento che risulta fuori dall'area studiata, è stato trascurato nell'ultima elaborazione perché considerato anomalo; infatti per una coincidenza di vari fattori, come tagli subiti dall'attrezzo, grandi pesci che lo hanno affondato, ecc., il palamito non ha avuto praticamente movimenti nel corso dell'operazione di pesca, coprendo così un'area quasi nulla.



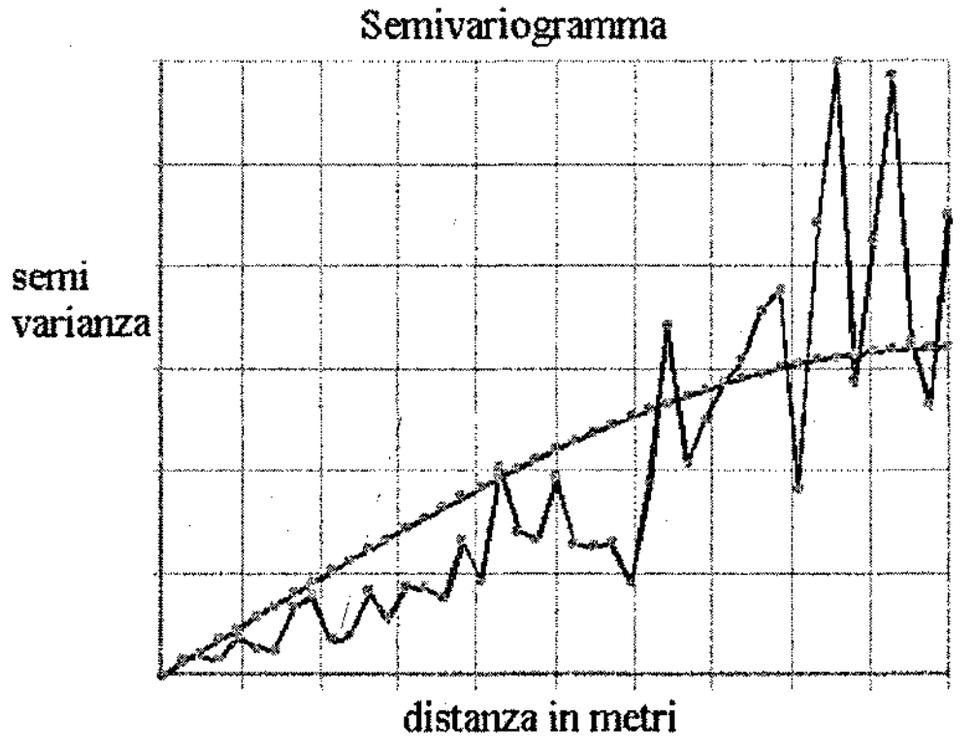


Fig. 6 - Kriging dell'indice I = kg/(n° ami × area × tempo).
Kriging of index I = kg/(n. hooks × area × time).

Summary

Within the framework of the international research programme "FIGIS", (funded by the European Union from 1996 onward to promote the use of GIS tools to describe fishery activities in relation to the environment), we had the opportunity to apply these new techniques to data concerning large pelagic professional fisheries.

Swordfish represents an economically important resource in Italian seas: catches come from fishing areas placed far from the coast and, in recent years are mainly due to professional longliners.

In the Ligurian and Ionian Sea, during the 1997 and 1998 fishing seasons, observers recorded directly on board the geographic position of several longline fishing operations: for each one, at least 4 positions (beginning and end of the setting and recovery of the gear), were recorded in addition to the usual data on catches, effort and timing of the operation.

Such information was processed using the GIS software package "Arcview" (ESRI), which allows to transfer data on georeferenced maps.

CPUEs are usually expressed in kg (or number of individuals) per 1000 hooks: by doing so, the geographic area covered by the drifting gear and the time needed for a single fishing operation are not taken into account. So we considered important to formulate a new expression for all these parameters.

We represented catches using a standardised index – I – which combine the three main factors affecting a fishing operation (number of hooks, setting time at sea and area covered by the gear):

$$I = W/(n \times A \times t)$$

were W is the catch in kg, n the number of hooks, A the area covered by the gear and t the total time in hours of the gear at sea. In other words the index represent kilograms of fish caught by one hook, exposed for one hour on a surface of one square nautical mile. Finally we analysed the spatial structure of fished stock applying kriging techniques to the geographical distribution of the index I.

The best fit of the data was obtained by using the spherical kriging with an 1000 meters interval: the resulting semivariograms well describes the experimental data showing a low interference plateau for the highest considered distances.

Results are obviously provisional: however two high productivity spots appear in the area considered: the first one, placed far from the coast, corresponds to the Liguro-Provençal front, well known for its richness in primary production and mesopelagic organisms; the second one, placed in more coastal waters, corresponds to the "Ventimiglia Canyon", which is an important fishing area for various fishing resources besides swordfish and other pelagic fishes.

Bibliografia

ARDIZZONE G.D., CORSI F. (1997) - Atlante delle risorse ittiche demersali italiane. Trawl surveys 1985-1987. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (2): 568 pp.

FORTUNATI L., GAROFALO G., DE MONTIS R. (1998) - TSDV: a GIS tool for inspetting trawl survey data. *ICES CM* 1998/S: 21.

JACQUES G. (1994) - Nouvelle vues sur le systeme pelagique de Mer Ligure. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 65-82.

ORSI RELINI L., RELINI G., SEMERIA M. (1986) - Displacements of shoals of *Aristeus antennatus* deduced by the fishing activity of west-Ligurian trawlers. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, **30** (2): 12.

ORSI RELINI L., RELINI G., CIMA C., FIORENTINO F., PALANDR G., RELINI M., TORCHIA G. (1992) - Una zona di tutela biologica ed un parco pelagico per i cetacei del Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **56-57**: 247-281.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 558-564

L. TUNESI, M.E. PICCIONE

ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166, Roma, Italia.

RAPPRESENTAZIONE E ANALISI PRELIMINARI DI INFORMAZIONI RELATIVE ALLA FLOTTIGLIA DA PESCA ARTIGIANALE DEL COMPARTIMENTO MARITTIMO DI SAVONA MEDIANTE G.I.S.

PRELIMINARY REPRESENTATION AND ANALISYS OF DATA ON ARTISANAL FISHERY FLEET IN THE SAVONA COMPARTMENT BY G.I.S.

Abstract

The concept of a G.I.S. consisting of data from small scale fishery fleets using static nets (gillnets, trammels and combinated nets), allows to highlight aspects related to the management of this professional activity. Phenomena of overlapping of fishing areas with the type of working bottoms and with respect to their nature (hard, soft and seagrass meadows) are analysed together with considerations on space competition.

Key-words: *G.I.S., small scale fisheries, coastal management, benthic assemblages.*

Introduzione

La pesca con reti da posta costituisce un'importante componente della pesca artigianale nelle aree costiere mediterranee. Essa permette la cattura di specie estremamente diverse e spesso di elevato valore commerciale, richiedendo l'impiego di investimenti relativamente ridotti. Il suo sviluppo si è incrementato a livello mediterraneo negli ultimi 15 anni grazie alla diminuzione dei costi delle reti legata all'importazione di monofilamento prodotto in Asia e a una semplificazione delle tecniche di montaggio (IFREMER *et al.*, 1998).

Questo tipo di pesca può essere considerato come l'associazione di più mestieri perché uno stesso pescatore può impiegare attrezzi diversi nel corso della stessa giornata di pesca, in funzione dell'area e della stagione in cui opera, con il solo limite costituito dalla sua capacità operativa (IFREMER *et al.*, 1998).

La flottiglia che esercita questo tipo di attività è composta principalmente da navi costiere di piccole dimensioni, ad attività generalmente giornaliera e a ridotto raggio d'azione.

Nonostante ciò, la vicinanza dei porti (o dei siti di stazionamento) a cui fanno capo le diverse marinerie determina sovrapposizioni delle aree di pesca con la possibilità che si instaurino fenomeni di competizione diretta e/o conflittualità per la presenza di natanti appartenenti a marinerie diverse operanti su di uno stesso tratto di fondale (FAO-CRODT-ORSTOM, 1995).

Il presente contributo, realizzato mediante l'applicazione di un sistema informativo geografico (G.I.S.) al Compartimento di Savona, si propone di descrivere e analizzare alcuni degli aspetti che concorrono a caratterizzare la specificità delle marinerie che praticano la pesca con reti da posta, cercando di pesare fattori quali: il raggio di attività delle imbarcazioni, l'intervallo di profondità nel quale sono condotte le attività di pesca, il tipo di fondale (fondi mobili, prateria di fanerogame,

fondi duri), al fine di fornire indicazioni di carattere gestionale per l'area costiera in oggetto. Il presente contributo è stato elaborato nell'ambito delle attività del progetto FIGIS – FAIR CT95-0419, finanziato dalla DG XIV della Commissione Europea.

Materiali e metodi

La raccolta delle informazioni relative alle barche che esercitano attività di pesca artigianale nel Compartimento di Savona è stata condotta mediante il censimento diretto nel mese di Aprile del 1999 nei Comuni costieri dell'area di studio. Tali informazioni sono state controllate con quanto indicato nell'elenco del naviglio da pesca, dell'archivio licenze pesca del Ministero per le Politiche Agricole. Interviste dirette ai pescatori hanno fornito indicazioni sul raggio di azione delle imbarcazioni in relazione ai diversi mestieri di pesca. In particolare per ogni sito di stazionamento sono stati raccolti dati riguardanti: il numero di barche, l'area nell'ambito della quale queste esercitano la loro attività e la profondità massima alla quale generalmente sono calate le reti.

Al fine di verificare l'incidenza del tipo di fondale in funzione della marineria, sono state considerate informazioni relative alla tipologia dei fondali, distinguendo fondi duri e fondi mobili e l'eventuale presenza di praterie di fanerogame (Bianchi e Peirano, 1995).

I dati raccolti sono stati caricati su uno specifico sistema G.I.S. ed elaborati con software ARC/INFO ed ArcView della ESRI.

Il supporto cartografico di base è costituito dalla carta nautica n°2 dell'I.I.M.M., a scala 1:100.000, comprensivo dei dati relativi alla linea di costa, ai comuni costieri e alle principali isobate.

I tratti di fondale sui quali operano le marinerie presenti nel Compartimento di Savona sono stati identificati mediante la costruzione di semicirconferenze di raggio pari a 3 miglia marine, centrate sui siti di stazionamento dei natanti. Questa lunghezza è stata scelta in base a quanto indicato dai pescatori, come raggio all'interno del quale viene condotta la maggioranza delle attività di pesca delle marinerie del Compartimento in oggetto. Inoltre, poiché nell'area di studio la pesca artigianale con reti da posta generalmente non si spinge oltre i 100-110 m di profondità, l'area interessata dalle attività di ciascuna flottiglia è stata delimitata dall'isobata dei 100 m.

La rappresentazione grafica è stata realizzata considerando il numero totale di imbarcazioni afferenti ad ogni porto. Successivamente, il sistema ha calcolato le superfici di operatività delle singole imbarcazioni, quelle di sovrapposizione tra le diverse flottiglie e l'importanza percentuale del tipo di fondale (distinto in fondi mobili, fondi duri, praterie a fanerogame), in base all'elaborazione delle informazioni cartografiche presentate da Diviacco *et al.* (2000).

Risultati

Il numero di imbarcazioni censite nel Compartimento di Savona per sito di stazionamento è mostrato in Tabella 1 ed in Figura 1. I comuni nei quali è stata registrata la presenza di natanti afferenti alla pesca artigianale sono 10. Il censimento diretto ha permesso di rilevare una certa discordanza tra quanto indicato dai registri ufficiali e il reale numero e sito di ricovero dei natanti. In base alle

informazioni raccolte con il censimento diretto, le imbarcazioni afferenti alla pesca artigianale risultano disperse lungo la costa e la loro presenza non dipende necessariamente dalla disponibilità di aree portuali: molte barche infatti sono tirate a secco sulle spiagge.

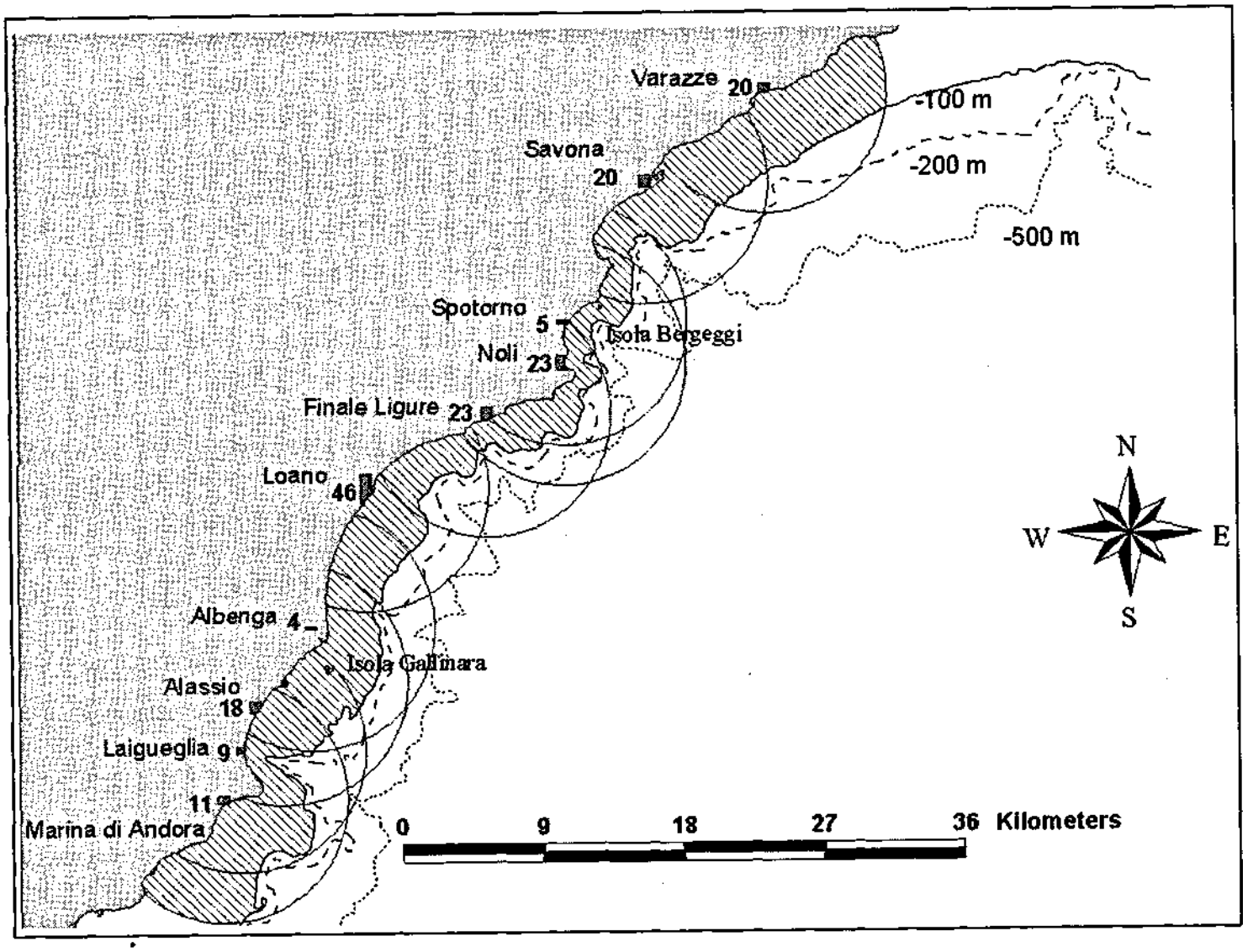


Fig. 1 - Il Compartimento di Savona con l'indicazione del numero di natanti che svolgono la pesca artigianale con reti da posta per comune di stazionamento e rispettive aree di attività. Sono indicate le semicirconferenze di 3 miglia di raggio, centrate sui comuni di stazionamento e sono evidenziati i fondali compresi tra la costa e l'isobata di 100 m (vedi testo).

The Savona Compartment with the number of small scale fishery vessels per stationing municipality and the respective fishing grounds. The 3 miles semi-circumferences centred on stationing municipalities and the fishing grounds between the coastal line and the 100 m isobath are shown (see text).

La Tab. 1 permette di rilevare che il sito che ospita il maggior numero di imbarcazioni afferenti alla pesca artigianale con reti da posta risulta essere Loano, mentre i meno importanti sono Albenga, che dispone solo di un pennello di protezione che delimita uno specchio d'acqua molto ridotto e senza servizi, e Spotorno, ove le imbarcazioni sono ricoverate sulla spiaggia. La flottiglia da pesca nel Compartimento è distribuita lungo la costa in modo da non lasciare aree potenzialmente scoperte.

Tab. 1 - Numero di imbarcazioni appartenenti alla pesca artigianale operanti con reti da posta censite nel compartimento marittimo di Savona per sito di stazionamento, superficie di fondale a disposizione in Km^2, rapporto n° natanti per superficie a disposizione per ogni marineria e percentuale di fondale potenzialmente condivisa da ogni marineria con quelle limitrofe.
Legenda: * = valori di condivisione di fondi da pesca calcolati solo sulla base delle marinerie afferenti al Compartimento di Savona.

*Number of small scale fishery vessels using static nets in the compartment of Savona per stationing municipality, respective fishing ground surface in Km², vessels number per fishing ground surface and percentage of fishing grounds potentially shared with the neighbouring navy. Legend: * = values relevant only to the navies belonging to the Savona Compartment.*

Area di stazionamento	N° natanti	Superficie fondali (Km^2)	N° natanti / Km^2 Sup. fondale	% di fondali antistanti l'area di stazionamento condivisa con altre marinerie
Marina di Andora	11	71,9	0,2	* 68 %
Laigueglia	9	62,6	0,1	100 %
Alassio	18	58,6	0,3	100 %
Albenga	4	63,5	0,1	100 %
Loano	46	47,8	1,0	79 %
Finale Ligure	23	40,1	0,6	100 %
Noli	23	35,7	0,6	100 %
Spotorno	5	35,9	0,1	100 %
Savona	20	52,8	0,4	64 %
Varazze	20	63,3	0,3	* 36 %

Le superfici di fondale teoricamente a disposizione delle diverse marinerie (Fig. 1), sono comprese tra 35,7 Km^2 di Noli e 71,9 Km^2 di Andora; i valori relativamente modesti, se comparati con altre realtà italiane, sono spiegati dalla presenza nell'area di studio di una piattaforma continentale di estensione modesta e dalla ridotta superficie dei fondali più costieri.

La densità di natanti per superficie di fondale di pesca presenta dei valori compresi tra 0,1 (riscontrato nelle aree antistanti i siti meno attrezzati) e 1,0 per Loano.

I valori percentuali di condivisione teorica dei fondali da pesca di ogni singola marineria con quelle limitrofe (Tab. 1 e Fig. 1) permettono di rilevare non solo che tutti i fondali considerati sono potenzialmente soggetti ad attività della pesca artigianale, ma che per 6 siti su 10 esiste il 100 per cento della condivisione potenziale dei fondali da pesca con le marinerie limitrofe. Inoltre, va rilevato che i valori forniti per Andora e Varazze sono in realtà maggiori di quanto indicato in Tab. 1, poiché non comprensivi della condivisione con le marinerie dei comuni afferenti ai compartimenti limitrofi (di Imperia per Andora e di Genova per Varazze).

Al fine di disporre di indicazioni sulla natura dei fondali sui quali potenzialmente operano le marinerie del Compartimento di Savona, la tabella 2 mostra l'importanza percentuale del tipo di fondale per sito di stazionamento considerando le categorie "fondi mobili", "fondi duri" e "praterie di fanerogame" (*Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*), (Bianchi C.N. e Peirano A., 1995).

L'area che presenta la percentuale maggiore di fondali coperti da Fanerogame è quella antistante Loano.

Nel presente contributo si è preferito non rappresentare l'informazione relativa al tipo di fondale in quanto, alla scala di riproduzione delle carte consentita dalle soluzioni editoriali della presente pubblicazione, le informazioni riportate sarebbero state difficilmente fruibili.

Tab. 2 - Importanza percentuale del tipo di fondale presente nell'area di attività delle marinerie del savonese, considerando le categorie "fondi mobili", "fondi duri" e "praterie di Fanerogame" (*Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*).
Legenda: * = valori relativi solo alla parte dei fondali afferenti al Compartimento di Savona.

*Importance per cent of type of bottom in the activity area of the small scale fishery in the Savona Compartment considering the categories "soft bottoms", "hard bottoms", and sea grass meadows (*Posidonia oceanica *e* Cymodocea nodosa*).*

*Legend: * = values relevant only to the grounds belonging to the Savona Compartment.*

Area di stazionamento	Percentuale fondi mobili	Percentuale fondi duri	Percentuale Fanerogame
Marina di Andora	* ≅95	* <1	* 5
Laigueglia	90	1	9
Alassio	87	1	12
Albenga	≅87	<1	13
Loano	≅82	<1	18
Finale Ligure	≅88	<1	12
Noli	89	1	10
Spotorno	89	1	10
Savona	≅92	<1	8
Varazze	* ≅94	* <1	* 6

Discussione e conclusioni

I sistemi informativi geografici (G.I.S.), grazie alla loro capacità di elaborare dati e alla possibilità di fornire numerose funzioni analitiche, costituiscono mezzi ideali per ottenere sintesi di aspetti anche particolarmente complessi; queste capacità rendono i G.I.S. strumenti di notevole importanza potenziale per il supporto alla gestione delle attività di pesca (Meaden e Do Chi, 1996).

Negli ultimi anni diverse applicazioni G.I.S. sono state rivolte alla gestione di risorse naturali (Miller, 1994) e, in alcuni casi, hanno costituito importanti elaborazioni di dati raccolti a livello nazionale, fornendo sintesi di notevole importanza per la gestione delle risorse ittiche (Ardizzone e Corsi, 1997).

L'applicazione di G.I.S. al trattamento di dati sulle marinerie della pesca professionale con reti da posta, può costituire la base su cui costruire un modello di interpretazione delle interazioni tra le attività di pesca e gli altri usi della costa e dello spazio marittimo (Le Corre, 1996).

L'impiego di questo tipo di strumento riveste particolare importanza in Mediterraneo, dove il pericolo di un possibile aumento del numero di aree

sovrasfruttate potrebbe in parte essere evitato proprio con una gestione più appropriata dei numerosi dati scientifici già disponibili (Caddy, 1996).

La soluzione scelta di rappresentare le aree di attività delle diverse marinerie mediante una semicirconferenza di 3 miglia di raggio, delimitata verso il largo dall'isobata soglia dei 100 m, sembra di agevole interpretazione (Fig. 1), utile a visualizzare gli ambiti di pesca di questo tipo di attività e a percepire l'elevato livello di condivisione dei fondali. Questo tipo di informazione, accompagnato dalla percentuale di potenziale condivisione dei fondi da pesca (Tab. 1), può essere considerato un "indice di conflittualità potenziale" tra le diverse marinerie. Infatti, anche se esistono accordi specifici sia all'interno di una marineria, sia tra marinerie vicine, spesso si verificano situazioni di conflitto che sono spiegabili non solo dall'interesse economico di uno specifico specchio acqueo, ma anche dal numero di natanti in grado di potervi operare.

Inoltre informazioni quali il numero di natanti che operano per superficie e per tipo di fondale permettono nuove interpretazioni dei dati normalmente disponibili: il porto di Loano che ospita il maggior numero di imbarcazioni, nonostante non disponga di superfici di pesca particolarmente estese, risulta il sito con la percentuale maggiore di fondale coperto da praterie di Fanerogame marine (Tab. 2). Questo aspetto non costituisce la sola spiegazione dell'elevato numero di natanti a Loano, comune le cui acque ospitano un'importante barriera artificiale (Relini *et al.*, 1995), ma fornisce una nuova chiave di interpretazione a supporto di una gestione più razionale delle attività di pesca.

La pesca artigianale rappresenta una realtà di grande interesse e complessità che merita di essere opportunamente studiata (World Bank, 1991). Il presente contributo costituisce solo un primo approccio dell'applicazione del G.I.S. allo studio di questa attività, per favorirne un corretto sviluppo nel quadro di una gestione integrata della fascia costiera.

Summary

Geographical Information Systems are computer-based tools developed for handling spatially-referenced data and information. The systems are therefore optimal instruments for the planning and decision-making processes regarding the coastal environment. In the present study, the concept of a G.I.S. on data from small scale fishery fleets using static nets (gillnets, trammels and combinated nets) allows to highlight those aspects related to the management of this kind of professional activity.

Through the application of the system overlap in fishing areas and type of working bottoms with relation to their nature (hard, soft and seagrass meadow) are analysed. The system also allows considerations regarding space competition. The role of G.I.S. in coastal management application is thus shown through its hereby presented application on the management of small scale fishery data.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il Sig. Vittorio Libonati, Presidente della Cooperativa S. Filippo di Albenga, per la sua squisita collaborazione e la Dottoressa Giulia Mo per avere gentilmente rivisto i testi in inglese.

Bibliografia

ARDIZZONE G.D., CORSI F. (1997) - Atlante delle risorse ittiche demersali italiane. Biol. Mar. Medit., 4 (2): 1-379.

BIANCHI C.N., PEIRANO A. (1995) - *Atlante delle fanerogame marine della Liguria.* Posidonia oceanica *e* Cymodocea nodosa. ENEA. Centro Ricerche Ambiente Marino - La Spezia: 1-146.

CADDY J.F. (1996) - Resources and environmental issues relevant to Mediterranean fisheries management. *FAO-GFCM Studies and Reviews*, **66**: 1-142.

DIVIACCO G., TUNESI L., IANNIRUBERTO M., PICCIONE M.E. (2000) - Rappresentazione cartografica delle informazioni biocenotiche disponibili per la fascia costiera della Provincia di Savona (Mar Ligure). *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 488-494.

FAO-CRODT-ORSTOM (1996) - A simulated GIS exercise to demonstrate its usefulness in the management of Senegalese demersal fisheries. In: Geographical information systems. Applications to marine fisheries, FAO. *Fisheries technical Paper*, 356, Rome, FAO: 274-279.

IFREMER, CETEMAR, ICRAM, NCMR (1998) - Projet 95/C/76/12 - SELMED. Selectivité des filets calés en Méditerranée. *Projet financé par la Commission Européenne DGXIV, 1998 - Rapport Final*: 1-100.

LE CORRE G. (1996) - Propositions d'usages de SIG en halieutique. In: Geographical information systems. Applications to marine fisheries, FAO. *Fisheries technical Paper*, 356: 280-283.

MEADEN G.J., DO CHI T. (1996) - Geographical information systems: applications to marine fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, 356: 1-335.

MILLER R. I. (1994) - *Mapping the diversity of nature.* Chapman & Hall, London, England.

RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1995) - La barriera artificiale di Loano. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 21-64.

WORDL BANK (1991) - Small Scale Fishery - Research Needs. *World Bank Technical Paper (Fisheries Series). The World Bank, Washington, USA*, 152: 1-41.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 565-570

A. ABELLA, F. SERENA, L. FORTUNATI*

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT-GEA),
Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.
* CNUCE-CNR, Via Santa Maria 36, Pisa, Italia.

DINAMICA DELLA FLOTTA PESCHERECCIA A STRASCICO DI VIAREGGIO DESCRITTA MEDIANTE L'USO DI UN SISTEMA GEOGRAFICO (GIS)

DESCRIPTION OF THE DYNAMICS OF THE VIAREGGIO TRAWL FISHERIES BY MEANS OF A GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)

Abstract

The spatial components of the Viareggio fisheries were studied by means of a Geographic Information System. Data proceeds from a Catch Assessment Program started in 1990 and performed by direct interviews during the landings. The analysis of data allowed to describe the structural characteristics of the fleet, the distribution of fishing effort by fishing strategy and their seasonal changes. It also allowed to map the catch rates by gear for a group or for single species.

***Key-words**: GIS, demersal fish, commercial catch assessment, fishing effort.*

Introduzione

La pesca è un'attività complessa e dinamica nella quale gli aspetti spaziali rivestono un'importanza fondamentale. Ciò è dovuto al fatto che né le risorse né la flotta si distribuiscono in modo uniforme. La flotta concentra lo sforzo sulle aree dove le risorse sono più disponibili e accessibili e dove le rese e i guadagni attesi sono migliori. La marineria di Viareggio, ha una struttura molto articolata e utilizza vari attrezzi di pesca con modi e frequenza d'impiego diversa in funzione delle stagioni e delle richieste di mercato. Questo contributo mostra alcune delle potenzialità dei Sistemi d'Informazione Geografica per rappresentare le componenti spaziali dell'attività di pesca e capire meglio i principali elementi che la condizionano.

Materiale e metodi

Lo studio considera le principali strategie di cattura delle specie demersali nell'area di pesca della marineria di Viareggio, in particolare, il traino poppiero in tutte le sue varianti locali. I dati provengono da una ricerca realizzata tra il 1990 e il 1999 tramite interviste e osservazione diretta dello sbarcato commerciale. I dati raccolti sono relativi alla totalità delle imbarcazioni attive nei giorni di visita che sbarcano nei siti di rilevamento (mediamente riguardano 35 natanti e circa 120 operazioni di pesca ogni mese). Le informazioni principali raccolte sono le seguenti: data di sbarco, nome della barca, attrezzo utilizzato, area o aree di pesca posizionate su una griglia composta da riquadri di 1×1 mn, numero di cale, sforzo in ore di pesca, durata della bordata e numero di casse per specie. Tutti questi dati, insieme a quelli riguardanti le caratteristiche strutturali della flotta, sono stati codificati e registrati in un "database". Lo sforzo mensile di un grup-

po o dell'insieme dei natanti, stimato mediante estrapolazione pesata in funzione del numero di uscite mensili, può essere cumulato a quello corrispondente ad altri mesi nello stesso riquadro statistico e avere così una rappresentazione della distribuzione spaziale dello sforzo (in ore di pesca) in un certo periodo o per l'intero anno. Per le principali specie, e durante lo stesso periodo, è stata rappresentata la distribuzione spaziale dei tassi di cattura per attrezzo in modo da collegare la disponibilità delle risorse con i "patterns" di pesca. La rappresentazione spaziale dei dati e le interpolazioni realizzate sono state effettuate per mezzo del Sistema Informativo Geografico ArcView GIS 3.1 (ESRI, 1998), appositamente integrato con il sistema database Microsoft Access (Fortunati *et al.*, in stampa). L'analisi multivariata (tecniche di classificazione e ordinazione), mediante l'uso dei programmi TWINSPAN, COMCLUS, ORDIFLEX (Gauch e Whittaker, 1981), ha consentito di identificare i principali assemblaggi di specie definiti dall'uso di diversi attrezzi in diverse aree.

Risultati

L'attività di pesca della marineria viareggina è multispecifica e multiattrezzo. L'attrezzo più utilizzato è la volantina, una variante dello strascico di fondo tradizionale, ma con maggiore apertura verticale che opera in genere fino a 200 metri (Fig. 1a). Il nasello, singolarmente, fornisce i migliori tassi di cattura per questa tecnologia, specialmente fra 100-200 metri (4-9 kg/h); i risultati dell'analisi multivariata (clustering) lo include fra le specie principali dell'assemblaggio relativo alle catture della volantina. Tuttavia, può essere discutibile considerarlo la "specie bersaglio" di questo tipo di pesca. Infatti, la flotta che adopera la volantina non indirizza lo sforzo sui fondali dove la specie è maggiormente concentrata, ma su altri più costieri (< 100 m) dove il nasello è meno abbondante. La presenza nella suddetta area di specie importanti come triglia di fango, ghiozzo nero, pannocchia, polpo bianco, razza stellata ed altre, garantisce migliori rese complessive (Fig. 1b). I pescherecci che frequentano fondali fra 200 e 800 metri di profondità utilizzano la tartana (Fig. 2a) con scampo e gamberi batiali come specie bersaglio (Fig. 2b). Nell'area di pesca fra 200-300 m, si trovano concentrazioni di forme giovanili di nasello (Ardizzone e Corsi, 1997; Lembo *et al.*, in stampa) con tassi medi di cattura fra 10 e 14 kg/h ma questi costituiscono solo una frazione minore dello sbarcato della tartana, giacché tali aree non sono molto frequentate. Altre tecniche usate sono la pesca con la volante, sia singola, mirata a sardine e acciughe, sia in coppia, mirata a muggini. La pesca con il rapido (Fig. 3a), ha come "target" pesci piatti, seppia e mazzancola, ma la razza stellata (Fig. 3b), benché meno pregiata delle precedenti specie, è sicuramente la cattura più rilevante con rese medie fino a 11 kg/h (Serena e Abella, in stampa). Nei primi anni dell'indagine era utilizzata anche la rete con catene, indirizzata alla cattura di sparidi sui fondali duri delle secche al largo di Livorno. L'analisi multivariata mostra una notevole stabilità nel tempo in relazione agli assemblaggi definiti per ogni strategia di pesca (Abella e Serena, 1995; Abella *et al.*, in stampa). Si osservano invece leggeri cambiamenti nella composizione specifica dei principali componenti di questi assemblaggi dipendenti dall'intervallo batimetrico in cui l'attrezzo ha operato.

Durante l'anno molte imbarcazioni cambiano mestiere e aree di pesca. Tali cambiamenti possono dipendere sia dalle condizioni meteomarine, sia dalla di-

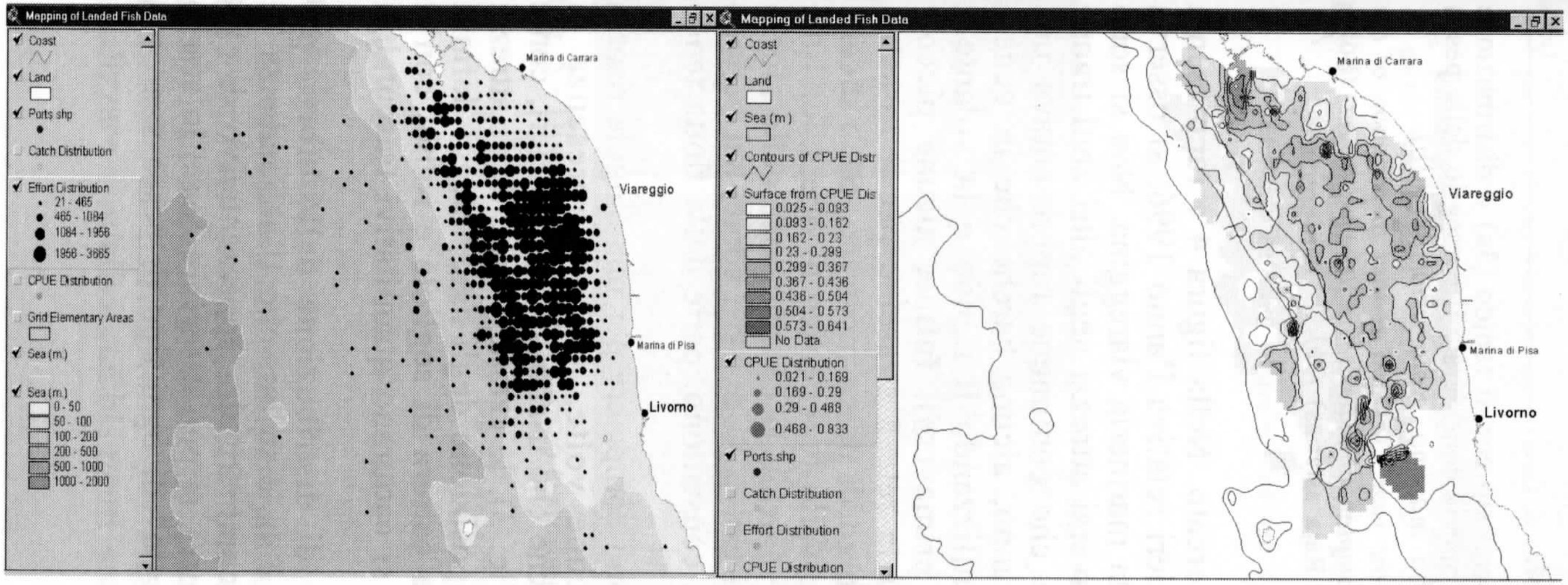


Fig. 1 – Distribuzione dello sforzo di pesca annuo esercitato con la volantina (1a) e distribuzione delle rese orarie cumulate di un complesso delle specie considerate il bersaglio della pesca (*Mullus barbatus, Squilla mantis, Eledone cirrhosa, Sepia oficinalis*) (1b).

Effort distribution of the volantina fishery during the year (1a) and spatial distribution of the cumulated catch per hour fishing of a species complex considered the fichery's target (Mullus barbatus, Squilla mantis, Eledone cirrhosa, Sepia oficinalis) *(1b).*

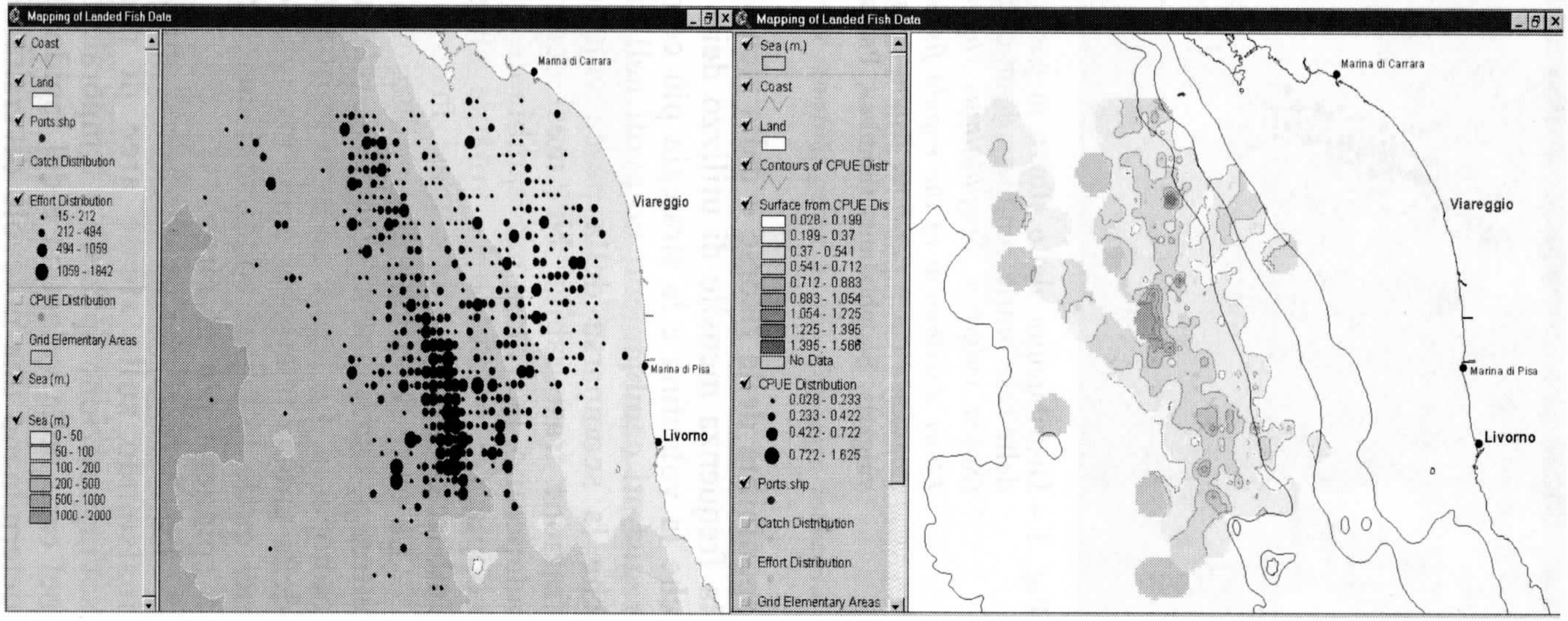


Fig. 2 – Distribuzione dello sforzo di pesca annuo esercitato con la tartana (2a) e distribuzione delle rese orarie cumulate delle specie considerate il bersaglio della pesca (*Nephrops norvegicus* e *Parapenaeus longirostris*) (2b).

Effort distribution of the tartana fishery during the year (2a) and spatial distribution of the cumulated catch per hour fishing of a species considered the fichery's target (Nephrops norvegicus *e* Parapeaeus longirostris) *(2b).*

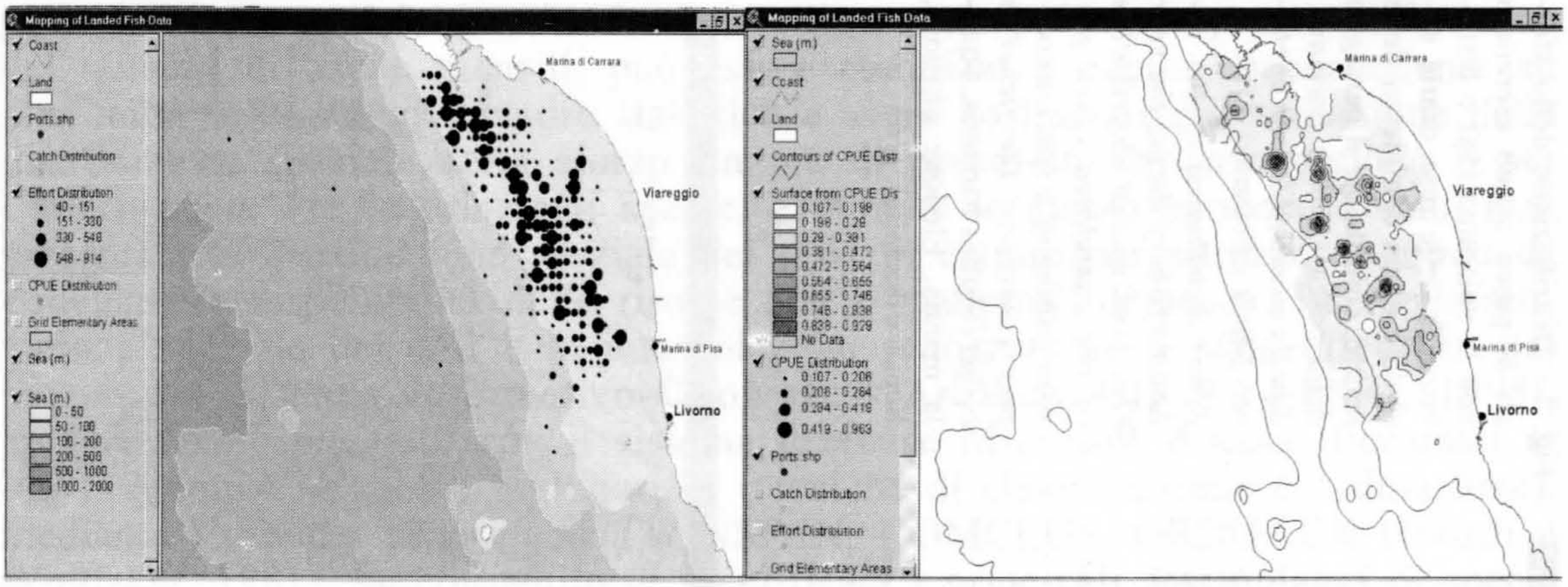


Fig. 3 - Distribuzione dello sforzo di pesca annuo esercitato con il rapido (3a) e distribuzione delle rese orarie cumulate di un complesso di specie considerate il bersaglio della pesca (*Solea vulgaris, Scophtalmus rhombus, Psetta maxima, Raja asterias*) (3b).

Effort distribution of the rapido fishery during the year (3a) and spatial distribution of the cumulated catch per hour fishing of a species complex considered the fishery's target (Solea vulgaris, Scophtalmus rhombus, Psetta maxima, Raja asterias) *(3b).*

sponibilità delle risorse e dalla richiesta di mercato. Nella figura 4 è rappresenta la frequenza mensile di utilizzo dei vari mestieri relativa l'anno 1996; si osserva che la volantina è la strategia più comune nella marineria viareggina. Non si sono registrati cambiamenti notevoli nell'uso dei diversi attrezzi negli altri anni tranne che la scomparsa della pesca con le catene che comunque rappresentava una frazione trascurabile. Nei mesi centrali dell'anno, alcune barche che in genere adoperano la volantina, cambiano mestiere utilizzando il rapido e la volante a coppia (in estate) e la volante singola (in primavera). Infine, alcune piccole imbarcazioni, durante i mesi invernali, usano la rete a strascico per il rossetto.

Le carte tematiche di distribuzione dello sforzo di pesca mostrano, per i diversi attrezzi, cambiamenti stagionali relativi all'intervallo batimetrico di operazione dei motopesca. Le figure 5a e 5b mostrano rispettivamente la distribuzione dello sforzo della tartana relativa ai mesi invernali e ai mesi estivi. Si osserva come, nel periodo nel quale le buone condizioni meteomarine lo consentono, parte della flotta tende a spingersi più al largo.

Pescherecci che usano diversi attrezzi possono competere per una singola risorsa insistendo sulle stesse aree di pesca. Alcune volte, anche in presenza di sovrapposizione spaziale e temporale delle barche che usano diversi mestieri, come nel caso della volantina e del rapido (Fig. 1, Fig. 3), le caratteristiche degli attrezzi determinano una notevole diversità nella composizione degli assemblaggi definiti da ciascuna strategia. Un esempio tipico è la cattura di sogliole e rombi con il rapido. Sugli stessi fondali, con la volantina si catturano quantitativi trascurabili delle citate specie.

Mediante la sovrapposizione delle carte di distribuzione dello sforzo per mestiere (settore "a" delle figure 1, 2 e 3) e la distribuzione d'abbondanza di un numero selezionato di specie d'interesse commerciale rappresentativo di ciascun tipo di pesca (settore "b" delle stesse figure), si può osservare come lo sforzo si concentri nelle aree dove le specie "bersaglio" di ogni tipo di pesca sono più abbondanti.

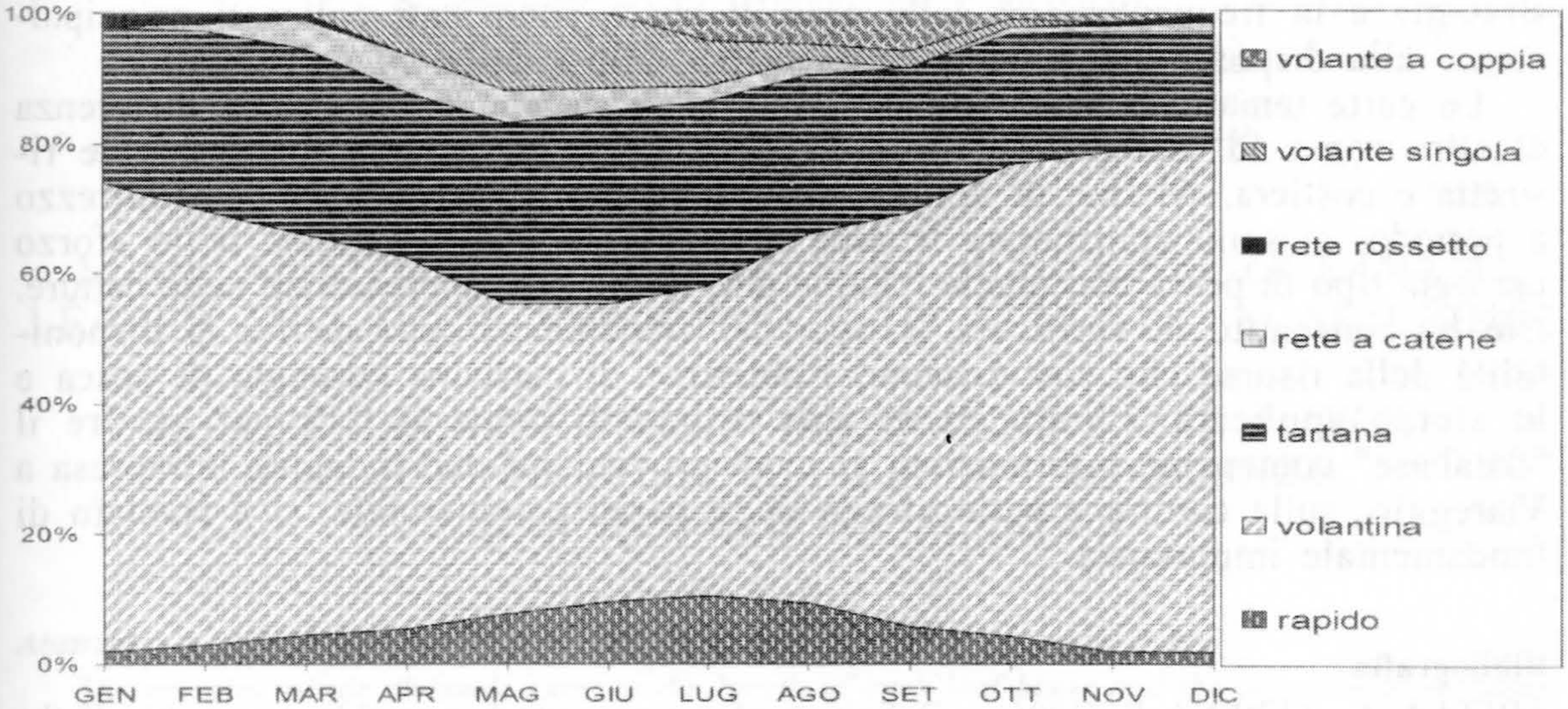


Fig. 4 - Frequenza percentuale mensile nell'uso dei diversi attrezzi trainati della flotta industriale viareggina.

Monthly relative frequency of use of the different trawling gears by the Viareggio industrial fleet.

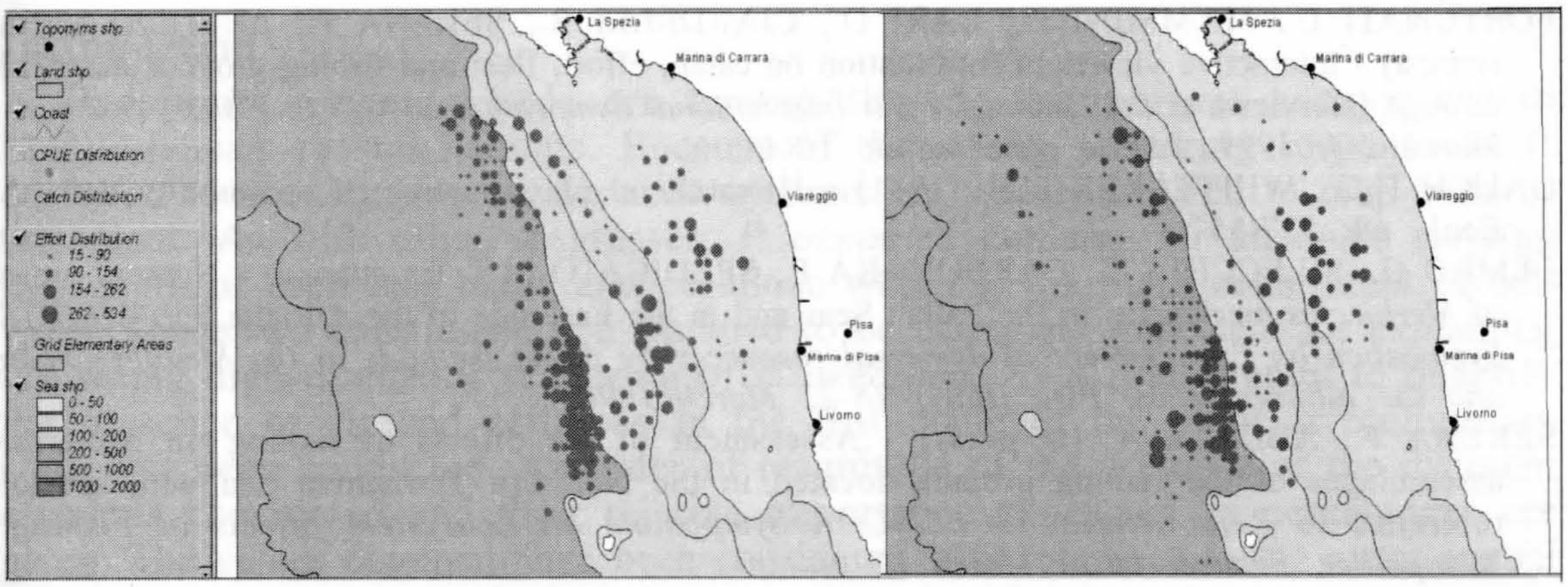


Fig. 5 - Distribuzione dello sforzo esercitato con la tartana durante i mesi invernali (5a) e durante i mesi estivi (5b).

Effort distribution of the tartana fishery during winter (5a) and during summer (5b).

Conclusione

Attraverso alcuni esempi significativi, si è dimostrato l'utilità dei sistemi di informazione geografica (GIS) per la comprensione di fenomeni georeferenziati relativi all'attività di pesca. Le carte tematiche ottenute hanno permesso di rappresentare la distribuzione spaziale dello sforzo per i principali tipi di pesca e analizzare i relativi cambiamenti stagionali. La ciclicità di utilizzo delle diverse

strategie e la frequentazione delle aree di pesca sono stati collegati principalmente alla disponibilità delle diverse risorse, alle condizioni meteomarine.

Le carte tematiche hanno indicato che la marineria in oggetto, a differenza di altre come ad esempio quella di Livorno, opera in un'area relativamente ristretta e costiera. Al fine di definire meglio le specie "target" per ogni attrezzo e periodo, si sono confrontate le aree di maggiore concentrazione dello sforzo per ogni tipo di pesca con quelle relative alle specie più rappresentate nelle catture. Ciò ha consentito di verificare la notevole coincidenza spaziale fra la disponibilità della risorsa che costituiscono l'obiettivo di ciascuna strategia di pesca e lo sforzo applicato. L'impiego di uno strumento come il GIS per gestire il "database" contenente informazioni spaziali provenienti dall'indagine intrapresa a Viareggio, sulla cattura e sullo sforzo della pesca commerciale, si è rivelato di fondamentale importanza.

Bibliografia

ABELLA A., SERENA F. (1995) - Definition of the groundfish assemblages caught off the Tuscanian coasts for fisheries management purposes. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **34**: 235.

ABELLA A., SERENA F., FORTUNATI L., MAMMINI U., LARI D., CIARDELLI R. (in stampa) - Use of GIS for the analysis of spatial data on fishing effort and seasonal changes in fishing strategies for Tyrrehenian Sea bottom trawl fisheries. *First International Symposium on GIS in Fishery Sciences, March 2-4, 1999, Seattle, Washington, USA).*

ARDIZZONE G. D., CORSI F. (1997) - Atlante delle risorse ittiche demersali dei mari italiani. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (2): 1-479.

ESRI (1998) - *ArcView GIS 3.1 Manual.* Environmental Systems Research Institute Inc.

FORTUNATI L., MAMMINI U., LARI D., CIARDELLI R., SERENA F., ABELLA A. (in stampa) - Interactive viewer of information on catch, effort, fleet and fishing grounds acquired through interviews at the landings. *First International Symposium on GIS in Fishery Sciences, March 2-4, 1999, Seattle, Washington, USA).*

GAUCH H.G., WHITTAKER R.H. (1981) - Hierarchical classification of community data. *J. Ecol.*, **69**: 537-557.

LEMBO G., SILECCHIA T., CARBONARA P., SPEDICATO M.T. (in stampa) - Nursery areas of *Merluccius merluccius* in the Italian Seas and in the East side of the Adriatic Sea. *MEDITS Symposium on "Assessment of demersal resources by direct methods in the Mediterranean and the adjacent seas. Pisa (Italy) 18-21 March 1998.*

SERENA F., ABELLA A. (*in press*) - Assessment of the effects of fishing on demersal assemblages of the fishing grounds located in the Northern Tyrrhenian Sea with special reference to *Raja asterias*. *ICES/SCOR Symposium on Ecosystem Effects of Fishing. Montpellier, France. 16-19 March 1999.*

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 571-574

S. ACUNTO, A.P. LYONS*, E. POULIQUEN*

Dip. di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italy.
*SACLANT Undersea Research Centre, V.le S. Bartolomeo, 400
- 19138 San Bartolomeo (SP), Italy.

SOME ANATOMICAL FEATURES OF *POSIDONIA OCEANICA* LEAVES AND THEIR IMPORTANCE TO ACOUSTIC SCATTERING

ALCUNE CARATTERISTICHE ANATOMICHE DELLE FOGLIE DI POSIDONIA OCEANICA *E LORO IMPORTANZA NELLA DISPERSIONE ACUSTICA*

Abstract

The presence of air channels running the length of each leaf blade and the presence of cellulose that is the main constituent of cell walls are assumed to be extremely important for explaining the strong high-frequency scattering of Posidonia oceanica. *As a first attempt to quantify the presence and relative importance of air, cellulose and cytoplasm in the leaf blade of the plant, a preliminary study has been conducted.*

Key-words: *Seagrass,* Posidonia oceanica, *Air channels, Cellulose, Acoustic scattering.*

Introduction

Posidonia oceanica beds are among the most important ecosystems in Mediterranean coastal habitats. Because of the strong scattering response of *P. oceanica* to acoustic waves, acoustic systems are widely utilised to map beds of this plant. As with other seagrasses, *P. oceanica* contains air channels running the length of each leaf blade and cellulose which is the main constituent of cell walls. These two constituents are assumed to be extremely important for explaining the strong high-frequency scattering of *P. oceanica*. As a first attempt to quantify the presence of air and cellulose in the leaf blade of the plant, a preliminary study has been conducted. An order of magnitude of the volumes of the different elements considered and their relative importance expressed as percentages are given. The values obtained have been considered with reference to the mean annual values of some phenological variables and to the density of leaves.

Material and methods

Samples of *P. oceanica* were collected about 10 Km south of Livorno (Ligurian Sea, Italy) between October and December 1998. Five shoots were sampled by SCUBA diving at 10 meters depth. From each shoot an adult leaf was randomly chosen and an anatomical examination was carried out on three transverse sections of the leaf blade taken 20 mm above the ligula (= 15 replicates) (Semroud *et al.*, 1992). Cross sections of live tissue were mounted on slides without staining and observed through an optical microscope (40x). The mean number of air lacunae (counted in the whole section) and of mesophyll and epidermal cells (counted in a portion equal to 1/40 of a section for leaves 10 mm large) were estimated.

The thickness of 15 sections was measured and, within one section of each adult leaf, the dimension of five lacunae, five epidermal cells and five mesophyll cells (5 lacunae or cells × 5 sections = 25 replicates) were estimated. Only the lumen of cells has been measured in order to obtain by difference the portion of section occupied by the cell walls. The measures obtained have been used to calculate the surfaces occupied by air, cellulose (the main constituent of cell walls) and water (the main constituent of cellular cytoplasm) on 1/40 of leaf cross sections. Mean volumes and percentages of each of the elements considered were calculated, for the whole leaf and for a shoot, on the basis of surface values and of the mean annual number (6.22 ± 0.33) and length (447.13 ± 83.21 mm) of leaves per shoot. The values for these phenological variables have been obtained from previous works conducted along Tuscany coasts (Castellazzi, 1991; Piazzi *et al.*, 1996; Acunto *et al.*, 1997). The mean volumes calculated for a shoot have also been used to produce a reference table that relates the volumes considered to the different leaf density class as defined by Giraud (1977).

Results

A transverse section of the leaf blade of *Posidonia oceanica* showed an upper and a lower monolayered epidermis including a mesophyll with at least 5-6 layers of large parenchymatous cells. Air spaces were small and the observation of live tissue makes it difficult to detect the smallest air channels of which only those bigger than 0.02 mm in diameter have been considered. The mean thickness of a section was 0.22 ± 0.006 mm; the mean number of air lacunae, of mesophyll and epidermal cells was respectively 26.77 ± 0.82, 59.93 ± 1.52 and 26.67 ± 0.39. Epidermal cells were smaller than mesophyll ones and radially elongated. Estimates of surfaces (Tab. 1) have been obtained approximating lacunae and mesophyll cell's lumen to circle, with diameter respectively of 0.025 ± 0.0006 mm and 0.028 ± 0.002 mm, and epidermal cell's lumen to rectangle, with dimensions of $0.014 \pm 0.0006 \times 0.009 \pm 0.0001$ mm. The percentage of water, air and cellulose in the leaves of *P. oceanica* resulted in 81.5, 0.6 and 17.9 respectively (Tab. 1). From surfaces, volumes per leaf and shoot have been calculated (Tab. 1) and then they have been considered related to each leaf density class of *P. oceanica* (Tab. 2).

Discussion and conclusions

This work is a first approach to the quantification of those leaf components, in particular air and cellulose, considered important in evaluating the acoustic properties of *Posidonia oceanica.* The estimates made do not allow generalisations for the whole Mediterranean basin due to a sampling design not enough replicated. Moreover, the microscopic observations of live tissue were not accurate enough due to difficulties in detecting the small air channels characteristic of the species. The technique adopted produced overestimation of the size but underestimation of the number of *P. oceanica* lacunae, so the consequent level of approximation obtained for percentage of air in a section has been considered acceptable. Also, since biggest air channels occupy the largest volumes they will have the greatest impact on acoustic properties. Considering these limitations, an order of magnitude of the volumes of the different elements considered and their relative importance expressed as percentages have been given. The anatomical features in the leaf

Tab. 1 - *Posidonia oceanica* surfaces (mm^2) and volumes (mm^3) in a leaf and in a shoot of epidermal cell's lumen = Epid. cells; mesophyll cell's lumen = Meso. cells; Lacunae; Cellulose = Cell. se (walls). Surfaces and percentages have been calculated on 1/40 of cross section (considering leaves 10 mm large) = Section surface.

Superfici (mm^2) e volumi (mm^3) in una foglia e in un fascio di Posidonia oceanica, *occupati dal lume delle cellule epidermiche = Epid. cells; dal lume delle cellule del mesofillo = Meso. cells; dalle Lacunae; dalla cellulosa (pareti cellulari) = Cell.se (walls). Superfici e percentuali sono state calcolate su 1/40 di sezione trasversale (considerando foglie larghe 10 mm) = Section surface.*

	Epid. cells	Meso. cells	Lacunae	Epid.+ Meso.	Section surface	Cell.se (walls)	% Water	% Air	% Cell.se
Surfaces									
Mean	**0.0074**	**0.0369**	**0.00034**	**0.0446**	**0.0547**	**0.0101**	**81.4621**	**0.6299**	**17.9079**
St. Dev.	0.0004	0.0036	4.02E-05	0.0038	0.0059	0.0049	7.8241	0.1216	7.8748
Volumes in a leaf					**Leaf volume**				
Mean	**131.81**	**660.04**	**6.07**	**797.91**	**978.47**	**180.56**	**Same as above**		
St. Dev.	7.39	64.95	0.72	67.34	105.36	88.11			
Volumes in a shoot					**Shoot volume**				
Mean	**820.50**	**4108.72**	**37.78**	**4967.01**	**6090.99**	**1123.98**	**Same as above**		
St. Dev.	46.03	404.30	4.48	419.21	655.864	548.47			

Tab. 2 - Water, air and cellulose volumes (m^3) contained in the leaves of *Posidonia oceanica* corresponding to each density class proposed by Giraud (1977).

Volumi (m^3) di acqua, aria e cellulosa contenuti nelle foglie di Posidonia oceanica *corrispondenti a ciascuna classe di densità proposta da Giraud (1977).*

Density class	Shoots/m^2	Water (m^3)	Air (m^3)	Cellulose (m^3)
I	>700	> 3.47E-03	> 2.64E-05	> 7.87E-04
II	400-700	1.99E-03 - 3.47E-03	1.51E-05 - 2.64E-05	4.5E-04 - 7.87E-04
III	300-400	1.49E-03 - 1.99E-03	1.13E-05 - 1.51E-05	3.37E-04 - 4.5E-04
IV	150-300	7.45E-04 - 1.49E-03	5.67E-06 - 1.13E-05	1.69E-04 - 3.37E-04
V	50-150	2.48E-04 - 7.45E-04	1.89E-06 - 5.67E-06	5.62E-05 - 1.69E-04
VI	<50	< 2.48E-04	< 1.89E-06	< 5.62E-05

of *P. oceanica* do not generally differ from those described by Mariani Colombo *et al.* (1983), even if we found a larger number of layers of parenchyma cells. Similar differences are reported in Semroud *et al.* (1992). As it is to our knowledge the first study which has attempted to quantify the air within the leaves of *P. oceanica*, the work done will have direct relevance in modeling acoustic scattering from these plants. Moreover, the methodology adopted here should be useful for evaluating the acoustic properties of other seagrasses in particular, species with large air channels (e.g. *Zostera* spp.). An important future step from the present work will be the development of a model for the acoustic

scattering of *P. oceanica* which includes the parameters measured in this study. The final result could be a fundamental tool which extends the present qualitative capabilities of acoustic instruments. In addition to large-scale information on the size of the meadows, qualitative information such as the density and height of the plants could quickly be obtained by inversion of the received acoustic signals.

References

ACUNTO S., CANALI M.G., BEDINI R., CINELLI F. (1997) - Dinamica stagionale delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile nei golfi di Follonica e Baratti: struttura, fenologia e comunità epifita. In: *Ambiente mare: ecologia e nuove tecnologie di ricerca,* ed. Regione Toscana, collana Ricerca Scientifica e Tecnologica, 12: 59-78.

CASTELLAZZI M. (1991) - *Struttura e caratteristiche fenologiche della prateria di* Posidonia oceanica *(L.) Delile di Boccale (LI) e studio della macroflora epifita delle foglie durante quattro stagioni.* Tesi di laurea, Università degli Studi di Pisa, Italia: 106 pp.

GIRAUD G. (1977) - Essai de classament des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Bot. Mar.* **20** (8): 487-491. - *Posidonia oceanica* (L.) Delile: a structural study of the photosynthetic apparatus. *P.S.Z.N.I.: Marine Ecology,* **4** (2): 133-145.

PIAZZI L., BALESTRI E., CINELLI F. (1996) - Mappatura e monitoraggio di una prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile situata a sud di Livorno (Toscana, Italia). *Inf. Bot. It.,* **28** (1): 67-77.

SEMROUD R., VERLAQUE R., CROUZET A., BOUDOURESQUE C.F. (1992) - On a broad-leaved form of the seagrass *Posidonia oceanica* (Posidoniaceae) from Algiers (Algeria). *Aquat. Bot.,* **43**: 181-198.

This work has been conducted in the framework of the *Summer Research Assistant Program* of NATO SACLANT Undersea Research Centre (S. Bartolomeo, La Spezia).

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 575-579

R. BAINO, P. RIGHINI, R. SILVESTRI

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana,
Sezione Regionale: Gestione della fauna ittica, Ecosistemi marini e Acquacoltura,
Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.

MAPPATURA "ON DESKTOP" DELLE RISORSE DEMERSALI

DESKTOP MAPPING OF GROUNDFISH STOCKS

Abstract

Here is reported a simple method to get data mapping - also for more species together - using MS-Excel spreadsheet where longitude and latitude are converted into X and Y variables and data into bubble graphs. Examples are reported to illustrate tows locations, abundance distribution, growth migrations or nursery areas.

Key-words: *resource mapping, abundance analyses, geographical information, bottom trawl.*

Introduzione

Nell'analisi degli stock demersali è sempre più diffusa l'esigenza di integrare l'indagine statistica e la modellizzazione matematica con rappresentazioni cartografiche in grado di illustrare rapidamente la distribuzione delle specie, in modo da renderle immediatamente fruibili anche dagli operatori del settore pesca o dalle Amministrazioni responsabili della gestione. Tra gli esempi più recenti basti citare le monografie della FAO (Butler *et al.* 1986; Meaden e Kapetsky, 1991) e il volume di Ardizzone e Corsi (1997).

Mentre nel passato la produzione di carte tematiche presentava non pochi problemi pratici (UU.OO. Tirreniche 1990; Baino *et al.* 1989), le recenti evoluzioni degli elaboratori elettronici permettono l'impiego di vari pacchetti software georeferenziati (i cosiddetti GIS) implementabili su personal computer di fascia media. Tuttavia tali software sono tuttora piuttosto costosi, hanno performance spesso scadenti se l'hardware ed il suo setup non sono dedicati appositamente a tali applicazioni, e infine il loro impiego non è particolarmente agevole per gli utenti che siano privi di uno specifico background.

Poiché nella maggior parte dei casi l'obiettivo della mappatura è la semplice restituzione su base geografica del contenuto di un database (ad es. l'abbondanza delle specie, la distribuzione delle taglie o delle classi d'età, ecc.), una via rapida ed agevole consiste nell'utilizzare lo stesso foglio elettronico cui l'utente è già abituato ad operare, con l'ulteriore vantaggio di poter fare uso dell'approccio cartografico in parallelo agli altri tipi di elaborazione.

Con questo contributo si vuole presentare un nuovo algoritmo che consente una rapida esplorazione dei dati, sia essa preliminare o di verifica a più complesse metodologie geo-informatiche. Inoltre il metodo possiede il vantaggio di non usare alcuna procedura di interpolazione e quindi non necessita di ipotesi statistiche (es. specifici variogrammi), spesso non sufficientemente dimostrabili per carenza di dati.

Materiali e metodi

Servendosi di uno degli spreadsheet più diffusi e conosciuti (MS-Excel), viene illustrata la procedura per realizzare areali di qualità paragonabile a quella ottenibile dai GIS, anche con più specie o variabili contemporaneamente. Su un supporto geografico (file in formato .TIF .BMP ecc.), acquisito sia da banche dati di file-immagine, sia direttamente dallo scanner, vengono sovrapposte, con la tecnica dei grafici XY a bolle, le serie di dati elaborate secondo le procedure preferite direttamente sul database o sul foglio elettronico. La corrispondenza tra la carta geografica (che agisce come sfondo del grafico) ed i dati è realizzata semplicemente imponendo quali limiti degli assi le coordinate estreme dell'immagine stessa.

Per realizzare la mappatura sono necessari su un foglio elettronico almeno tre vettori numerici (es. colonne) i cui primi due indicano la posizione sul piano XY (coordinate) e le successive l'area delle bolle per ogni variabile (es. specie).

La trasformazione delle coordinate nautiche sessagesimali espresse in gradi, primi e secondi sulle variabili reali X e Y corrispondenti agli assi è realizzabile con le semplici formule:

$$X = \varphi^\circ + (\varphi' + \varphi''/60)/60 \qquad Y = \lambda^\circ + (\lambda' + \lambda''/60)/60$$

Mentre nel caso i secondi siano sostituiti dai centesimi di primo, come avviene in gran parte dei sistemi GPS, le formule da adottarsi diventano:

$$X = \varphi^\circ + (\varphi' + \varphi''/100)/60 \qquad Y = \lambda^\circ + (\lambda' + \lambda''/100)/60$$

La mappatura si realizza direttamente con la creazione di un grafico "a bolle", utilizzando l'opzione per cui come sfondo sia utilizzato il file immagine corrispondente alla cartina dell'area. La resa grafica è ovviamente migliore quando si utilizzano i colori ed effetti tridimensionali per rappresentare le diverse specie, batimetriche, ecc., ma anche le stampe monocromatiche possono fornire risultati soddisfacenti.

All'uso delle bolle piene talvolta può essere preferita una rappresentazione a cerchi che consente una maggiore trasparenza nell'illustrazione di ampi insiemi di dati prossimi gli uni agli altri.

Gli esempi qui riportati sono relativi alle 585 cale realizzate nell'area tra la foce del Magra e l'Isola d'Elba durante i trawl surveys GRUND negli ultimi 13 anni.

Risultati e discussione

Il metodo costituisce in pratica una rappresentazione tetradimensionale le cui prime due dimensioni indicano la collocazione geografica (latitudine e longitudine), la terza è la variabile quantitativa rappresentata (es. abbondanza) e la quarta dimensione è il vettore dei casi (es. la specie o la classe di età) che per ragioni grafiche solitamente è limitata a non più di 5 o 6 casi.

Nell'esempio di Fig. 1 è stata realizzata la distribuzione dei principali crostacei commerciali dell'alto Tirreno: lo scampo (*Nephrops norvegicus*) è la specie più abbondante, particolarmente nella zona sud-occidentale dell'area, cui si sovrappone in una certa misura il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) mentre la pannocchia (*Squilla mantis*), è confinata all'area costiera a nord dell'Arno e di fronte alla foce del Cecina.

Una diversa applicazione si ottiene ad esempio utilizzando il numero di individui aventi una taglia inferiore ad una prefissata soglia limite; in tal modo possono essere localizzate le nursery, anche di più specie contemporaneamente

nella stessa cartina. Similmente, anche i fenomeni di migrazione stagionale possono essere rappresentati utilizzando vettori (e quindi colori) differenti per le abbondanze osservate in ogni stagione dell'anno.

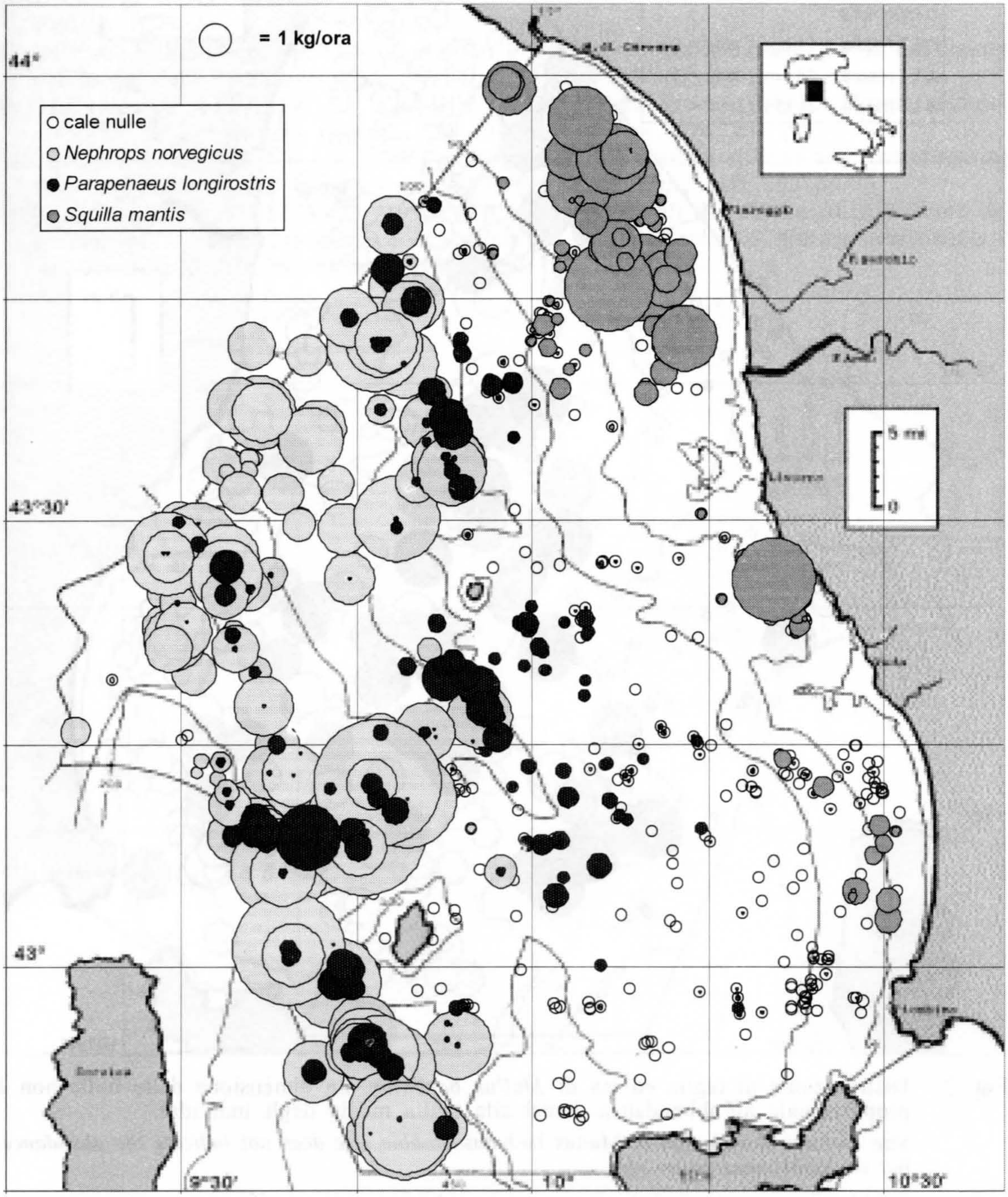


Fig. 1 - Distribuzione delle tre principali specie di crostacei nel Mar Ligure meridionale. La dimensione delle bolle è proporzionale all'abbondanza.

Distribution of three main crustaceans species in the Southern Ligurian Sea. Bubble size indicate the abundance.

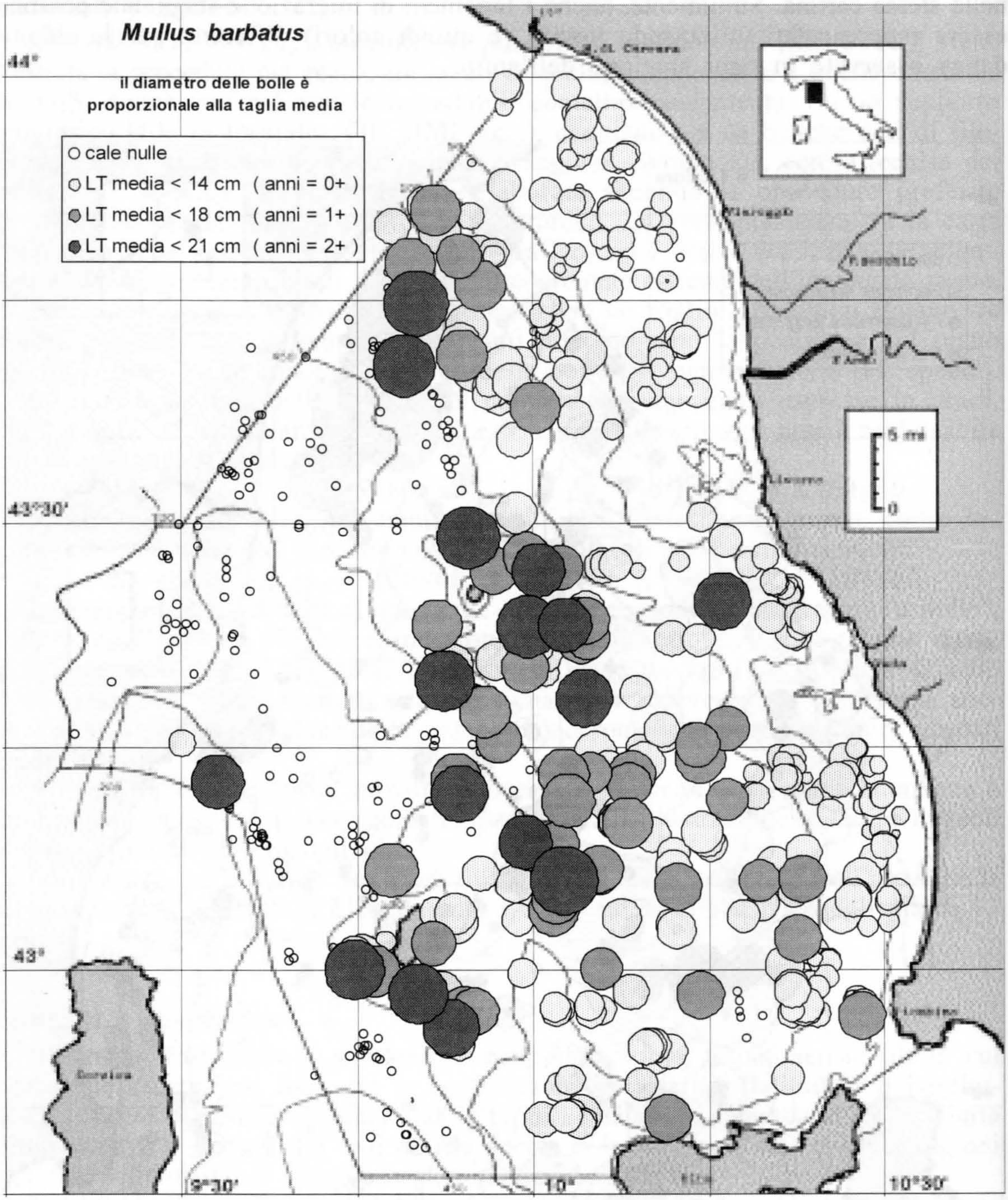


Fig. 2 - Distribuzione di taglia ed età di *Mullus barbatus*. La dimensione delle bolle non è proporzionale all'abbondanza, bensì alla taglia media degli individui.

Size and age distribution of Mullus barbatus. *Bubble size does not indicate the abundance, but the individuals mean size.*

Un ulteriore esempio di impiego dell'algoritmo permette di illustrare il fenomeno di dispersione verso il largo di *Mullus barbatus* contemporaneamente alla crescita degli individui: in Fig. 2 è rappresentata la taglia media osservata in ogni

campionamento evidenziando come le classi d'età si spostino progressivamente dalle zone di nursery a quelle più profonde.

Bibliografia

ARDIZZONE G.D., CORSI F. (Ed.) (1997) - Atlante delle Risorse Ittiche Demersali Italiane. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (2): 568 pp.

BAINO R., SERENA F., AUTERI R. (1989) - Un agevole procedimento per la definizione dell'areale delle specie demersali. *Oebalia,* **15** (2): 569-585.

BUTLER M.J.A., LEBLANC C., BELLBIN J.A., MACNEILL J.L. (1986) - Marine resource mapping: an introductory manual. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **274**: 256 pp.

MEADEN G.J., KAPETSKY J.M. (1991) - Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and acquacolture. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **318**: 262 pp.

UU. OO. GRUPPO TIRRENICO (1990) - Risorse Demersali Tirreniche: distribuzione dei rendimenti di cattura di *Merluccius merluccius, Mullus barbatus, Aristeus antennatus* e *Aristaeomorpha foliacea*. *Oebalia,* **16** (Suppl. 1): 791-797.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 580-582

R. Bozzano, L. Castellano *

Ist. Autom. Navale, CNR, Via de Marini, 6 - 16149 Genova, Italia.
* Acquario di Genova S.p.A., Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.

OSSERVAZIONI DI PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* CON UN SONAR AD ALTA FREQUENZA

OBSERVATIONS ABOUT POSIDONIA OCEANICA *MEADOWS BY MEANS OF A HIGH FREQUENCY SONAR*

Abstract

Nowadays, acoustics is more than a promising technique for the assessment of marine vegetation. This paper describes tests carried out in tanks and at sea for the characterisation of Posidonia oceanica *meadows by means of a high frequency sector scanning sonar.*

Key-words: *Sector scanning sonar,* Posidonia oceanica.

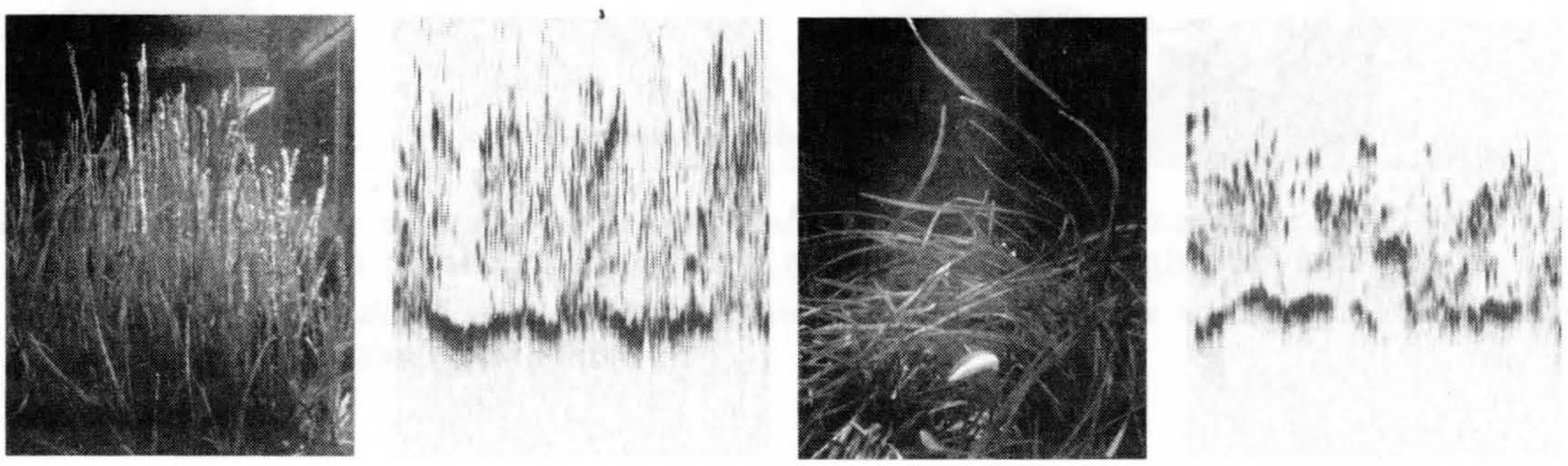
Introduzione

Nel corso degli ultimi 2 anni è stata intrapresa una ricerca volta all'impiego di un sonar a scansione di settore ad alta frequenza (2 MHz, 0.9°) (Siccardi *et al.*, 1997). L'alta frequenza di funzionamento del sonar è stata scelta per ottenere una sufficiente sensibilità alla vegetazione marina ed un'elevata risoluzione di misura (generalmente migliore di 1 cm) al prezzo di un ridotto *range* operativo e di una forte dipendenza dai parametri chimico-fisici al contorno. Tali caratteristiche rendono comunque il sonar adatto per un'analisi della vegetazione marina ed una mappatura su scala ridotta delle praterie.

Materiali e metodi

Il sonar trasmette un impulso e registra l'eco di ritorno per poi orientarsi sulla nuova posizione e riprendere il ciclo. Le misure ottenute sono linee di scansione attraverso la colonna d'acqua: una serie di linee affiancate può essere vista come una "fotografia" della colonna d'acqua in un piano verticale rispetto al fondo.

La "risposta acustica" della vegetazione marina in generale e della *P. oceanica* in particolare è stata misurata sia in vasca che in mare.



(a) (b) (c) (d)

Fig. 1 - Dati sonar acquisiti con piante in due diverse situazioni.
Sonar data obtained from plants in two different conditions.

Risultati

Durante le prove in vasca, svolte presso l'Acquario di Genova, sono state acquisite numerose sequenze di dati relative a diverse condizioni di crescita, disposizione spaziale di piante e foglie, e numero di foglie per ciuffo. Le figure 1a, 1b, 1c, 1d presentano i dati ottenuti in due diverse situazioni : nella prima (Fig. 1a), le foglie di *P. oceanica*, eccezionalmente coperte di epifiti con piccole bolle d'aria incorporate, si presentano perpendicolari al fondo sabbioso, nella seconda (Fig. 1c), le foglie sono normalmente distribuite in tutte le direzioni dello spazio: le figure 1b e 1d presentano i relativi dati acquisiti in cui risulta evidente la diversità della disposizione spaziale e della densità delle foglie.

È stata inoltre eseguita una prova per misurare la risposta acustica (*target strength*) di una foglia di *P. oceanica*, mutuando l'esperimento dai classici approcci per lo studio dello *scattering* di oggetti geometrici (p.e., sfere e cilindri) (Bozzano *et al.*, 1998). La foglia di *P. oceanica* è stata posta di fronte al sonar sospesa in acqua mediante un supporto. Nella stessa posizione è stata posta anche una pallina da ping-pong avente *target strength* nota (-40 dB). Gli echi di risposta della foglia e della pallina sono stati registrati al variare dell'angolo di rotazione in uguali condizioni operative. Ciò ha permesso il calcolo per confronto della risposta acustica. Si è pertanto verificato che al variare dell'angolo di incidenza la foglia mostrava valori compresi tra -35 dB e -52 dB rispetto ai -40 dB dell'oggetto di riferimento.

È stato inoltre appositamente sviluppato un frame subacqueo in grado di portare il sonar vicino al fondo per facilitare l'acquisizione dei dati. Tale strumento è inoltre equipaggiato con una serie di strumenti atti a fornire altre misure utili: due ecoscandagli, uno per misurare la batimetria e l'altro per la rilevazione di eventuali ostacoli, un inclinometro biassiale, un trasduttore di pressione, ed una telecamera subacquea. La strumentazione di controllo a bordo dell'imbarcazione di supporto acquisce in tempo reale le misure dei sensori. La presenza della telecamera ha permesso un confronto immediato fra i dati acustici e le reali caratteristiche del fondale.

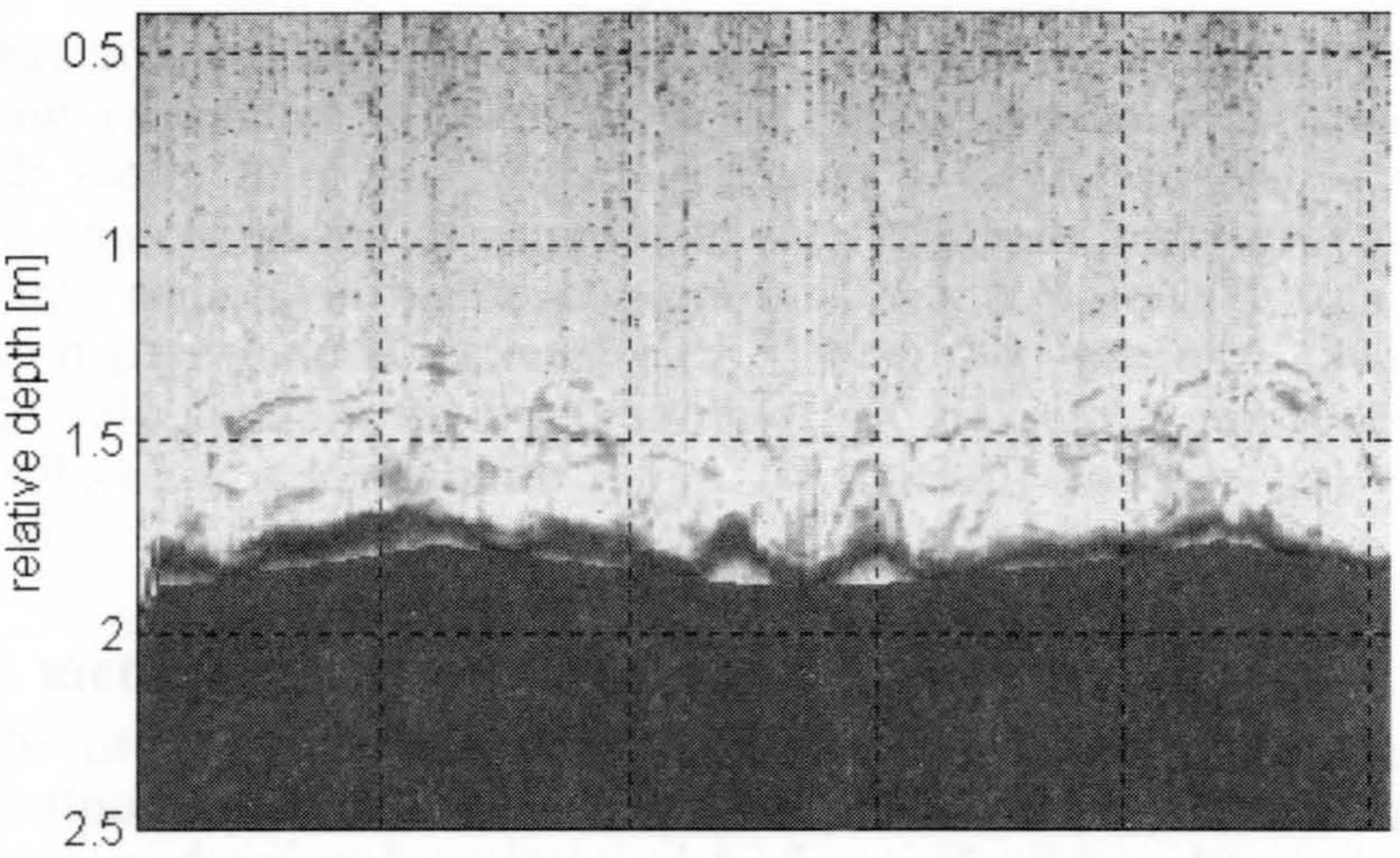


Fig. 2 - Dati sonar acquisiti in mare su una prateria di *Posidonia.*
Sonar data acquired at sea from a Posidonia *meadow.*

Conclusioni

I dati acustici acquisiti (Fig. 2) mostrano chiaramente la vegetazione presente sopra il fondale e sembrano poter essere adatti per un processo di caratterizzazione semi-automatica dei diversi tipi di piante ed alghe presenti sul fondo marino. Le caratteristiche del sonar impiegato lo rendono altresì ultile per studiare le variazioni della risposta acustica in funzione delle condizioni ambientali variabili che influiscono sullo stato di salute della prateria.

Bibliografia

BOZZANO R., CASTELLANO L., SICCARDI A. (1998) - Characterization of submerged aquatic vegetation by a sector scanning sonar. *Proc. Europ. Conf. on Underwater Acoustic*: Roma, 21-25 settembre: 159-164.

SICCARDI A., BOZZANO R., MANTOVANI R., CASTELLANO L. (1997) - A high frequency acoustic approach to the survey of underwater vegetation in the Mediterranean Sea. *Proc. Int. Conf. on Progress in Oceanography of the Mediterranean Sea: Roma, 17-19 novembre:* 317-319.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 583-587

G. CANTONE, E. MOLLICA, G.F. RUSSO

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Catania,
Via Androne, 81 - 95124 Catania, Italia.

IL BENTHOS DI FONDO MOBILE DEL GOLFO DI NOTO: CARTOGRAFIA CON TECNICHE DI INTERPOLAZIONE SU MAPPA

BENTHIC ASSOCIATIONS IN THE SOFT BOTTOMS OF THE GULF OF NOTO: CARTOGRAPHIC REPRESENTATION BY INTERPOLATION TECHNIQUE

Abstract

The coenotic structure of soft bottom benthic associations of the Gulf of Noto were mapped by the kriging geostatistical interpolation technique. Taxonomic and trophic descriptors were utilised. Structural and functional coenoclines at a depth of about 100 m and differences between the northern, the central and the southern part of the gulf were clearly detected.

Key-words: *cartography, multivariate analysis, kriging, benthic communities, trophic guilds.*

Introduzione

La restituzione cartografica dei popolamenti bentonici è di estremo interesse non solo per una conoscenza di base della distribuzione delle associazioni animali e vegetali, soprattutto se messa in rapporto con la fisionomia costiera, ma ha anche notevoli risvolti applicativi per la gestione del territorio, come nell'ambito delle aree marine protette e delle zone di pesca.

Gran parte della cartografia odierna si fonda sul riconoscimento delle principali associazioni bentoniche in base ai classici lavori della scuola di Peres e Picard (1964), di tipo olista, che non considera la variabilità all'interno delle associazioni stesse.

Da alcuni anni è stato sviluppato un nuovo approccio, di tipo continuista, che meglio rende la variabilità nello spazio delle comunità, individuando e rappresentando "gradienti cenotici" piuttosto che parcelle di territorio al loro interno "cenoticamente omogenee" (Scardi e Fresi, 1985; Russo e Sgrosso, 1998).

Il golfo di Noto, da Capo Murro di Porco a Capo Passero, è stato studiato nell'ambito di una campagna di campionamento effettuata nella primavera del 1995. I risultati di tale campagna hanno consentito la realizzazione di una prima mappa cenotica di tipo peresiano (Cantone *et al.*, 1999). Nel presente lavoro sono state considerate le sole stazioni di fondo mobile (48 stazioni, comprese fra i 18m ed i 200m di profondità, e distribuite lungo 10 transetti costa-largo) ed i dati sono stati trattati con l'approccio continuista.

Materiali e metodi

Sono state organizzate due diverse matrici dei dati quantitativi: una con descrittori di tipo tassonomico (193 specie × 48 stazioni), l'altra con descrittori di tipo morfologico-funzionale, relativi al trofismo (5 gilde × 48 stazioni). Le specie considerate appartengono a Policheti, Molluschi, Crostacei Decapodi ed Echinodermi. I gruppi trofici riscontrati sono: Depositivori (DF), Sospensivori (SF),

Carnivori predatori (CA), Erbivori pascolatori (HE) ed Onnivori (ON). Su ciascuna delle matrici è stata dapprima effettuata un'analisi strutturale mediante AC (analisi delle corrispondenze) e, poi, sono state utilizzate le saturazioni sugli assi del modello di ordinamento (la cui significatività è stata testata col metodo di Frontier, 1974) come elementi di un'analisi geostatistica con interpolazione su mappa mediante *ordinary kriging* (Cressie, 1991). Per il campionamento di tipo sistematico e la buona omogeneità dei parametri di comunità presenti nelle stazioni, il modello di variogramma di tipo lineare (Scala 1), senza Drift e Nugget Effect, è stato quello che ha fornito i risultati migliori per la descrizione dei patterns spaziali.

Risultati

Entrambe le analisi strutturali hanno fornito modelli di ordinamento in cui i punti-stazione ('descritti' dalle comunità in essi presenti) risultano essere distribuiti lungo il primo asse coerentemente con la loro batimetria, ad evidenziare il classico gradiente costa-largo dei popolamenti bentonici; la distribuzione dei punti rispetto al secondo asse, invece, meglio riflette le differenze tra stazioni (e, quindi, comunità ad esse associate) poste in diversi settori dell'area indagata.

L'interpolazione su mappa ha consentito di evidenziare ancor meglio tali patterns spaziali delle comunità, anche solo considerando le saturazioni sui primi assi dei modelli di ordinamento, ad ulteriore conferma di una buona strutturazione dei dati. In Fig. 1, è riportato il risultato ottenuto mappando le saturazioni sul primo asse (7,1% della varianza, significativo con 193 variabili) nel modello di ordinamento dei punti-stazione descritti su base tassonomica. Le isolinee ad andamento prevalentemente parallelo alla costa evidenziano un chiaro gradiente costa largo nella struttura dei popolamenti bentonici. Tuttavia, nell'ambito di tale trend, sono distinguibili alcuni aspetti peculiari: a) un'area più settentrionale, in cui la variabilità cenotica è meno marcata; b) un'area centrale e meridionale, in cui è ben evidente un forte cline cenotico intorno ai 100m di profondità (isolinee più ravvicinate). Tale marcato cenocline si manifesta più in prossimità della costa nell'area centrale del golfo, mentre è più al largo in quella meridionale. Nella parte centrale del golfo, inoltre, la struttura dei popolamenti più superficiali (entro la batimetrica dei 100m) sembra rispondere con una certa chiarezza al susseguirsi di gradienti laterali, con isolinee perpendicolari alla linea di costa.

In Fig. 2, è riportato il risultato ottenuto mappando le saturazioni sul primo asse (46,2% della varianza, significativo con 5 variabili) nel modello di ordinamento dei punti-stazione descritti su base trofica. Anche in questa mappa il gradiente prevalente è quello costa-largo ad indicare una generale coerenza tra struttura trofica e struttura tassonomica delle comunità nell'ambito dei patterns spaziali. Tuttavia, nell'ambito di tale andamento generale, si distinguono delle aree molto specifiche e ben caratterizzate dal tipo di trofismo. In particolare, comunità caratterizzate da erbivori sono presenti nei livelli più superficiali dei transetti E e G, sebbene nelle restanti stazioni poste entro la batimetrica dei 100 m, sia presente uno spettro trofico molto ben diversificato, comprendente le categorie di CA, ON e, soprattutto, SF. La categoria dei DF è, invece, quella fortemente caratterizzante le stazioni poste oltre i 100 m di profondità. A tale quadro generale, fanno palese eccezione i transetti più meridionale dell'area (H, I, L), in cui anche le stazioni più profonde sono caratterizzate da una forte prevalenza

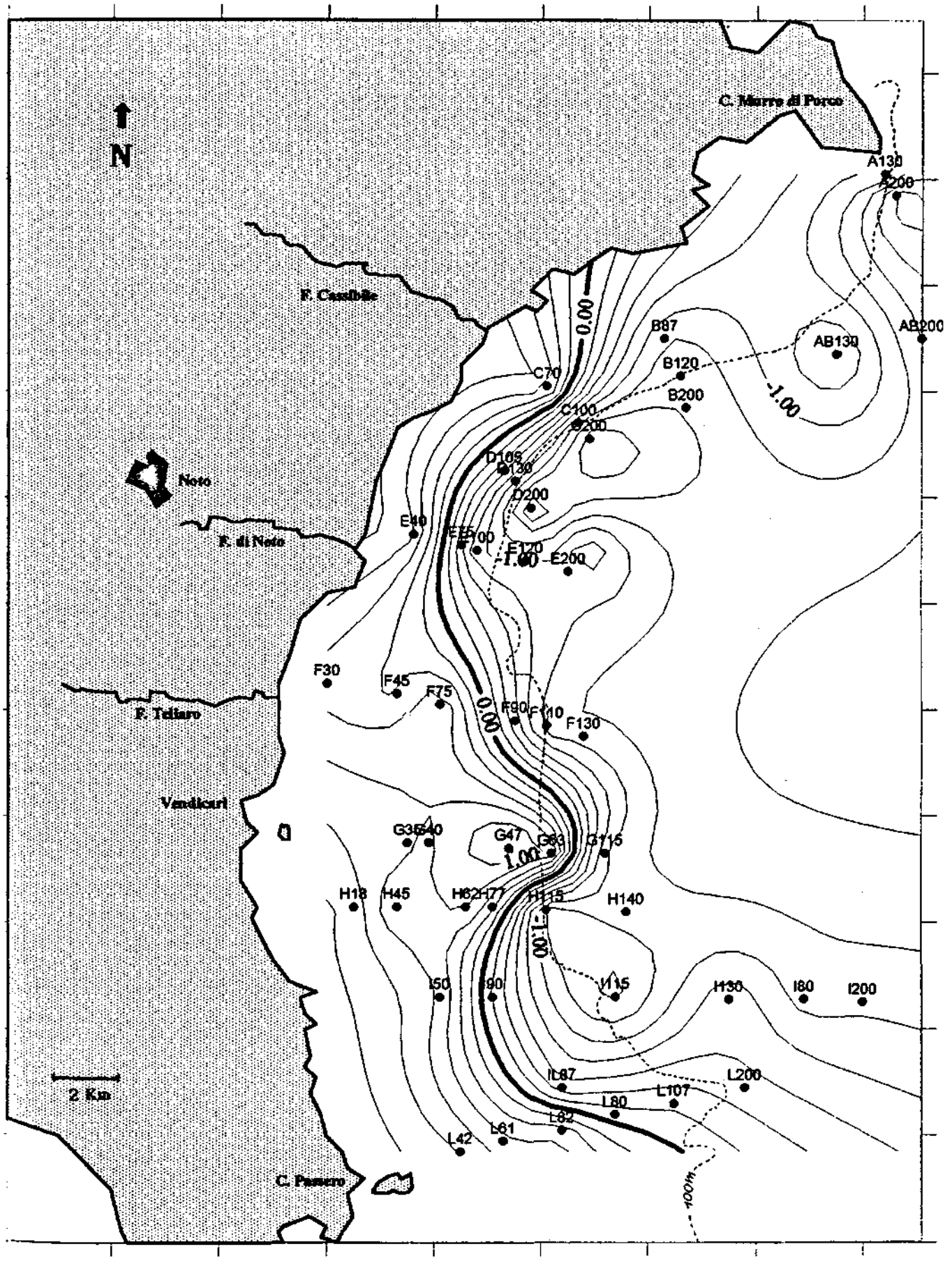


Fig. 1 - Mappa *ordinary kriging*: saturazioni dei punti-stazione sul primo asse (F1) nel modello di ordinamento ottenuto con l'analisi delle corrispondenze (AC), effettuata sulla matrice dei descrittori tassonomici. I punti-stazione sono indicati con una lettera, che ne indica il transetto di appartenenza, ed un numero, che ne indica la profondità (ad es. E100).

Ordinary kriging map: scores of station-points on the first axis (F1) in an ordination model obtained by correspondence analysis (CA), starting from a matrix of taxonomic descriptors. Station points are labelled with a letter, indicating the transect, and a number, indicating the depth (eg. E100).

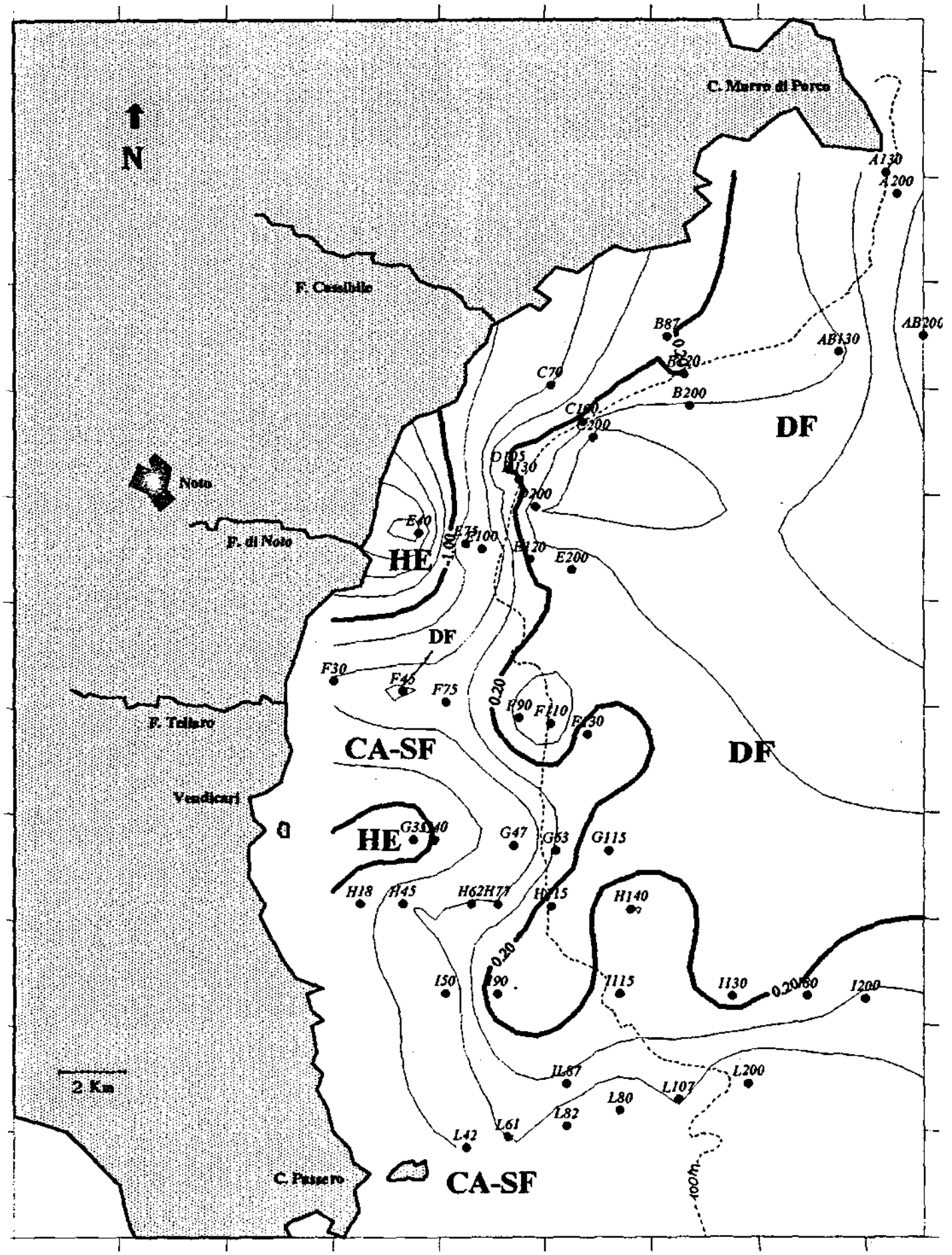


Fig. 2 - Mappa *ordinary kriging:* saturazioni dei punti-stazione sul primo asse (F1) nel modello di ordinamento ottenuto con l'analisi delle corrispondenze (AC), effettuata sulla matrice dei descrittori trofici. I punti-stazione sono indicati come nella Fig. 1.

Ordinary kriging map: scores of station-points on the first axis (F1) in an ordination model obtained by correspondence analysis (CA), starting from a matrix of trophic descriptors. Station points are labelled as in Fig. 1.

dei SF, ad indicare un ambiente ad elevata energia. Anche in questa seconda restituzione cartografica la parte centrale del golfo risulta essere interessata, nei suoi livelli più superficiali (entro la batimetrica dei 100m), dal susseguirsi di gradienti laterali, con isolinee perpendicolari alla linea di costa, in cui si alternano popolamenti a prevalenza di HE con una intrusione, nel transetto F, di associazioni caratterizzata da DF.

Discussione e conclusioni

Dalle restituzioni cartografiche esposte risulta evidente che nel golfo di Noto sono presenti forti gradienti cenotici intorno alla batimetrica dei 100 m. Dal punto di vista trofico-funzionale in tali cenoclini il classico passaggio dai tipici adattamenti all'alta energia ambientale dei fondi più superficiali, come la sospensivoria, agli adattamenti ai bassi livelli di energia ambientale, dei fondi più profondi, come la depositivoria, avviene ad una profondità (circa 100 m) particolarmente elevata rispetto a quanto riscontrato per altre aree (ad es. Russo e Fresi, 1983; Russo et al. 1985). Peraltro, tutta l'area meridionale è caratterizzata, a tutte le profondità campionate, da una forte prevalenza di sospensivori, che conferma l'elevato idrodinamismo di fondo. Al contrario di quella più meridionale, la parte più settentrionale del golfo di Noto presenta aspetti di una certa omogeneità cenotica e di adattamenti funzionali ad un idrodinamismo poco marcato (dominanza di DF).

I forti gradienti laterali nella parte più superficiale e centrale del golfo sono correlabili da un lato con la presenza di apporti terrigeni lungo la costa (fiumi Cassibile, Noto e Tellaro), che producono enclave deposizionali a dominanza di DF e, dall'altro, con la presenza di ampie formazioni rocciose (ad es. Secche di Vendicari) e praterie di posidonia, che determinano una forte caratterizzazione dei popolamenti verso l'erbivoria.

In definitiva, l'approccio metodologico adottato ha fornito un quadro di sintesi esaustivo delle principali caratteristiche strutturali e funzionali delle associazioni bentoniche di fondo mobile del golfo di Noto, fornendo una chiave interpretativa complementare rispetto alla tradizionale cartografia bionomica di stampo peresiano.

Bibliografia

CANTONE G., MOLLICA E., FASSARI G., DI PIETRO N., CATALANO D. (1999) - Cartografia delle biocenosi della piattaforma continentale del golfo di Noto (Sicilia orientale). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 347-350

CRESSIE N.A.C. (1991) - *Statistics for Spatial data.* John Willey & Sons, New York: 900 pp.

FRONTIER S. (1974) - *Contribution à la connaissance d'un écosystème néritique tropical: étude descriptive et statistique du peuplement zooplanctonique de la région de Nosy-Bé (Madagascar).* Thése d'Etat, Aix-Marseille: 628 pp.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. End. Bull.*, **31** (47): 1-137.

RUSSO G.F., FRESI E. (1983) - Analisi strutturale del popolamento a Molluschi nei fondi mobili del golfo di Salerno: aspetto invernale. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 645-653.

RUSSO G.F., FRESI E., SCARDI M. (1985) - Il popolamento a Molluschi dei fondi mobili del golfo di Salerno: analisi strutturale in rapporto al trofismo. *Oebalia, N.S.*, **11** (1): 339-348.

RUSSO G.F., SGROSSO S. (1998) - Malacological association from the marine reserve of S. Maria di Castellabate (southern Tyrrhenian sea): multivariate analysis and cartographic representation by the kriging interpolation technique. *Bollettino Malacologico*, **33** (5-8): 115-122.

SCARDI M., FRESI E. (1985) - Cartographic representation of data in marine benthology. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29** (6): 217-219.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 588-589

P.A. GIALLARA, D. PESSANI, M. VETERE

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Via Accademia Albertina, 17
10123 Torino, Italia.

MAPPATURA DI SPECIE PROTETTE: SCOGLI DI CAPO MONTE RUSSU (SARDEGNA)

MAPPING OF PROTECTED SPECIES: ROCKS OF CAPO MONTE RUSSU (SARDINIA)

Abstract

The cartography of the group of rocks located in front of Capo Monte Russu was drawn to the scale of 1:1000. On this basic survey, the presence of specimens belonging to the protected species Lithophyllum lichenoides *and* Patella ferruginea *were mapped.*

***Key-words**: cartography, benthos, protected species, northwestern Sardinia.*

Introduzione

Capo Monte Russu, principale prominenza rocciosa del litorale di Aglientu (SS), è stato riconosciuto di alto valore naturalistico sia per le caratteristiche dell'ambiente terrestre sia per le sue coste delle quali, unitamente a quelle di tutto il litorale aglientese, è stata raccomandata un'adeguata protezione e valorizzazione (Vetere *et al.*, 1999). È stata pertanto realizzata la carta bionomica del promontorio e del gruppo di scogli antistanti, relativamente ai piani sopra-infralitorale, con particolare attenzione alle specie protette del mediolitorale. In questo studio viene fornita la mappatura dei siti di rinvenimento – sul gruppo di scogli – delle suddette specie.

Materiali e metodi

L'innalzamento di pali metallici lunghi 3-4 m, rimossi alla fine del lavoro in campo, ha permesso di evidenziare sui diversi scogli i punti notevoli. Sono stati poi rilevati, mediante una serie di triangolazioni, i caposaldi della linea costiera. Ciò ha permesso di costruire la poligonale (Alvisi, 1991) e realizzare la carta 1:1000 (Fig. 1). I dati relativi alla presenza e localizzazione di specie protette del piano mediolitorale sono stati poi trasferiti su carta.

Risultati e discussione

Il gruppo di scogli esaminato, posto a 220 m dal Capo, è costituito da 3 formazioni principali, separate da canaloni, e da un gran numero di ammassi minori. Diverse strutture a "trottoirs" di *Lithophyllum lichenoides*, la cui lunghezza è deducibile dalla carta (Fig. 1) ed il cui sviluppo è limitato da precise esigenze ecologiche – condizioni di sciafilia e forte aereazione delle acque (A.A., 1990) – sono presenti, con prevalente esposizione a NW, sugli scogli principali. Su questi e su quelli di minori dimensioni sono stati rilevati esemplari di *Patella ferruginea* (Fig. 1), in ragione di 1-5 esemplari per sito mappato. Diversi individui adulti

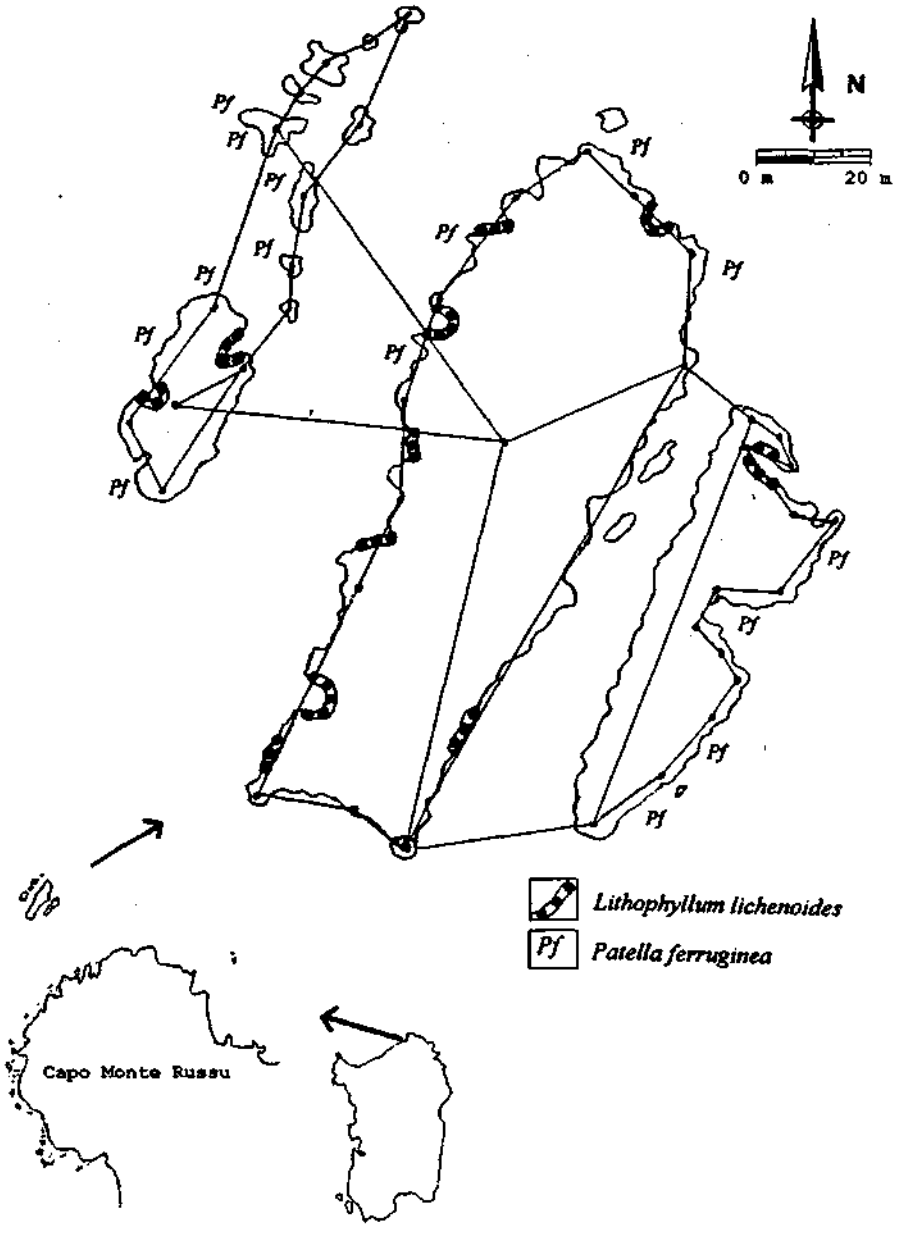


Fig. 1 - Scogli di Capo Monte Russu: le specie protette presenti nel mediolitorale.
Rocks of Capo Monte Russu: protected species in the midlittoral.

portavano sul guscio le loro forme giovanili. Questo gasteropode, considerato simpatrico con *L. lichenoides* (A.A., 1990), mostra rispetto all'alga una maggiore tolleranza all'esposizione (all'illuminazione ed al forte idrodinamismo) e risulta quindi presente in un maggior numero di siti.

Tenendo presente che entrambe le specie indicate sono sensibili sia ad inquinanti superficiali (ad esempio, idrocarburi) sia in generale all'impatto antropico (A.A., 1990), i dati acquisiti testimoniano il buon grado di conservazione ambientale della zona e la necessità di persistere nella sua salvaguardia.

Bibliografia

A.A. (1990) - *Parchi marini del Mediterraneo. Aspetti naturalistici e gestionali.* Cossu A., Gazale V., Milella I. (eds). Chiarella, Sassari: 273 pp.

ALVISI M. (1991) - Tecnica di rilevamento subacqueo. In: Abbiati M. (ed), *Lezioni del Corso Formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo*. I.S.S.D., Pisa: 13-28.

VETERE M., PESSANI D., FONTANA E., GIALLARA P.A., MUSSAT SARTOR R., PIASCO A., RENDINELLA S. (1999) - Sviluppo di un progetto per la protezione e valorizzazione del litorale di Aglientu (SS). *Biol. Mar. Medit.* **6**: 119-125.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 590-593

A MATARRESE, M. PANZA, F. MASTROTOTARO, G. COSTANTINO

Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Bari,
Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

PRELIMINARE RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DEI FONDALI DELL'ARCIPELAGO DELLE ISOLE TREMITI (MAR ADRIATICO)

PRELIMINARY BENTHIC CHARTING OF TREMITI ISLANDS (ADRIATIC SEA)

Abstract

Underwater video camera, scuba diving, grab and dredge samples, were used to map the benthic communities of Tremiti Islands. Results show a well-defined photophylous algae biocoenose down to 15-18 m, a coralligenous community well developed between 20 and 45 m depth. The soft bottoms are characterised by (SGCF) biocoenose of coarse sands and fine gravels under bottom currents. Circalittoral zone includes the coastal detritic (DC) and, with increasing depth, the muddy detritic (DE) biocoenoses.

Key-words: *benthos, Adriatic Sea, Tremiti Islands, charting.*

Introduzione

Nell'ambito del Progetto CNR di ricerca PRISMA 2 - Sottoprogetto 3: Alterazioni delle comunità, l'Unità Operativa CoNISMa afferente al Dipartimento di Zoologia dell'Università di Bari ha svolto un'indagine preliminare sulle comunità bentoniche presenti lungo la fascia costiera delle Isole Tremiti. Queste isole, le cui zone sommerse costituiscono la "Riserva Marina delle Isole Tremiti", sono situate al confine tra il Medio ed il Basso Adriatico e rivestono pertanto un notevole interesse presentando biocenosi, di substrato duro e molle, di particolare pregio naturalistico (AA.VV., 1990; Marano *et al.*, 1992).

Materiali e metodi

L'indagine mirata a definire le biocenosi bentoniche presenti intorno all'arcipelago delle Isole Tremiti, si è avvalsa delle seguenti metodologie:

a) Video rilevamenti effettuati rispettivamente a: luglio '97; ottobre '97 e luglio '98 mediante telecamera subacquea filoguidata lungo 28 transetti costa/largo, distanziati di circa 200 m l'uno dall'altro, distribuiti intorno alle tre isole dai 10 ai 65 m di profondità nonché lungo il periplo dell'isola di S. Domino ad una profondità media di 25 m.

b) Rilevamenti video/fotografici effettuati da un operatore subacqueo in immersione, nelle zone sottocosta in cui non era tecnicamente possibile l'uso della telecamera filoguidata.

c) Campionamento bentonico, mirato a definire l'effettiva granulometria dei substrati e verificare le specie presenti sui fondali filmati. In particolare per le profondità di 5, 10 e 20 m è stata utilizzata una benna modello Eckman modificata (20 × 20 cm di lato) azionata a mano da un operatore subacqueo diretta-

mente in immersione. Nelle zone più profonde, da 20 a 65 m è stata utilizzata una draga triangolare di 60 cm di lato.

Grazie all'analisi integrata dei dati ottenuti mediante le suddette tecniche, è stato possibile redigere una preliminare cartografia biocenotica (*sensu* Pérès et Picard, 1964; Augier, 1982; Meinesz *et al.*, 1983; Bellan-Santini *et al.*, 1994) dell'intera riserva marina delle Isole Tremiti la cui superficie ammonta complessivamente a circa 15 km^2.

Risultati

L'analisi comparata dei video transetti, e dei campioni prelevati ha permesso l'individuazione delle seguenti biocenosi (Fig. 1):

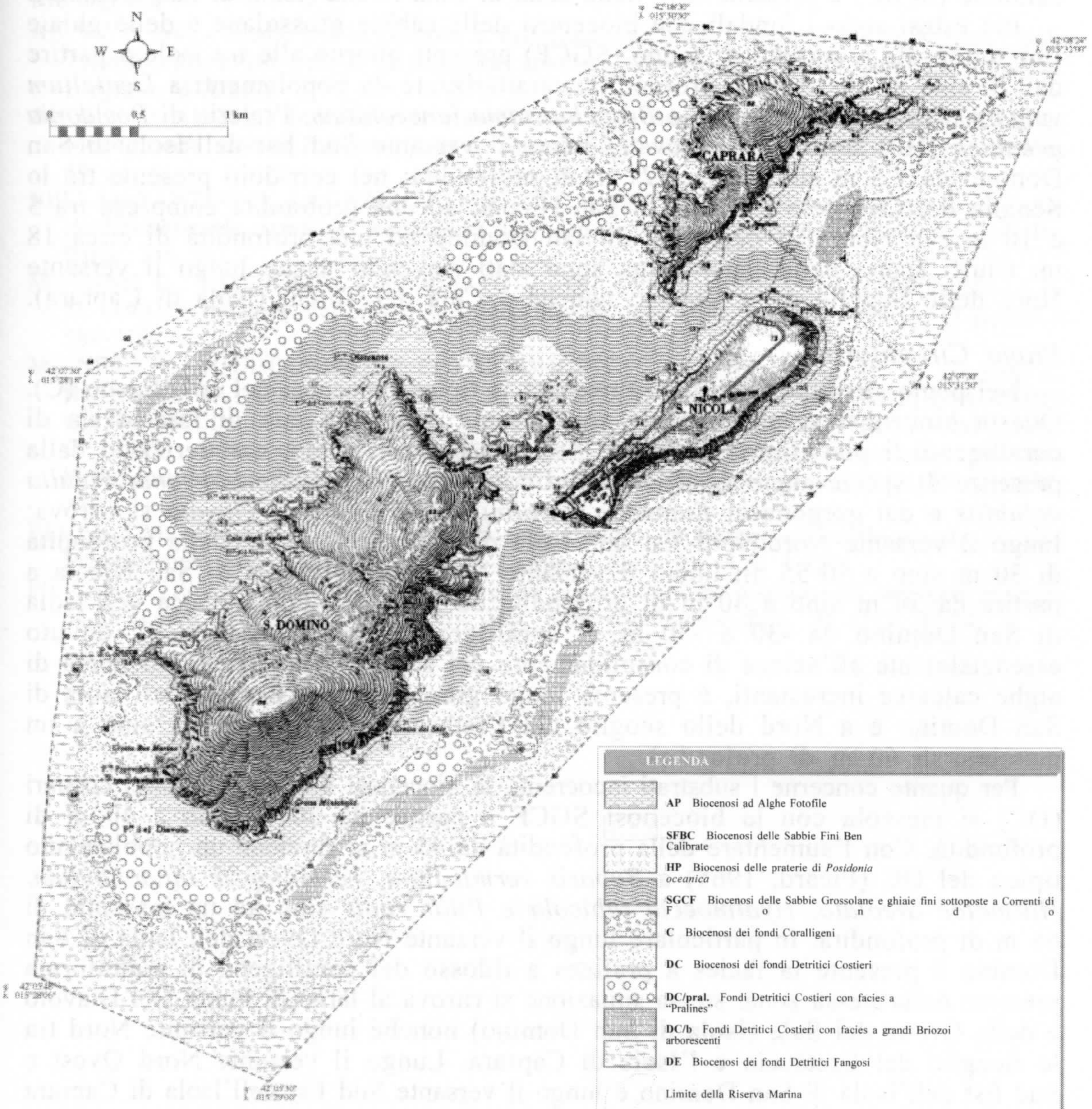


Fig. 1 - Carta biocenotica dei fondali delle Isole Tremiti.
Benthic charting of Tremiti Islands.

Piano infralitorale

I substrati rocciosi, sono caratterizzati da un'estesa biocenosi ad alghe fotofile (AP), a partire dalla linea di battigia sino alla profondità di circa 15-18 m. Tale biocenosi si estende intorno a tutte le isole, fatta eccezione per Cala Arena dell'Isola di San Domino.

Con l'aumentare della profondità, al popolamento tipicamente eufotico (AP), si sostituisce un popolamento algale più sciafilo tipico del precoralligeno da 20 sino a circa 25-30 m di profondità con facies a *Codium bursa.* Questa facies è presente soprattutto lungo il versante Sud Ovest dell'Isola di San Domino, Nord Est dell'Isola di San Nicola nonché intorno a Punta Secca dell'Isola di Caprara.

Per quanto riguarda i substrati incoerenti, la biocenosi delle sabbie fini ben calibrate (SFBC) è presente solo nella zona di Cala Arena (Isola di San Domino).

Più estesi sono i fondali con biocenosi delle sabbie grossolane e delle ghiaie fini sottoposte a correnti di fondo (SGCF) presenti intorno alle tre isole a partire dai 20 sino ai 30-35 m di profondità, caratterizzate da popolamenti a *Dentalium vulgare, Psamobbia costulata* e *Branchiostoma lanceolatum.* Praterie di *Posidonia oceanica* (HP) sono state ritrovate: lungo il versante Sud Est dell'Isola di San Domino da 7,5 m sino a circa 27 m di profondità; nel corridoio presente tra lo Scoglio del Cretaccio e l'isola di San Nicola, ad una profondità compresa tra 5 e 10 m e a Nord Est dell'isola di San Domino ad una profondità di circa 18 m. Ciuffi sparsi della fanerogama sono stati rinvenuti anche lungo il versante Nord dello Scoglio del Cretaccio nonché a Cala dei Turchi (Isola di Caprara).

Piano Circalitorale

Nel piano circalitorale è stata rinvenuta la tipica biocenosi del coralligeno (C). Questa biocenosi si presenta sia sotto forma di coralligeno di falesia sia di coralligeno di piattaforma (Pérès e Picard, 1964). Il primo, caratterizzato dalla presenza di specie algali sciafile quali *Udotea petiolata, Halimeda tuna, Vidalia volubilis* e dai gorgonacei *Eunicella cavolinii* e *Paramuricea clavata* si ritrova: lungo il versante Nord/Nord Est dell'Isola di Caprara a partire dalla profondità di 30 m sino a 50-55 m; lungo il versante Nord Est dell'Isola di San Nicola a partire da 30 m sino a 40 m di profondità ed intorno a Punta Secca dell'Isola di San Domino da -30 a -50 m. Il coralligeno di piattaforma (CP), dovuto essenzialmente all'azione di consolidamento del substrato incoerente ad opera di alghe calcaree incrostanti, è presente lungo gran parte del periplo dell'Isola di San Domino e a Nord dello scoglio del Cretaccio a partire da 35 sino a un massimo di 60 m di profondità.

Per quanto concerne i substrati incoerenti, la biocenosi dei fondi detritici costieri (DC) si mescola con la biocenosi SGCF a partire da 30 m sino a 40 m di profondità. Con l'aumentare della profondità da 45 m si rinviene un popolamento tipico del DC (Picard, 1965) a *Bubaris vermiculata, Vermiliopsis infundibulum, Harmotoe areolata, Hyalinoecia tubicola e Pitar rudis* sino ad un massimo di 65 m di profondità. In particolare lungo il versante Nord Ovest dell'Isola di San Domino è presente la facies a pralines a ridosso del coralligeno di piattaforma presente nella stessa zona; stessa situazione si ritrova al largo di Punta Del Diavolo e della Grotta del Sale (Isola di San Domino) nonché lungo il versante Nord tra lo Scoglio del Cretaccio e l'Isola di Caprara. Lungo il versante Nord Ovest e Sud Est dell'Isola di San Domino e lungo il versante Sud Est dell'Isola di Caprara è stata rinvenuta una facies a briozoi arborescenti a circa 40 m di profondità.

Con l'aumentare della profondità la biocenosi DC viene gradualmente sostituita dalla biocenosi DE dei fondi detritici infangati presente intorno all'intero arcipelago a partire da 65 m di profondità.

Conclusioni

Questo lavoro ha permesso la realizzazione di una carta preliminare delle biocenosi bentoniche presenti lungo l'arcipelago tremitese. Questa risulta essenziale per la corretta pianificazione e gestione della riserva marina, e per successivi studi mirati ad approfondire la conoscenza delle singole biocenosi ritrovate.

Bibliografia

AA.VV. (1990) - Studio per la gestione e valorizzazione della Riserva Naturale Marina "Isole Tremiti". *MareVivo* Vol. **1, II** Rapporto analitico. Commissione della Comunità Europea. Progetto MEDSPA.

AUGIER H. (1982) - Inventarie et classification des Biocenoses marines benthiques de la Mediterranée. *Comité Européen pour la sauvegarde de la nature et des ressources naturelles*: 59 pp.

BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.C., POIZAT C. (1994) - *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives.* Muséum National d'Historie Naturelle, Paris: 246 pp.

MARANO G., VACCARELLA R., AMATO E., DE ZIO V., ROSITANI L., PASTORELLI A. M. (1992) - Indagini preliminari sul parco marino delle Isole Tremiti. *Oebalia*, **17** (Suppl.): 509-515.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, **59** (2): 155-172.

PÉRÈS J.M., PICARD J (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. d'Endoume Bull.*, **31** (47): 1-137.

PICARD J. (1965) - Recherches qualitative sur les Biocoenoses marines des substrats meubles de la région marseillaise. *Rec. Trav. Stat. Mar. d'Endoume Bull.*, **36** (52): 32-34.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 594-596

L. Piazzi, S. Acunto, I. Papi, G. Pardi, F. Cinelli

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

MAPPATURA DELLE PRATERIE DI FANEROGAME MARINE DELLA TOSCANA: SITUAZIONE AL 1998

MAPPING OF THE SEAGRASSES BEDS IN TUSCANY (ITALY): SITUATION IN 1998

Abstract

The present paper reports the distribution of the seagrasses beds along the insular and continental coasts of Tuscany (Italy). Mapping was carried out between 1990 and 1995 by using direct and indirect methods. 16 Posidonia oceanica *beds were identified, moreover stands of* Cymodocea nodosa *were widely distributed namely in the Southern coasts,* Zostera noltii *was found only in restricted areas near Livorno and Portoferraio (Elba Island).*

Key-words: *Seagrasses, mapping, Tuscany, Italy.*

Introduzione

La rappresentazione cartografica della morfologia e delle caratteristiche biologiche dei fondali rappresenta uno strumento indispensabile per l'individuazione delle aree a maggior pregio naturalistico e per una corretta gestione della fascia costiera. L'importanza delle fanerogame marine per il mantenimento dell'equilibrio ecologico del sistema litorale ha portato alla realizzazione di numerosi progetti di censimento delle praterie. Con il presente lavoro vengono sintetizzati i risultati degli studi che hanno portato alla conoscenza della distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson e *Zostera noltii* Hornemann lungo le coste della Toscana (Cinelli e Piazzi, 1990; Balestri, 1993; Cinelli *et al.*, 1995; Piazzi *et al.*, 1996; Acunto *et al.*, 2000).

Materiali e metodi

L'area di studio comprende le coste continentali ed insulari della Toscana. La mappatura in scala 1:10000 e 1:25000, realizzata tra il 1990 ed il 1995, ha interessato i fondali tra 0 e 50 metri di profondità. I metodi di rilevamento adottati sono stati il sonar a scansione laterale, la fotografia aerea, la teledetezione aerotrasportata. L'immersione subacquea e l'utilizzo di un sistema ROV hanno permesso la mappatura dettagliata, in scala 1:2000 e 1:5000, di alcuni settori di particolare interesse e l'acquisizione di informazioni sulle variabili strutturali e fenologiche delle praterie.

Risultati e discussione

Sono state identificate 16 praterie di *Posidonia oceanica* (Fig. 1); 5 sono localizzate lungo la costa continentale, 2 sulle secche di Meloria e Vada e 9 attorno alle isole dell'Arcipelago Toscano. Le più estese praterie non insulari sono pre-

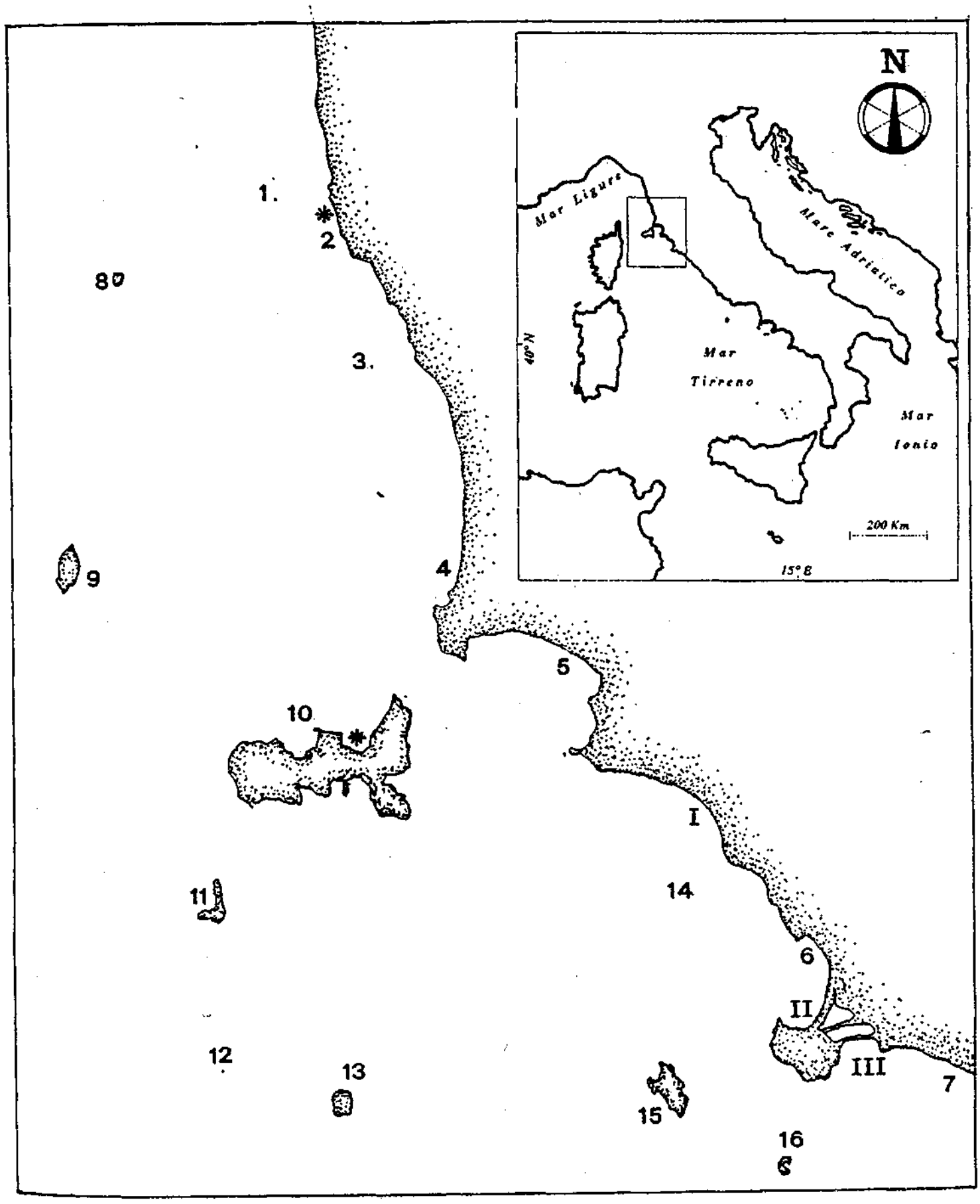


Fig. 1 - Localizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica* (1-16), di *Cymodocea nodosa* (I-III) e di *Zostera noltii* (*) lungo le coste toscane.
Localisation of Posidonia oceanica *(1-16)*, Cymodocea nodosa (*I-III*) *and* Zostera noltii *(*) along Tuscany coasts.*

senti sulle secche e nel Golfo di Follonica, mentre sulle isole le più ampie si trovano nei golfi dell'Isola d'Elba, lungo le coste di Pianosa e presso lo Scoglio d'Africa. Lo studio delle variabili strutturali e fenologiche dimostra uno stato di salute delle praterie generalmente buono in particolare nell'Arcipelago. Segni evidenti di regressione sono stati individuati lungo la costa continentale specie in prossimità di aree fortemente industrializzate quali il Golfo di Follonica e la parte orientale delle Secche di Vada. *Cymodocea nodosa* è spesso presente in prossimità del limite superiore delle praterie di *P. oceanica*. Praterie piuttosto estese sono state rilevate lungo le coste meridionali della Toscana, nel Golfo di Follonica, tra Punta Ala e Talamone e lungo i tomboli di Feniglia e Giannella (Fig. 1). Più limitata appare la distribuzione di *Zostera noltii* segnalata solo in aree ristrette del litorale livornese e nella rada di Portoferraio all'Isola d'Elba (Fig. 1).

Bibliografia

ACUNTO S., PIAZZI L., CINELLI F. (2000) - Mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* dell'Isola d'Elba mediante sonar a scansione laterale e teledetezione aerotrasportata. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 495-498.

BALESTRI E. (1993) - *La coltura* in vitro *di* Posidonia oceanica *(L.) Delile quale prospettiva di impiego in interventi di recupero ambientale di aree costiere: la produzione di protoplasti e la micropropagazione.* Tesi di Dottorato, Università di Pisa: 153 pp.

CINELLI F., PIAZZI L. (1991) - Mappatura delle praterie a *Posidonia oceanica* (L.) Delile lungo le coste Toscane. *CIBM Livorno, relazione tecnica interna*: 80 pp.

CINELLI F., PARDI G., PAPI I., BENEDETTI-CECCHI L. (1995) - Mappatura delle praterie a *Posidonia oceanica* (L.) Delile intorno alle isole minori dell'Arcipelago Toscano. *Att. Soc. Tosc. Sc. Nat.*, **102**: 93-110.

PIAZZI L., BALESTRI E., CINELLI F. (1996) - Mappatura e monitoraggio di una prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile situata a sud di Livorno (Toscana, Italia). *Inf. Bot. Ital.*, **28**: 67-77.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 597-598

S. RENDINELLA, D. PESSANI, M. VETERE

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Via Accademia Albertina, 17
10123 Torino, Italia.

MAPPATURA DI BIOCENOSI E SPECIE PROTETTE: PUNTA DI LI FRANCESI (SARDEGNA)

MAPPING OF BIOCOENOSES AND PROTECTED SPECIES: PUNTA DI LI FRANCESI (SARDINIA, ITALY)

Abstract

Morphological and bionomical features of Punta di Li Francesi (SS, Italy) are presented as a cartographic work. Protected or rare species are indicated on the map.

Key-words: *bionomy, cartography, benthos, northwestern Sardinia.*

Introduzione

Il territorio costiero del comprensorio di Aglientu (SS) è stato riconosciuto di notevole importanza ecologica per il ricco patrimonio naturalistico che ospita e per esso è stato sviluppato un progetto di protezione e valorizzazione (Vetere *et al.*, 1999). Lo scopo di questo studio è la stesura della carta 1:5000 del tratto costiero della punta che limita ad Ovest l'ampio golfo di Vignola e la segnalazione delle specie marine protette e/o rare.

Materiali e metodi

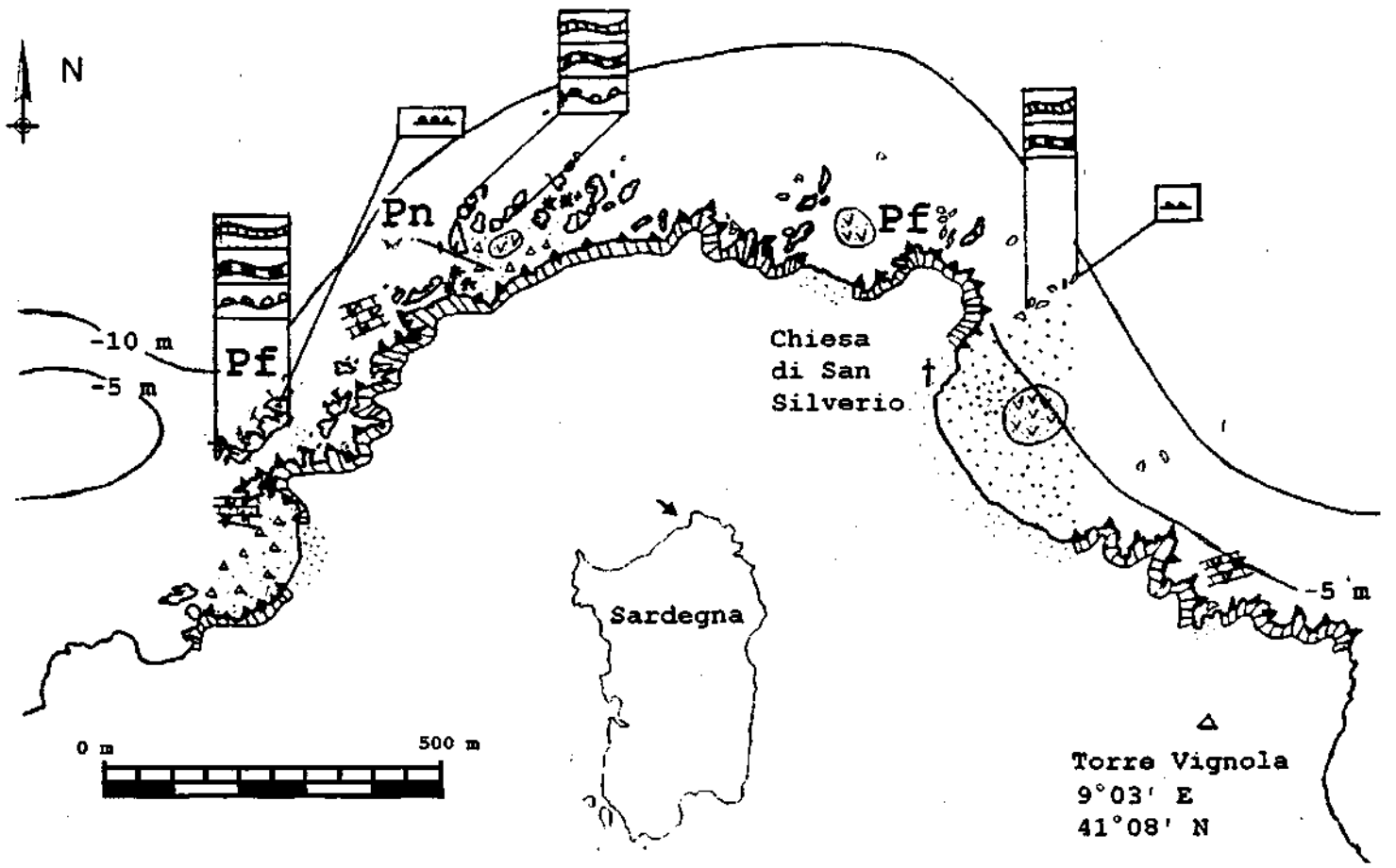
Il profilo costiero è stato rilevato, mediante la stesura di poligonali (Alvisi, 1991), in scala 1:5000.

Utilizzando metodi di osservazione diretta e di campionamento mediante grattaggio sono stati raccolti – fino a 5 m di profondità – dati relativi ai popolamenti algali e animali dei piani sopra, medio e infralitorale superiore (Pérès e Picard, 1964); per la simbologia usata vedere Meinesz *et al.* (1983).

Risultati e discussione

La carta (Fig. 1), oltre a descrivere in dettaglio la ricca morfologia costiera, evidenzia, pur nella ristretta fascia considerata, una buona varietà di biocenosi: entrambi gli aspetti vengono considerati condizioni indispensabili per promuovere la protezione di un'area (Riggio, 1990).

Lungo tutta la punta sono presenti chiazze di *Posidonia oceanica,* su roccia e sabbia, mentre sul litorale esposto a maestrale sono stati evidenziati elementi di particolare pregio naturalistico: "trottoirs" di *Lithophyllum lichenoides,* esemplari di *Patella ferruginea* e *Pinna nobilis* (Fig. 1).



Sabbie emerse - Emerged sands	RIPB
RS	RIPC/o
RMS	RCEO
RMI	*P. oceanica* su sabbia - on sand
Lithophyllum lichenoides (trottoirs)	*P. oceanica* su roccia - on rock
DM	Pf = *Patella ferruginea*
Sabbie mediolitorali - Midlittoral sands	Pn = *Pinna nobilis*

Fig. 1 - Punta di Li Francesi (Aglientu, SS).
Punta di Li Francesi (Aglientu, SS).

Bibliografia

ALVISI M. (1991) - Tecnica di rilevamento subacqueo. In: Abbiati M. (ed), *Lezioni del Corso Formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo,* I.S.S.D., Pisa: 13-28.

MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Mediterranée. *Ann. Inst. Oceanogr. Paris*, **59** (3): 155-172 .

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **31** (47): 1-137.

RIGGIO S. (1990) - Criteri guida per la creazione di parchi marini ed istituzione di riserve costiere in Sicilia. In: Cossu A., Gazale V., Milella I. (eds), *Parchi marini del Mediterraneo. Aspetti naturalistici e gestionali.* Chiarella, Sassari: 171-181.

VETERE M., PESSANI D., FONTANA E., GIALLARA P.A., MUSSAT SARTOR R., PIASCO A., RENDINELLA S. (1999) - Sviluppo di un progetto per la protezione e valorizzazione del litorale di Aglientu (SS). *Biol. Mar. Medit.*, **6**: 119-125.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 599-602

D. Zampino, V. Di Martino* (1)

Istituto Sperimentale Talassografico, CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.
* Dipartimento di Botanica dell'Università, Via Antonino Longo, 19 - 95125 Catania, Italia.
(1) Corresponding Author

PRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DEI POPOLAMENTI A LAMINARIALES DELLO STRETTO DI MESSINA

CARTOGRAPHICAL RESTITUTION OF COMMUNITIES WITH LAMINARIALES OF THE STRAITS OF MESSINA

Abstract

The communities with Laminariales of the Straits of Messina represent relicts of Pliocenic vegetation, in particular of the Trubi transgression. The last event determinated the dispersion of communities with Laminariales from the Atlantic Ocean to the Mediterranean Sea. The Authors propose a cartographical representation (based on both observations by Mojo & Buta and the Biocenosis Map of the Straits of Messina by Di Geronimo & Giacobbe) aiming to provide a full representation of both distribution and density of communities with Laminariales and Caulerpa *spp. This study is preliminary to the realisation of a revised cartographical representation of communities with Laminariales and* Caulerpa *spp occurring at the Straits of Messina.*

Key-words*: Cartography, Laminariales,* Caulerpa *spp., Straits of Messina.*

Studi precedenti

Negli ultimi decenni si sta assistendo ad una rapida trasformazione della componente biotica del Mediterraneo, evidenziata soprattutto nei mutamenti che interessano il fitobenthos di questo bacino. Gli studi sulla biogeografia delle biocenosi bentoniche del sistema fitale hanno messo in relazione l'attuale distribuzione di alcune specie vegetali anche con l'evoluzione geologica e con le crisi climatiche che hanno interessato l'area mediterranea (Giaccone, 1991). Oggetto di queste ricerche sono state soprattutto le Alghe Brune e fra queste alcune famiglie dell'ordine Laminariales. Queste, infatti, si sono evolute nell'Oceano Indo-Pacifico nel corso dell'Oligocene e del Miocene e, solo dopo questa prima fase, si sono diffuse nel mare Mesogeo e da qui nel Paleo-Atlantico. In particolare, il genere *Laminaria* pare abbia seguito per *Laminaria rodriguezii* la via artica e per le altre specie di Laminariales in parte anche una via marina australe per diffondersi in Atlantico e, successivamente alla trasgressione dei Trubi, in Mediterraneo (Giaccone e Di Martino, 1997).

Attualmente esistono nello Stretto di Messina popolazioni relitte, ma ben strutturate, di Laminariales, appartenenti alle famiglie Phyllariaceae e Laminariaceae. Da studi condotti nell'ultimo trentennio (Giaccone, 1969; Mojo e Buta, 1971; Drew, 1972 e 1974; Fredj e Giaccone, 1985; Di Geronimo, 1987) si hanno sufficienti informazioni sulla bionomia e l'ecologia di questi aggruppamenti vegetali. Si riporta anche la distribuzione delle Alghe Verdi del genere *Caulerpa* presenti nell'area oggetto di studio.

Materiali e Metodi

Per realizzare la cartografia si è utilizzata come carta di base il Foglio n° 138 INT 3352, Stretto di Messina, dell'IGM in scala 1:30.000. I dati di bibliografia sono stati estrapolati dalle osservazioni di Mojo e Buta (1971) e dalla Carta delle Biocenosi di Di Geronimo e Giacobbe (Di Geronimo, 1987). Mojo e Buta (1971) riportano la distribuzione e la densità dei popolamenti a *Laminaria ochroleuca* realizzata mediante osservazioni effettuate con telecamera filoguidata, lungo 62 transetti perpendicolari alla linea di costa. La Carta, di Di Geronimo e Giacobbe (Di Geronimo, 1987), documenta la distribuzione delle biocenosi nello Stretto di Messina, ed è stata realizzata sia mediante utilizzazione di dati di letteratura sia mediante rilevamenti effettuati tramite bennate.

Nell'applicare la nostra metodologia di sovrapposizione cartografica si è proceduto eseguendo la scansione delle carte sopracitate, avendo cura di riportarle in scala e tenendo presente le coordinate dei profili, delle batimetriche e l'estensione delle aree vegetazionali a *Laminariales*. Successivamente si è realizzata una nuova rappresentazione cartografica della vegetazione a *Laminariales* di superficie e di profondità (Fig. 1).

Per la rappresentazione cartografica della vegetazione si è messa a punto una scala cromatica che rendesse evidenti le differenti vegetazioni.

Discussione e considerazioni conclusive

Questo studio mette in luce lo stato dell'arte sulla cartografia vegetazionale a *Laminariales* nello Stretto di Messina.

Dalle osservazioni di Mojo e Buta risulta, infatti, che questa vegetazione ricopre una fascia quasi ininterrotta del versante siciliano dello Stretto, fra il Porto di Messina e Ganzirri, e che gli individui sono maggiormente frequenti e folti a profondità comprese tra 50 e 80 m; mentre lungo la costa calabra, nel tratto compreso tra Scilla e Gallico, questi popolamenti sono presenti già a partire dai 40 m di profondità ma con distribuzione discontinua.

Nella Carta delle Biocenosi, di Di Geronimo e Giacobbe, vengono riportati dati relativi alla distribuzione anche di altri popolamenti vegetali. Questi dati pertanto consentono di arricchire le informazioni riportate nella precedente cartografia perché viene, qui, presa in esame la distribuzione sia delle Laminariales di superficie, *Saccorhiza polyschides* e *Phyllariopsis brevipes*, che di profondità, *Laminaria ochroleuca* e *Phyllariopsis purpurascens*. Questi Autori riportano, infine, anche la distribuzione nello Stretto delle praterie a *Posidonia oceanica*.

Immersioni con A.R.A., di uno degli Autori (Di Martino) in giugno e luglio 1998, ed esplorazioni con sommergibile Remora 2000 - COMEX e con ROV Super Achille - COMEX in aprile 1999 (Prof. G. Giaccone com. pers.) hanno consentito di effettuare osservazioni sulla distribuzione attuale dei popolamenti a Laminariales. Queste osservazioni hanno evidenziato una drastica riduzione sia dei popolamenti a *Saccorhiza polyschides* lungo la costa calabra, tra Villa S. Giovanni e Capo Paci, sia dei popolamenti a *Laminaria ochroleuca* lungo i fondali del versante siciliano di questo biotopo. *Phyllariopsis purpurascens* è apparsa, invece, in forte espansione tra 50 e 80 metri di profondità soprattutto sulla costa siciliana.

Contemporaneamente sono state condotte osservazioni sulla vegetazione a *Caulerpa taxifolia* tanto sul versante siciliano che su quello calabro dello Stretto di Messina. Sulla scorta di tali osservazioni e dei dati di letteratura (Di Martino,

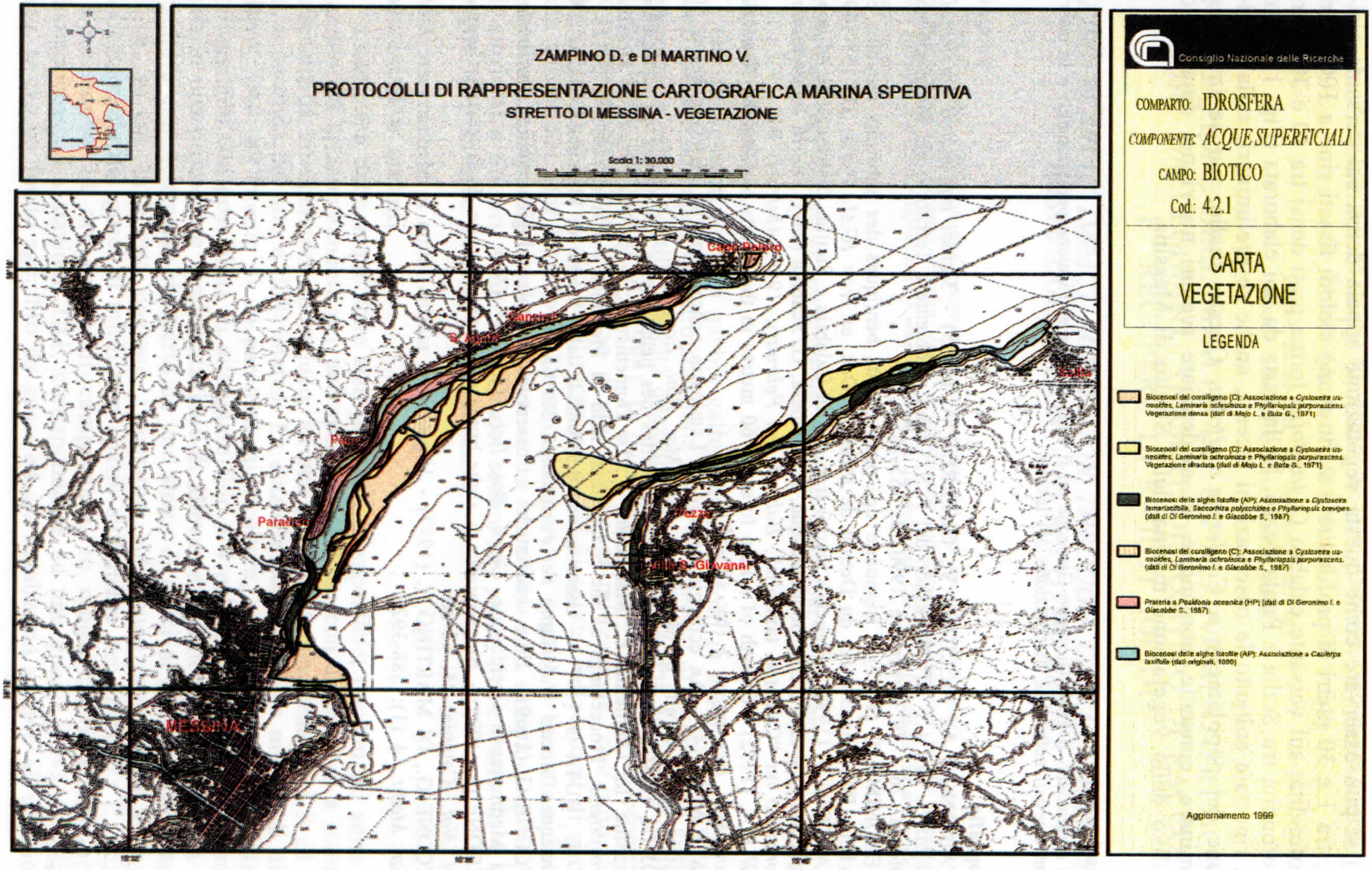


Fig. 1 - Rappresentazione cartografica della vegetazione a Laminariales
Cartographical representation of communities with Laminariales

1999) si può osservare come questa vegetazione appaia densa sul versante siciliano, tra 1 e 30 metri di profondità e si ritrovano stoloni fissati sino a 100 metri di profondità; sul versante calabro *C. taxifolia* forma prati densi tra 10 e 30 metri di profondità tra Scilla e Punta Pezzo. Nella carta da noi elaborata (Fig. 1) sono, però, riportate soltanto le osservazioni recenti, anche se preliminari, sulla distribuzione dei popolamenti a *Caulerpa taxifolia*. Questo studio, pur se in forma preliminare, consente, comunque, di evidenziare scenari nuovi nel dinamismo evolutivo della vegetazione marina dello Stretto di Messina.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Prof. Giuseppe Giaccone ed il Dott. Vincenzo Piccione per i consigli e le informazioni ricevuti nella fase di redazione del lavoro.

Bibliografia

CALTABIANO F.A., PICCIONE V., GUERRINI A. (1995) - *Metodi informativi ambientali speditivi - M.I.A.S.* III° Workshop del P. S. Clima, Ambiente e Territorio nel Mezzogiorno, Potenza, 26 - 29 Novembre 1990, **2**: 755-765.

DI GERONIMO I. (1987) - Bionomie des peuplements bentiques des substrats meubles et rocheux Plio-Quaternaires du Detroit de Messine. *Doc. et Trav. IGAL, Paris*; **11**: 153-169.

DI MARTINO V. (1999) - Vegetali marini tropicali in Calabria e Sicilia. Distribuzione ed ecologia. In: Gravez V., C.F. Boudouresque, A. Meinesz, G. Scabbia (eds), *Fourth International Workshop on* "Caulerpa taxifolia", *Italy, 1-2nd February, 1999, Abstract:* 81

DREW E.A. (1972) - Growth of a kelp forest at 60 metres in the Straits of Messina. *Memorie Biol. Mar. Oceanogr.*, **2** (6): 135-157.

DREW E.A. (1974) - An ecological study of Laminaria ochroleuca Pyl. Growing below 50 metres in the Straits of Messina. J. *exp. Mar. Biol. Ecol.*, **15**: 11-24.

FREDJ G., GIACCONE G. (1985) - Particularités des peuplements benthiques du Détroit de Messine. In: Guglielmo L., Manganaro A., De Domenico E. (eds), *The Straits of Messina Ecosystems,* Proceedings of the Symposium held in Messina, 4-6 April 1991: 119-128.

MOJO L., BUTA G. (1971) - Osservazione dei fondali dello Stretto di Messina mediante TV subacquea. *Accad. Peloritana dei Pericolanti*, **50**: 65-71.

GIACCONE G. (1969) - Note sistematiche ed osservazioni fitosociologiche sulle Laminariales del Mediterraneo Occidentale. *Giorn. Bot. Ital.*, **103**: 457-474.

GIACCONE G. (1991) - Biogeografia di alghe brune e tettonica a zolle. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat.*, Catania, **24**: 65-86

GIACCONE G., DI MARTINO V. (1997) - Vegetazione marina relitta in Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 388-392.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 603-606

F. Barbato, G. Massini, C. Creo, N. De Angelis, M. Imperatrice, A. Signorini, A. Allegro, M.G. Renò

ENEA Bioag-Pan, Via Anguillarese, 301
00060 S.M. di Galeria, Roma, Italia.

MITIGAZIONE DELL'IMPATTO DI UN ALLEVAMENTO ITTICO IN GABBIE GALLEGGIANTI TRAMITE DISPOSITIVO DI RACCOLTA E RECUPERO DI RIFIUTI SOLIDI

FISH REARING IMPACT MITIGATION THROUGH CA.WA.CO.RE., CAGE WASTE COLLECTION AND RECOVER DEVICE

Abstract

The waste collection and recover device utilized in this trial worked under fish rearing cages in Mar Piccolo of Taranto, Puglia, Italy. Acid Volatile Sulfides measurements in the experimental site showed a positive influence of waste collection in reducing the rearing impact on the underlying sediments.

Key-words: *cage fish rearing, environmental impact, sheltered sites, mitigation.*

Introduzione

Gli allevamenti ittici in gabbie galleggianti condotti in ambienti riparati possono indurre fenomeni di eutrofizzazione legati all'eccesso di fornitura di sostanza organica in relazione alla capacità degradativa dell'ecosistema acquatico (Saroglia *et al.*, 1990; Barbato *et al.*, 1998). In quest'ottica è stato allestito un esperimento volto a verificare l'efficacia di un sistema di mitigazione, costituito da un dispositivo per la raccolta ed il recupero di rifiuti solidi, collocato al di sotto di una gabbia nel Mar Piccolo di Taranto. Vengono di seguito presentati e discussi i risultati relativi alle analisi di nutrienti e clorofilla *a* in campioni di acque e di nutrienti e Solfuri Acido Volatili nei sedimenti, prelevati nell'arco di 4 campagne in 3 diverse stazioni sperimentali.

Materiali e metodi

I campioni delle acque sono stati prelevati in superficie; i sedimenti sono stati campionati orizzontalmente per uno spessore di 2 cm con un cilindro a stantuffo azionato da un operatore subacqueo, ad una profondità compresa fra i 9 ed i 12 m, a seconda del sito e della marea. La stazione con la gabbia munita di dispositivo, TA0, all'interno di un parco di mitilicoltura, era sede di una piattaforma galleggiante con possibilità di alloggiare fino a 4 gabbie ed era già stata impiegata in una precedente sperimentazione di allevamento ittico; il fondo della TA0 risultava completamente ricoperto da uno strato di gusci di mitili, dello spessore di ca. 30 cm. In questa stazione, l'operatore subacqueo provvedeva a liberare delicatamente dai gusci di mitili uno spazio sufficiente per effettuare il prelievo ed attendeva 24 ore prima di campionare, in modo che il sedimento si ricomponesse. La stazione TA1, corrispondente ad una gabbia priva di dispositivo, aveva un fondo sgombro da gusci ed era localizzata sempre all'interno del

parco di mitilicoltura, ma in una zona più periferica, verso il centro del primo seno del Mar Piccolo. La stazione TA2, senza gabbia, era localizzata esternamente all'impianto di mitilicoltura, ancora più spostata verso il centro del primo seno. Nelle gabbie, cubi di 5 m di lato, veniva immessa la stessa quantità (2.000 individui) di giovanili di orata, che erano alimentati con lo stesso mangime di tipo estruso.

Inizialmente venivano allestite due gabbie per ciascuna delle due stazioni TA0 e TA1, due munite di dispositivo e due senza. In seguito, dal gennaio 1998, per motivi gestionali, le gabbie venivano ridotte ad una per stazione e, nella stazione TA0, la gabbia superstite è stata disgiunta per tre mesi, da gennaio ad aprile 1998, dal dispositivo. Per una descrizione del dispositivo di raccolta e recupero si rimanda a Barbato *et al.*, 1999. Le analisi sono state effettuate secondo metodiche riportate in Barbato *et al.*, 1998.

Risultati

I valori della concentrazione dei nutrienti nelle acque sono spesso inferiori al limite di sensibilità strumentale; si distaccano da questo andamento i nitrati, con picchi elevati in occasione della campagna di ottobre 97, attuata durante un periodo di forti precipitazioni. Inoltre valori elevati di fosfati si riscontrano per la TA2 nel luglio 98 e nella TA0 a maggio 98. La clorofilla *a* si mantiene in un intervallo compreso tra 0,5 e 6,2 µg/l.

Per i nutrienti nei sedimenti, si osservano, in TA0, picchi per N e C a ottobre 97 e per gli AVS (solfuri acido volatili) a maggio 98, con discesa netta a luglio 98.

Tab.1 - Risultati delle analisi di nutrienti e clorofilla *a* in acqua e nutrienti nei sedimenti, stazioni TA0 (gabbia con dispositivo), TA1 (gabbia senza dispositivo) e TA2 (senza gabbie).
Results of nutrient and chlorophyll a analysis in water and nutrients in sediment, sampling stations TA0 (cage with device), TA1 (cage without device) and TA2 (without cage).

NUTRIENTI NELLE ACQUE e CLOROFILLA a						NUTRIENTI NEI SEDIMENTI					
campagna	P-P04 µg/l	N-NH3 µg/l	N-NO2 µg/l	N-NO3 µg/l	Clor. *a* µg/l	campagna	P tot mg/Kg	N tot mg/Kg	C tot mg/Kg	olf.A.V mg/Kg	S tot mg/Kg
			TA0						TA0		
ago-97	-	-	-	-	6,2	ago-97	705	4100	89621	262	2658
ott-97	< 2	< 10	10	243	2,7	ott-97	587	26469	324350	-	1445
mag-98	24	< 10	< 2	80,1	1	mag-98	637	5856	96777	999	15265
lug-98	< 2	< 10	< 2	63	0,5	lug-98	562	4810	90781	576	9193
			TA1						TA1		
ago-97	-	-	-	-	3,2	ago-97	584	2501	73721	237	847
ott-97	< 2	< 10	8,9	281,1	2,1	ott-97	539	2512	73703	-	-
mag-98	16	< 10	6,4	82,8	1	mag-98	584	3323	80448	287	7769
lug-98	< 2	< 10	< 2	40	1,1	lug-98	630	3370	80286	291	7814
			TA2						TA2		
ago-97	-	-	-	-	4,4	ago-97	698	2239	78921	264	929
ott-97	< 2	< 10	< 2	113,5	3,1	ott-97	570	2507	72646	-	-
mag-98	< 2	< 10	< 2	72,3	1,1	mag-98	746	3060	81239	367	7249
lug-98	32,5	< 10	< 2	57	1,4	lug-98	624	3279	83269	645	3893

Valori preceduti dal segno < indicano i limiti di sensibilità strumentale

Discussione e conclusioni

Dall'analisi dei dati relativi alle acque, emerge una situazione di oligo-mesotrofia (Jirillo, 1988), cui probabilmente contribuisce la rilevante presenza di mitili, che rimuovono i nutrienti del particellato. Fanno eccezione alcuni episodi in cui si registrano picchi di fosfato nella stazione di controllo TA2 nel luglio 98, e di nitrato nelle due stazioni con le gabbie TA0 e TA1 nell'ottobre 97. Questi ultimi sono associabili a forti piogge verificatesi nel periodo subito precedente il campionamento. Anche i valori della clorofilla *a* indicano uno stato di oligo-mesotrofia delle acque.

Per quanto attiene i sedimenti, non è possibile osservare andamenti particolari, ma un generalizzato stato trofico mediamente elevato. I risultati relativi all'analisi dei sedimenti non mostrano andamenti particolari. Si rileva un picco di N e C ad ottobre 97 nel sedimento della TA0, che coincide col picco di nitrato in acqua. Ciò avvalora l'ipotesi che in quel periodo le cattive condizioni meteorologiche abbiano determinato un improvviso e massiccio input di sostanza organica alloctona, particolarmente nella stazione più vicina alla linea di costa.

Il parametro più significativo dello studio dell'impatto dell'allevamento ittico, come già evidenziato in Barbato *et al.*, 1996, è rappresentato dall'analisi degli AVS nei sedimenti. Nella TA0 si rileva un incremento degli AVS fra la campagna dell'agosto 97 e quella del maggio 98; tale effetto è da associare allo spostamento della gabbia in un settore adiacente della piattaforma galleggiante. Conseguentemente, per tre mesi si è verificato, nel sedimento della TA0, un incremento del flusso di sostanza organica, costituita da mangime e deiezioni provenienti dalla gabbia adiacente priva di dispositivo. Nell'aprile 98 sono state ripristinate le condizioni originali, con l'inizio di un nuovo ciclo di allevamento, seguito da una netta diminuzione degli AVS nella campagna del luglio 98 rispetto a quella di maggio 98. Tale riduzione, da 999 a 576 mg/kg, rappresenta un indice dell'efficacia del dispositivo, così come il precedente aumento degli AVS in condizioni di non operatività del dispositivo.

Per quanto riguarda le altre due stazioni, si osserva un trend di lieve aumento degli AVS nella stazione di controllo TA2. Questo indicherebbe un lento processo di eutrofizzazione in corso. D'altronde, la stazione TA1, con gabbia, sembra relativamente stabile per tutti i parametri dei sedimenti, con valori non lontani da quelli della TA2. Quest'ultimo risultato potrebbe essere interpretato come una conseguenza del sequestro di nutrienti sotto forma di particellato organico da parte dei mitili, qui fisicamente più vicini alla gabbia di quanto non siano nella TA0; inoltre potrebbe concorrere anche l'assenza dei gusci sul fondo, che lascia lo strato superficiale del sedimento esposto alla risospensione e riallocazione effettuata dalle correnti.

In conclusione, il dispositivo di mitigazione ha dimostrato la propria efficacia, raccogliendo una frazione rilevante di sostanza organica solida, evitando così la deposizione di tale materiale sul fondo del corpo acqueo recettore ed il conseguente aggravio per la capacità degradativa naturale. Tale risultato viene sostenuto dall'analisi degli AVS nei sedimenti della stazione TA0.

Bibliografia

BARBATO F., IZZO G., MASSINI G., MELONI F., SAVARINO R. (1996) - Primi risultati della stima degli effluenti derivanti da allevamenti di orata (*Sparus aurata*) in gabbie galleggianti all'interno di una laguna sarda. *Biol. Mar. Medit.*, 3 (1): 192-199.

BARBATO F., IZZO G., MASSINI G., MELONI F., SAVARINO R. (1998) - Studio ambientale a fini gestionali in una laguna interessata da un allevamento ittico in gabbie galleggianti. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 1316-1325.

BARBATO F., DE ANGELIS N., IMPERATRICE M., CANNAS A. (1999) - Un dispositivo di raccolta e recupero di rifiuti solidi generati da gabbie di allevamento ittico. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 281-283.

JIRILLO R. (1988) - *L'eutrofizzazione dei bacini idrici.* Guide tecnico-scientifiche, Ed. Ragno: 251 pp.

SAROGLIA M., MAZZATURA A., INGLE E. (1990) - Impatto dell'acquacoltura sull'ambiente acquatico. Approccio allo studio. *Quaderni Icrap Acquacoltura,* **2**.

La ricerca è stata resa possibile grazie ad un contributo della Dir. Gen. Pesca e Acquacoltura del MIPA.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 607-609

P. CAGNETTA

Dipartimento di Produzione Animale, Università di Bari, Via G. Amendola, 165/A
70126 Bari, Italia

MORTALITÀ DI AVANNOTTI DI SPIGOLA (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.) ALLEVATI IN MODULI SPERIMENTALI DOTATI DI "DIAFRAMMA DI FUGA"

MORTALITY IN SEA BASS FINGERLINGS (DICENTRARCHUS LABRAX *L.) REARED IN EXPERIMENTAL TANKS WITH "ESCAPE DIAPHRAGM"*

Abstract

*816 sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax *L.) were reared in aquaria with recirculed water system: Group A = diaphragm absent; Group B = selective diaphragm; Group C = escape diaphragm. Cannibalism was the principal cause of mortality. After 28d the average live weight of fingerlings in the groups was similar and the differences in biomass were mainly due to higher deceases of group A compared with groups B and C (P<0.01).*

Key-words: *sea bass, cannibalism, escape system.*

Introduzione

Nell'allevamento della spigola la mortalità viene contenuta soprattutto attraverso la selezione per taglie e una specifica definizione delle densità di allevamento e dei programmi alimentari adottati (Katavic *et al.*, 1989; Folkvord e Hottera, 1993; Cagnetta *et al.*, 1995). Lo studio ha inteso valutare l'efficacia di un elemento di "fuga" posto all'interno di moduli sperimentali d'allevamento al fine di limitare la mortalità dovuta a fenomeni cannibalistici.

Materiali e metodi

La sperimentazione, di durata pari a 28d, è stata eseguita su 816 avannotti di spigola, utilizzando 3 acquari indipendenti a ricircolo idrico chiuso, di capacità pari a 180l. Sono stati costituiti 3 gruppi omogenei (Tab 1) di uguale peso vivo medio ($0,69 \pm 0,019$ g).

Il "diaframma di fuga" è stato dotato di fori di diverso diametro opportunamente dimensionati per il passaggio alternativo degli avannotti. Nel gruppo B, invece, è stata simulata una selezione in due classi di grandezza omogenee. Il mangime

Tab 1 – Condizioni di prova.
Trial conditions.

Gruppo	A	B	C
Diaframma	Assente	Selettivo	Di fuga
N° soggetti	272	136/136	272
Stock	Non selezionato	Selezionato	Non selezionato

è stato somministrato in ragione del 3% della biomassa in 4 pasti giornalieri distribuiti alle h 7:00, 11:00, 15:00 e 19:00; allo scopo sono stati utilizzati distributori automatici a nastro. I rilievi eseguiti hanno riguardato: il n° di decessi e la presenza/assenza di lesioni (giornalmente); il peso e la conta degli avannotti sopravvissuti (al 14° e 28°d). I dati relativi al peso degli avannotti sono stati sottoposti ad ANOVA, quelli di mortalità sono stati valutati con il test del χ^2.

Risultati

Il gruppo B ha presentato la mortalità più contenuta (7,4%). Dopo 28d il numero di decessi è risultato statisticamente differente (Tab. 2) per i confronti tra il gruppo A e i gruppi B e C ($P<0,01$).

Tab. 2 - Numero di soggetti deceduti e biomassa.
Number of subjects dead and biomass.

	deceduti				biomassa (g)		
	A	B	C		A	B	C
0-14d	34 ^{A}	16 ^{B}	22 $^{A\ B}$	0d	188	188	188
14-28d	16 ^{A}	4 ^{B}	3 ^{B}	14d	264	285	279
0-28d	50 ^{A}	20 ^{B}	25 ^{B}	28d	389	453	434

A,B: $P<0,01$

I decessi sono stati osservati direttamente nel 41% dei casi e l'unica causa di morte riscontrata è stata il cannibalismo. La totalità di questi soggetti ha presentato lesioni evidenti, del tutto analoghe a quelle rilevate sui corpi dei morti non osservati durante il decesso. Al termine della prova, in linea con quanto atteso, il peso medio dei soggetti è risultato statisticamente non differente nei 3 gruppi sperimentali ($1,75 \pm 0,05$ g nei gruppi A e C; $1,79 \pm 0,05$ g nel gruppo B) mentre la biomassa del gruppo C ha raggiunto un valore prossimo a quello del gruppo B (Tab.1).

Conclusioni

I risultati dello studio, per quanto preliminari, lasciano intendere che l'introduzione di un sistema di "fuga" possa rappresentare una strategia da tenere in considerazione ai fini della limitazione del cannibalismo. La mortalità dei gruppi sperimentali B e C, infatti, è risultata pressoché analoga. Particolarmente interessante appare la prospettiva di valutare, sul piano adattativo e in termini di vitalità, la qualità degli avannotti ottenuti con questo questo sistema. L'alta specificità tecnico-gestionale delle avannotterie, tuttavia, impone forti limiti applicativi per soluzioni innovative difficilmente integrabili con gli ordinari sistemi di produzione.

Bibliografia

BARNABE' G. (1978) - Etude dans le milieu naturel et au captivté de l'ecoèthologie du loup (*Dicentrarcus labrax*) (Poisson, Serranidae), l'aide de nouvelles techniques. *Ann. Sci. Nat. (Zoll)*, **20**: 423-502.

CAGNETTA P., ZEZZA L., BONGERMINO L. (1995) - Indagine preliminare sulla mortalità della spigola (*Dicentrarcus labrax* L.) nelle prime fasi di allevamento. Incidenza dell'aggressività intraspecifica. *Atti XI Congresso Nazionale A.S.P.A.*: 39-40.

FOLKVORD A., OTTERA H. (1993) - Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture*, **114**: 243-260.

HENDERSON P.A., CORPS M. (1997) - The role of temperature and cannibalism in interannual recruitment variation of bass in British waters. *Journal of Fish Biology*, **50**: 280-295.

KATAVIC I., JUG-DUJAKOVIC J., GLAMUZINA B. (1989) - Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured sea bass (*Dicentrarcus labrax*) fingerlings. *Acquaculture*, **77**: 135-143.

SMITH C., REAY P. (1991) - Cannibalism in teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **1**: 41-64.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 610-613

P. CAGNETTA, E. CALÒ*

Dipartimento di Produzione Animale, Università di Bari,
Via G. Amendola, 165/A - 70126 Bari, Italia.
*Dip. di Biologia, Università degli Studi di Lecce, Italia.

INFLUENZA DEL COLORE DEL MANGIME SULLA MORTALITÀ E SULLE PRESTAZIONI PRODUTTIVE DI AVANNOTTI DI ORATA (*SPARUS AURATA L.*)

INFLUENCE OF THE FEED COLOUR ON SURVIVAL AND PRODUCTIVE PERFORMANCES OF SEA BREAM FINGERLINGS (SPARUS AURATA *L.*)

Abstract

*Sea bream fingerlings (*Sparus aurata *L.) feed with red-orange feed particles (Group N) show, compared with traditional feed (Group T), lower mortality rate (18,74% vs 27,8%; P<0,01) and higher biomass increases (31038 g vs 25382 g). Probably, the use of the former feed during weaning, could allow further advantages.*

Key-words: *sea bream, colour of feed, mortality, biomass increases.*

Introduzione

Alcuni studi comparativi sulla somministrazione di alimenti vivi e microparticolati nelle specie acquatiche, hanno evidenziato che i primi vengono preferiti dalle larve anche se di grande dimensione (Barnabe *et al.*, 1976); le prede vive risultano, in generale, più "stimolanti" e la loro maggiore deformabilità permette una migliore prensione ed ingestione dell'alimento (Fernandez-Diaz *et al.*, 1994). Gli stimoli sensoriali implicati nei meccanismi di accettazione dei microparticolati sono olfattivi (Mackie e Mitchell, 1985), chimici e visivi (Kolkovski e Tandler, 1995) mentre la continuità alimentare sembra dipendere soprattutto dal gusto (Mackie e Mitchell, 1985). Già da tempo, durante l'allevamento larvale, si utilizzano, mangimi dotati di una colorazione rossa aranciata, prossima a quella dell'ultimo alimento vivo utilizzato. Il fine principale è quello di contenere le perdite di biomassa dovute alla difformità di crescita e all'insorgenza di fenomeni di aggressività intraspecifica. Anche per gli avannotti, tuttavia, si presentano problematiche analoghe durante le fasi di allevamento più critiche. Le informazioni relative all'adozione di una analoga strategia alimentare, tuttavia, risultano scarse. Lo studio ha inteso valutare, in termini di incidenza della mortalità e di incrementi della biomassa, la risposta dell'orata ad un mangime rosso aranciato somministrato subito dopo lo svezzamento.

Materiali e metodi

La prova è stata eseguita durante la stagione estiva presso un'azienda specializzata. Sono stati utilizzati 24.800 avannotti di 100 giorni di età che provenivano dal medesimo lotto riproduttori e avevano seguito un analogo processo produttivo. Il protocollo sperimentale ha previsto una durata della sperimentazione

di 48 giorni, preceduta da un breve periodo di acclimatamento (7 d) alle vasche di allevamento. Le principali caratteristiche dell'acqua di esercizio sono state le seguenti: salinità (35‰); temperatura (22-24°C); ossigeno disciolto (superiore all'80% del livello saturazione);ricambio idrico(da 6,6 a 10,0 l/min). I soggetti sono stati distribuiti equamente ed omogeneamente in 4 vasche di allevamento (volume pari a 2 m^3) al fine di costituire 2 gruppi sperimentali di 12.400 soggetti ciascuno:

– Gruppo N: alimentato con mangime di "nuova introduzione" di colore rosso aranciato; peso vivo medio avannotti pari a $0,42 \pm 0,01$ g.

– Gruppo T: alimentato con mangime "tradizionale" di colore tendente al marrone scuro; peso vivo medio avannotti pari a $0,44 \pm 0,01$ g.

Il trattamento differenziante è stato del tutto analogo a quello già da tempo adottato per i microparticolati rosso aranciati utilizzati durante l'alimentazione larvale; basato principalmente sull'uso di farine di gamberetti e di *Artemia* spp. Per un corretto confronto, tuttavia, è stata verificata la sostanziale sovrapponibilità dei due mangimi preparati secondo la seguente composizione chimica: umidità 7,0%; grassi grezzi 16,0%; proteine grezze 60,0%; cellulosa grezza 0,6%; estrattivi inazotati 5,4%; ceneri 11,0%. Anche il processo di preparazione e l'uso di integratori è stato equivalente. L'alimento è stato somministrato in ragione del 5% della biomassa totale, in un'unica distribuzione giornaliera, della durata di circa 8 h, utilizzando appositi distributori automatici dotati di temporizzatore. I rilievi ponderali sono stati eseguiti con una periodicità di 12 giorni prelevando omogeneamente 100 soggetti da ogni vasca sperimentale. Complessivamente sono state effettuate 2000 pesate di singoli avannotti. Inoltre, ad ogni rilievo periodico, è stata eseguita la conta degli avannotti sopravvissuti. I dati relativi alle pesate sono stati sottoposti ad ANOVA, quelli di mortalità sono stati analizzati con il test del χ in una tabella di contingenza 2×2.

Risultati

La tabella 1 riporta i valori assoluti del numero di soggetti deceduti nel periodo di riferimento, dei sopravvissuti al termine dello stesso e l'incremento della biomassa nei due gruppi sperimentali.

Tab. 1 – Numero di soggetti sopravvissuti ed incremento della biomassa.
Number of subjects surviving and biomass increase.

Periodo	N		T		Incremento biomassa(g)	
	d	s	d	s	N	T
0-12d	1184	11216^A	1470	10930^B	2110	2016
12-24d	506	10710^A	1292	9638^B	4708	3464
24-36d	398	10312^A	440	9198^B	8828	5988
36-48d	236	10076^A	246	8952^B	15392	13914
0-48d	2324	10076^A	3448	8952^B	31038	25382

A,B: $P<0,01$ d = deceduti, s = sopravvissuti; d = dead, s = surviving

Il mangime di nuova introduzione (N) rispetto a quello tradizionale (T), ha determinato la sopravvivenza di un numero di avannotti nettamente superiore (10076 *vs* 8952; P<0.01). In generale, nell'intera prova, il gruppo N ha presentato un tasso di mortalità pari al 18.7% contro il 27.8% del gruppo T. Quanto riscontrato assume maggiore rilievo se si considera che i soggetti del gruppo T, alimentati in prova con lo stesso mangime utilizzato anche durante lo svezzamento, hanno potuto usufruire di una sostanziale continuità di trattamento alimentare (minimo stress) rispetto a quelli del gruppo N. Inoltre, in analogia con quanto riscontrato da Cagnetta et. al (1995), la maggior parte dei decessi si verifica durante la fase di allevamento iniziale; il 77,2% delle perdite, indipendentemente dal gruppo sperimentale, è stato rilevato nella prima metà della prova. Il peso vivo medio degli avannotti, al termine della prova, è risultato statisticamente non diverso per i due mangimi utilizzati, anche se il gruppo N ha raggiunto un valore lievemente superiore al gruppo T ($3,60 \pm 0,12$ g *vs* $3,44 \pm 0,09$ g); la sua valenza, tuttavia è solo indicativa a causa del differente sviluppo dei fenomeni cannibalistici nei due gruppi sperimentali (perdite più elevate tra i soggetti di taglia inferiore; apporto alimentare supplementare fornito dalle prede; graduale modificazione delle densità di allevamento). Le notevoli differenze di incremento della biomassa, pertanto, sono da imputare principalmente alla diversa mortalità riscontrata nei due gruppi sperimentali (Tab.1). Anche l'indice di trasformazione alimentare indica una certa superiorità del mangime di nuova introduzione rispetto a quello tradizionale (1.36 *vs* 1.52); per una conferma sul piano statistico occorrerebbe, tuttavia, uno studio più specifico. Se tale tendenza fosse confermata, potrebbe essere imputata ad una ottimizzazione dei consumi reali (minime perdite durante la distribuzione alimentare).

Conclusioni

Nella fase successiva allo svezzamento i mangimi dotati di una colorazione rosso aranciata, analoga a quella dei microparticolati utilizzati nella fase larvale, vengono meglio accettati dagli avannotti determinando l'instaurarsi di equilibri sociali più stabili. Ne consegue una riduzione del cannibalismo e il raggiungimento di una biomassa sensibilmente superiore. Quanto riscontrato, tuttavia, va riferito all'effetto del trattamento differenziante nel suo insieme e meriterebbe approfondimenti di natura multidisciplinare. Anche la trasferibilità in allevamento troverebbe forti limiti applicativi se non si utilizzassero materie prime alternative a basso costo.

Bibliografia

CAGNETTA P., ZEZZA L., BONGERMINO L. (1995) - Indagine preliminare sulla mortalità della spigola (*Dicentrarcus labrax* L.) nelle prime fasi di allevamento. Incidenza dell'aggressività intraspecifica. *Atti XI Congresso Nazionale A.S.P.A.*, **11**: 39-40.

BARNABE G., BOULINEAU-COATANEA F., RENE F. (1976) - Cronologie de la morphogenèse chez le loup ou bar *Dicentrarchus labrax* (L.) (Pisces, Serranidae) obtenu par reproduction artificielle. *Aquaculture*, **8**: 351-363.

FERNANDEZ-DIAZ C., PASCUAL E., YUFERA M. (1994) - Feeding behaviour and prey size selection of gilthead seabream, *Sparus aurata,* larvae fed on inert and live food. *Marine Biology*, **118**: 323-328.

KOLKOVSKI S., TANDLER A. (1995) - Visual and olfactory stimuli are determining factors in the stimulation of microdiet ingestion in gilthead seabream *Sparua aurata* larvae. In: P. Lavens, E. Jasper, J. Roelants (eds), *Fish & Shellfish Larviculture Symposium,* Larvi '95, Gent Belgium: 289-292.

MACKIE A.M., MITCHELL A.I. (1985) - Identification of gustatory feeding stimulants for fish-applications in aquaculture. In: C.B. Cowen, A.M. Mackie and J.G. Bell (eds), *Nutrition and feeding in fish*, Academy Press, London: 177-188.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 614-617

D. Campioni, T. Zaccarini, A. Micciarelli Sbrenna, G. Sbrenna

Dipartimento di Biologia, Università di Ferrara, Via Borsari 46 - 44100 Ferrara, Italia.

PATTERNS ELETTROFORETICI DELLE PROTEINE GANGLIARI DI DUE BIVALVI *SCAPHARCA INAEQUIVALVIS* (ARCIDAE) E *TAPES PHILIPPINARUM* (VENEROIDA) NEL CORSO DELLA MATURAZIONE GONADICA

ELECTROPHORETIC PATTERNS OF GANGLIAR PROTEINS FROM TWO BIVALVES, SCAPHARCA INAEQUIVALVIS *(ARCIDAE) AND* TAPES PHILIPPINARUM *(VENEROIDA) DURING GONADAL MATURATION*

Abstract

The SDS-PAGE analysis of total proteins extracted from cerebral, visceral and pedal ganglia of Scapharca inaequivalvis *and* Tapes philippinarum *during the stages of gonadal maturation revealed different band patterns. The analysis of these band patterns suggests a close correlation between changes in neural proteins and morphological modifications of the gonads.*

Key-words: *gangliar proteins, SDS-PAGE,* Tapes, Scapharca.

Introduzione

Nei Bivalvi non è stato ancora possibile individuare con certezza i fattori endogeni che controllano il ciclo riproduttivo. Esperimenti di ablazione gangliare e colture *in vitro* (Lubet, 1990) hanno fornito risultati contrastanti e di difficile interpretazione. Sembra tuttavia che i gangli viscerali giuochino un ruolo importante nel normale sviluppo delle cellule sessuali, mentre i cerebrali sarebbero implicati nella maturazione e nel rilascio dei gameti (Lubet e Mathieu, 1990).

In due specie di bivalvi, *Scapharca inaequivalvis* e *Tapes philippinarum*, nostri studi al MO. e al M.E. (Campioni *et al.*, 1994) hanno evidenziato a livello gonadico cambiamenti morfologici ciclici in corrispondenza delle varie fasi maturative (inattività, attività, maturità e emissione) come pure una stretta correlazione tra tali cambiamenti e le variazioni stagionali (Sbrenna e Campioni, 1994).

Recentemente abbiamo iniziato a studiare il sistema nervoso di queste due specie allo scopo di chiarire quale ruolo esso svolga nella regolazione del ciclo di sviluppo e nell'alternarsi dei processi di gametogenesi (Campioni *et al.*, 1997).

Materiali e metodi

Gli esemplari di *S. inaequivalvis* e di *T. philippinarum* sono stati raccolti mensilmente, dal giugno 1996 all'agosto 1997, nella Sacca di Scardovari e nella Sacca del Canarin (Delta del Po). Mediante dissezione allo stereomicroscopio, agli animali (30 per specie) mantenuti a 4°C sono state prelevate le gonadi, per valutarne lo stadio di maturazione mediante osservazioni di microscopia ottica ed elettronica, e i gangli nervosi (cerebro-pleurali,viscerali e pedali). Questi ultimi sono stati subito trasferiti a -80°C e successivamente processati per la determi-

nazione della concentrazione proteica con il metodo di Lowry (Lowry *et al.*, 1951) e per l'analisi elettroforetica. Per la preparazione del gel è stato usato il sistema SDS-PAGE (con gel di poliacrilamide al 14%) e la colorazione è stata effettuata con Blu Comassie. I dendrogrammi, basati sui coefficienti di similarità (Ferguson, 1980) ottenuti dalla analisi delle elettroforesi, sono stati costruiti usando UPGMA.

Risultati

Lo studio delle proteine gangliari ha evidenziato che il numero di bande totali, chiaramente identificabili, sono rispettivamante 23 per *Scapharca* e 26 per *Tapes* (Fig. 1). Dalle varie corse elettroforetiche è emerso che alcune bande sono caratteristiche di una specie, in particolare per *Scapharca* le bande 17, 18, 21, 22, 23 e per *Tapes* le bande 13, 14, 15, 25, 26. È da sottolineare tuttavia che mentre *Scapharca* ha le varie proteine pressochè regolarmente distribuite sulla quasi totalità della corsia elettroforetica, *Tapes* presenta circa ¾ delle bande proteiche localizzate prima della proteina di riferimento 45 kDa (proteina di riferimento: ovalbumina).

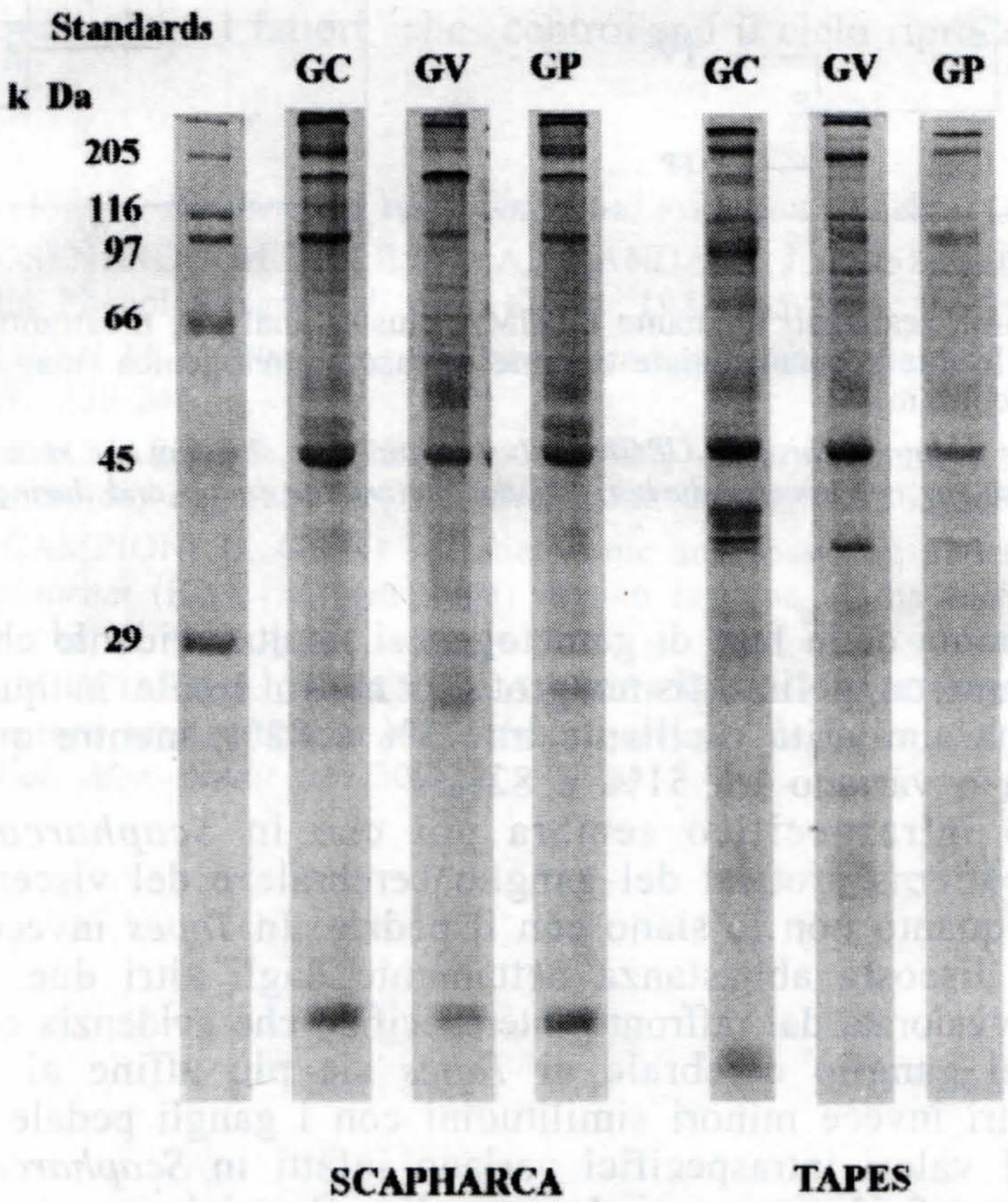


Fig. 1 - Comparazione delle proteine gangliari dei due bivalvi durante la fase gametogenica. (GC = ganglio cerebrale; GV = ganglio viscerale; GP = ganglio pedale)
Comparison of the gangliar proteins of the two bivalves during gonadal maturation. (GC = cerebral ganglion; GV = visceral ganglion; GP = pedal ganglion)

Al disotto di questa regione *T. philippinarum* presenta tre gruppi di proteine tra loro nettamente separati: 5 proteine nella regione dei 29 kDa, due proteine più leggere di 14 kDa ed infine una proteina di basso peso molecolare.

Le osservazioni hanno inoltre evidenziato che le differenze qualitative più sostanziali tra le varie fasi maturative delle due specie si hanno nella regione dei bassi pesi molecolari, al di sotto dei 20 kDa (proteina di riferimento: tripsinogeno).

Dai coefficienti di similarità dei tre gangli, relativi sia alle proteine espresse durante la fase di gametogenesi sia alle proteine della fase di inattività, sono stati ricavati due dendrogrammi (Fig. 2).

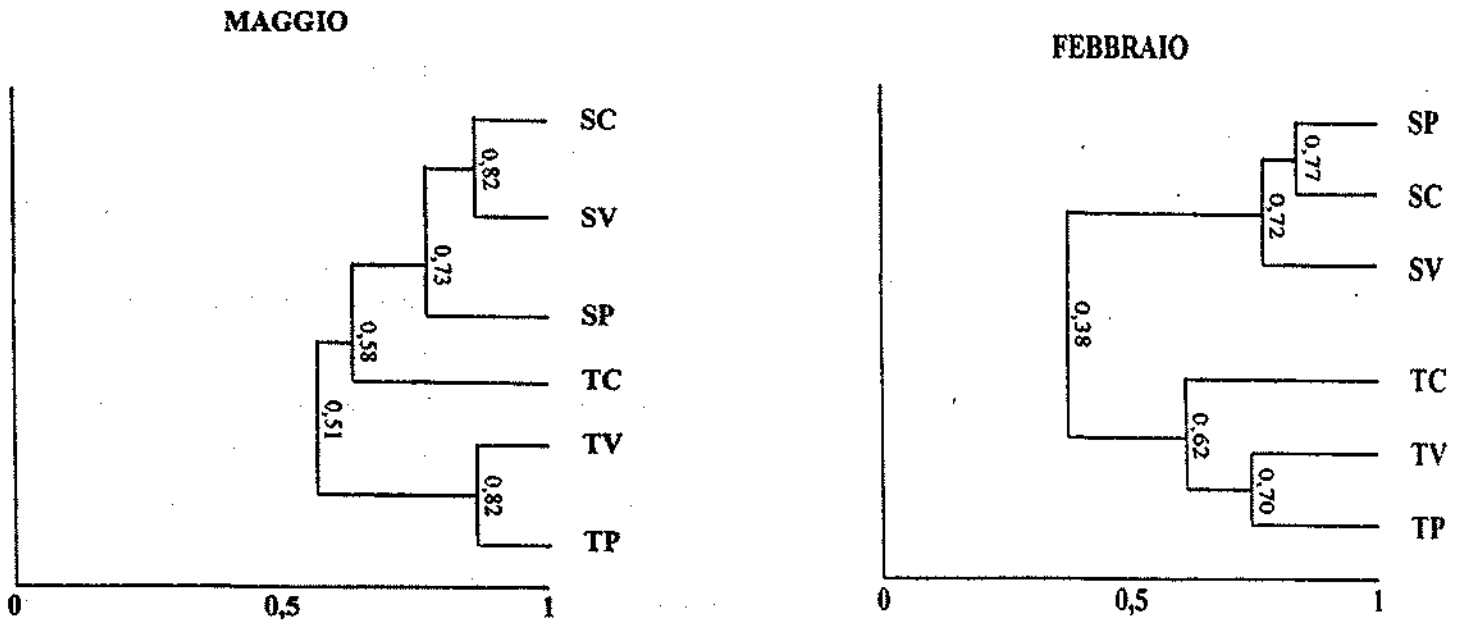


Fig. 2 - Dendrogrammi, realizzati mediante UPGMA cluster analysis, mostranti le relazioni tra i gangli delle due specie studiate durante la fase gametogenica (maggio) e la fase di inattività (febbraio).

Dendrograms obtained through UPGMA cluster analysis, showing the relationships between the ganglia of the two species during gonadal maturation (may) and during inactivity phase (february).

Dal dendrogramma della fase di gametogenesi risulta evidente che i tre gangli di *Scapharca* hanno un polimorfismo proteico molto simile in quanto formano un cluster con una similarità oscillante tra 73% e 82%, mentre quelli di *Tapes* sono meno simili e variano tra 51% e 82%.

Dal raffronto intraspecifico sembra poi che in *Scapharca,* durante la gametogenesi, i patterns proteici del ganglio cerebrale e del viscerale siano più simili tra loro di quanto non lo siano con il pedale. In *Tapes* invece è il ganglio cerebrale che si discosta abbastanza nettamente dagli altri due. Quest'ultima differenza viene avvalorata dal raffronto interspecifico che evidenzia come il pattern elettroforetico del ganglio cerebrale di *Tapes* sia più affine ai tre gangli di *Scapharca* e mostri invece minori similitudini con i gangli pedale e viscerale a cui è connesso. I valori intraspecifici variano infatti in *Scapharca* da 0,82 tra cerebrale/viscerale e 0,73 tra questi due gangli e il pedale, mentre in *Tapes* si passa da una similitudine di 0,82 tra viscerale/pedale a 0,51 tra questa coppia e il cerebrale.

Durante la fase di inattività (Fig. 2) sono stati ottenuti risultati diversi dai precedenti che testimoniano come la produzione di proteine specifiche sia bassa

durante il periodo invernale. Il dendrogramma evidenzia infatti due clusters nettamente dissimili (Cs = 0,38) con relativi gangli separati in percentuale rispettivamente da solo 5 e 8 punti.

Conclusioni

I risultati fin qui ottenuti ci hanno permesso di evidenziare differenze nei patterns elettroforetici non solo tra i gangli delle due specie studiate, *S. inaequivalvis* e *T. philippinarum*, ma anche tra i gangli della stessa specie. Queste diversità, che si accentuano nel corso della maturazione gonadica, farebbero supporre che i patterns proteici ottenuti siano strettamente correlati ai cambiamenti morfologici che si verificano in corrispondenza delle varie fasi maturative della gonade (Campioni *et al.*, 1994).

È stato inoltre possibile evidenziare, in alcuni gangli, proteine a basso peso molecolare che potrebbero corrispondere a molecole implicate nella regolazione gonadica. Tale specificità tissutale potrebbe essere riconducibile a una diversa espressione genica nelle varie fasi del ciclo di attività gonadica. Quest'ultima ipotesi tuttavia dovrà essere supportata da ulteriori ricerche, per evidenziare quali espressioni proteiche siano strettamente correlate con il ciclo gonadico.

L'insieme di queste conoscenze fornirà ulteriori contributi che aiuteranno a comprendere quali siano i fattori che controllano il ciclo riproduttivo dei Bivalvi.

Bibliografia

FERGUSON A. (1980) - *Biochemical systematics and evolution*. Blackie, Glasgow and London.

LOWRY H., ROSENBROUGH J., LEWIS A., RANDALL J. (1951) - Protein mesaurement with the Folin Phenol Reagent. *J. Biol. Chem.* **193:** 265-275.

LUBET P., MATHIEU M. (1990) - Les regulations endocriniennes chez les mollusques bivalves. *Ann. Biol.* **29:** 235-246.

CAMPIONI D., ZACCARINI T., SBRENNA G. (1994) - Riproduzione di *Tapes philippinarum* (Bivalvia: Veneroida) nel delta del Po. *Biol. Mar. Medit.*, **1**: 365-366.

SBRENNA G., CAMPIONI D. (1994) - Gametogenic and spawning patterns of Manila clams *Tapes philippinarum* (Bivalvia: Veneroida) in two lagoons of the river Po delta, Italy. *J. Shellfish Res.*, **13**: 37-46.

CAMPIONI D., MICCIARELLI SBRENNA A., BOLOGNANI FANTIN A. (1997) - Localizzazione di neuroni serotoninergici nel sistema nervoso di *Tapes philippinarum* (Bivalvia: Veneroida) *Biol. Mar. Medit.*, **4**: 309-311.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 618-620

S. Canese, F. Barbato, F. Moretti, G. Schino, L. Palla

ENEA Inn/Bioag-Pan,Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria, Roma, Italia.

CORRELAZIONE TRA LA MOTILITÀ E LA FERTILITÀ DELLO SPERMA CRIOCONSERVATO DI *SPARUS AURATA* (L.)

CORRELATION BETWEEN MOTILITY AND FERTILITY OF SPARUS AURATA *(L.) CRYOPRESERVED SPERM*

Abstract

This study reports on the correlation between post-thaw motility and fertility in 11 samples of Sparus aurata *sperm cryopreserved according to different protocols and stored in liquid nitrogen for different periods. Statistical analysis showed a significant positive correlation between post-thaw motility and fertility of* S. aurata *cryopreserved sperm.*

Key-words: Sparus aurata, *seabream, sperm cryopreservation, artificial fertilization.*

Introduzione

L'efficacia dei protocolli di crioconservazione del seme può essere valutata attraverso prove che permettono di quantificare parametri quali motilità e fertilità del seme stesso dopo il suo scongelamento ed attivazione con acqua di mare. La fertilità è in assoluto il parametro più attendibile ma, al tempo stesso, il più impegnativo da valutare a causa dell'aleatorietà nel reperimento di oociti adatti per la fecondazione artificiale (Gwo *et al.*, 1991) e dei tempi richiesti per la schiusa. Le misure di motilità possono essere invece condotte in tempi contenuti su un elevato numero di campioni, indipendentemente dalla disponibilità di oociti.

Con questo lavoro si è voluto indagare sulle possibili correlazioni tra valori di motilità e fertilità in sperma di *Sparus aurata* crioconservato secondo protocolli consolidati, al fine di contribuire ad una migliore interpretazione dei risultati di motilità dopo lo scongelamento quali indici dell'efficacia dei protocolli di crioconservazione.

Materiali e metodi

I campioni di sperma sottoposti a crioconservazione (n=11) sono stati raccolti da individui (lunghezza totale 31,4 ± 1,8 cm; peso 579 ± 102 g; media ± errore standard) stabulati in un impianto a ricircolo che utilizza acqua di mare e mantenuti su ghiaccio fino al momento del trattamento. Gli stessi sono stati uniti a DMSO ed NaCl 1% rispettivamente secondo i rapporti in volume 10:15:75; alcuni sono stati aliquotati in paillettes e congelati secondo il protocollo descritto da Canese *et al.* (1998), altri sono stati aliquotati in vials e congelati secondo il protocollo descritto da Barbato *et al.* (1998). Lo stoccaggio in azoto liquido ha avuto durate differenti per i differenti campioni: 1, 13, 24 e 36 mesi. Lo scongelamento è stato effettuato in bagno termostatato a 28°C, in 20" per le paillettes ed in 120" per le vials. La motilità di ogni campione scongelato è stata valutata al microscopio ottico secondo una scala arbitraria (0-10) ottenuta suddividendo in

due ulteriori sottoclassi ciascuna delle 5 classi di motilità definite da Chambeyron e Zohar (1990). Tale valutazione è stata effettuata in duplicato ed in tempi diversi dopo l'attivazione con acqua di mare: 0", 30", 60", 120", 180", 240", 300". Per le prove di fertilità è stato prelevato mediante catetere un unico lotto di oociti da un esemplare sottoposto a trattamento ormonale intramuscolare a base di un agonista a lento rilascio del GnRH. Tale trattamento ormonale è stato eseguito a seguito di biopsia gonadica (Francescon *et al.*, 1992) attestante la presenza di oociti postvitellogenici (559 ± 5 µm). La fecondazione artificiale è stata effettuata in duplicato, per ogni campione di sperma crioconservato e per il controllo con sperma fresco. In tutti i casi a lotti di 147 µl di oociti è stato aggiunto il seme e 2,4 ml di acqua di mare, osservando un tempo di contatto dei gameti pari a 3 min. Il seme, proveniente da campioni con diverse concentrazioni di spermatozoi, è stato aggiunto in quantità tali da assicurare una densità di inseminazione omogenea per tutti i lotti di oociti. L'incubazione è stata condotta, in condizioni di areazione moderata, all'interno di beakers da 0,6 l riempiti con 0,5 l di acqua di mare filtrata e sterilizzata. Le percentuali di embrionatura (embrioni+larve schiuse/totale oociti) sono state determinate dopo 71-73 h di incubazione a 16,8°C.

Risultati e discussione

I valori della motilità a tempi diversi dopo l'attivazione con acqua di mare dei campioni di seme scongelato e del campione fresco di controllo sono riportati nella Tabella 1, insieme alle percentuali di embrionatura conseguite. Il numero di oociti contenuti nei lotti utilizzati per la fecondazione artificiale è risultato pari a 188 ± 3; la densità di inseminazione è stata pari a 259000 ± 7000 spermatozoi/oocita.

Tab. 1 - Motilità e fertilità (percentuale di embrionatura) dei campioni di sperma.
Motility and fertility rate (percentage of embryos) of sperm samples.

Campione	Motilità dello sperma a tempi diversi dopo l'attivazione (medie di due valutazioni)								Fertilità
	0"	30"	60"	120"	180"	240"	300"	media	
1	4,0	2,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	1,2	11,8
2	4,0	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	0,0	1,3	13,3
3	8,0	4,0	2,5	1,5	1,0	1,0	0,5	2,6	87,2
4	8,0	6,0	3,0	1,5	1,0	1,0	0,0	2,9	86,9
5	10,0	7,5	3,5	2,0	1,0	1,0	1,0	3,7	77,2
6	9,5	6,5	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5	3,9	91,8
7	10,0	8,0	4,0	2,0	2,0	1,5	0,5	4,0	80,7
8	9,5	8,5	5,0	2,0	1,5	1,0	1,0	4,1	87,7
9	10,0	10,0	4,5	3,0	2,0	2,0	1,5	4,7	93,9
10	10,0	10,0	6,0	3,0	2,5	2,0	2,0	5,1	91,2
11	10,0	9,5	7,5	4,5	3,0	2,0	2,0	5,5	85,3
Contr. fresco	10,0	9,0	6,0	4,0	3,0	2,0	2,0	5,1	91,9

Tra i campioni trattati, le motilità rilevate a diversi tempi di osservazione sono risultate fra loro altamente correlate ($0{,}701 < r < 0{,}935$; sempre $p < 0{,}02$). Ciò ha permesso di calcolare per ciascun campione un valore medio di motilità da

utilizzare per la ricerca della eventuale correlazione con la fertilità. L'analisi statistica (coefficiente di correlazione di Pearson) ha evidenziato in 6 casi su 7 l'esistenza di una correlazione positiva significativa tra la motilità dopo attivazione e la fertilità dello sperma crioconservato, sia utilizzando separatamente i valori di motilità in tempi diversi ($0,591 < r < 0,929$; $0,0001 < p < 0,056$), sia, come illustrato in Figura 1, utilizzando il valore medio degli stessi ($r = 0,816$; $p < 0,003$). Tale correlazione dipende in larga parte dai bassi valori di fertilità osservati nei due campioni aventi motilità media inferiore a 1,5. Nei 9 campioni con motilità media superiore a 2,5, infatti, la fertilità non risulta significativamente correlata con la motilità media ($r = 0,225$; n.s.), ma è pressochè costante. Ciò indica l'esistenza di un probabile effetto soglia intorno al valore di motilità medio pari a 2, che si manifesta alla densità di inseminazione utilizzata nel presente lavoro ed è meritevole di ulteriori indagini. La fertilità, infine, non risulta significativamente correlata né con la concentrazione del DMSO ($r = 0,355$; n.s.), né con la concentrazione del diluente (NaCl 1%; $r = 0,356$; n.s.), né con la durata dello stoccaggio dei campioni in azoto liquido ($r = 0,466$; n.s.).

Bibliografia

BARBATO F., CANESE S., MORETTI F., MISITI S. (1998) - Sviluppo di metodiche affidabili per la crioconservazione dello sperma di teleostei marini di interesse economico. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 894-903.

CANESE S., BARBATO F., MORETTI F., MISITI S., LACONI F., RANA K. (1998) - Crioconservazione dello sperma di *Sparus aurata* e valutazioni preliminari di fertilità. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 481-483.

CHAMBEYRON F., ZOHAR Y. (1990) - A diluent for sperm cryopreservation of gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Aquaculture,* **90**: 345-352.

FRANCESCON A., BARBARO A., BELVEDERE P., BOZZATO G., CAVALLONI B., CARDELLINI E., ANTONINI G.F. (1992) - Rapida determinazione in vivo dello stadio di maturazione ovarica nell'orata (*Sparus aurata* L.). *Riv. Ital. Acquacol.,* **27**: 45-54.

GWO J.-C., STRAWN K., LONGNECKER M.T., ARNOLD C.R. (1991) - Cryopreservation of Atlantic croaker spermatozoa. *Aquaculture,* **94**: 355-375.

Lavoro eseguito con un contributo del Ministero per le Risorse Agricole, Alimentari e Forestali nell'ambito del IV Piano Triennale per la Pesca e l'Acquacoltura.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 621-623

G. Caruso, L. Genovese

Istituto Sperimentale Talassografico C.N.R., Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

OSSERVAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE DI ENZIMI DIGESTIVI IN DIFFERENTI SPECIE DI SPARIDI

OBSERVATIONS ON THE DISTRIBUTION OF THE DIGESTIVE ENZYMES IN VARIOUS SPECIES OF SPARIDS

Abstract

The nature and distribution of digestive enzymes in three fish species of the genus Pagellus *(Pisces, Sparidae) have been investigated in order to optimize nutritional protocols. From data obtained,* P. acarne *and* P. erythrinus *seem to be the most suitable species able to grow on a dry diet, whilst* P. bogaraveo *shows a low digestive capability.*

Key-words: *Digestion, enzymes,* Pagellus acarne, Pagellus bogaraveo, Pagellus erythrinus.

Introduzione

Le specie del genere *Pagellus* (*P. acarne, P. bogaraveo, P. erythrinus* - Pisces, Sparidae), ampiamente diffuse in Mediterraneo (Orsi Relini *et al.*, 1983), presentano caratteristiche biologiche che le differenziano (Larraneta, 1964; Tortonese, 1975; Krug, 1990). Dato l'interesse ad esse rivolto quali "nuove" specie per diversificare le produzioni in acquacoltura, è stata effettuata una ricerca preliminare allo scopo di definirne il corredo enzimatico ed ottenere dati fondamentali per ottimizzare le pratiche di allevamento intensivo di tali specie.

Materiali e metodi

Nel corso di prove di accrescimento condotte presso l'impianto di acquacoltura dell'Istituto Talassografico, gruppi di 5 esemplari di *Pagellus acarne, P. erythrinus* e *P. bogaraveo* (peso medio 200 ± 19 g) di origine selvatica, allevati ad una densità di 9 kg/m^3 ed alimentati *ad libitum* con estruso (Hendrix), venivano sacrificati a digiuno ed i loro tratti digerenti suddivisi in stomaco, intestino e ciechi pilorici. La determinazione del contenuto in amilasi, lipasi, elastasi, leucin aminopeptidasi (LAP) e proteasi totali veniva condotta secondo i metodi descritti in dettaglio da Genovese *et al.* (1995); come controllo, veniva saggiato anche un campione dell'alimento somministrato. Le singole attività enzimatiche venivano espresse in termini di attività specifiche, essendo riferite al contenuto proteico dell'estratto, stimato secondo Lowry *et al.* (1961).

Risultati

Non sono state osservate variazioni intraspecifiche riguardo alla distribuzione degli enzimi a livello dei vari organi. Sono emerse invece differenze fra i patterns enzimatici delle tre specie, riportati in Tab. 1. Nei ciechi pilorici delle specie *P. acarne* e *P. bogaraveo* è stata riscontrata mediamente la maggiore quantità di enzimi, in particolare di amilasi e LAP, mentre nell'intestino di *P. acarne* e *P.*

erythrinus è stato rilevato un più elevato contenuto medio di lipasi. Lo stomaco risulta caratterizzato da alti valori medi di elastasi nelle specie *P. bogaraveo* e *P. erythrinus,* e di proteasi in *P. acarne.*

Dai livelli di attività ottenuti in questa indagine preliminare, *P. acarne* sembrerebbe la specie maggiormente provvista di enzimi digestivi proteolitici (LAP e proteasi) che la renderebbero capace di assimilare anche diete fresche. Un corredo enzimatico ricco di amilasi e lipasi e quindi più adattato al tipo di mangime somministrato, contenente un'elevata percentuale di lipidi, presenterebbe *P. erythrinus*, che grazie anche al buon contenuto di proteasi sarebbe capace di crescere ugualmente bene su mangime fresco. *P. bogaraveo* mostrerebbe invece valori enzimatici mediamente molto ridotti e ciò si tradurrebbe in tempi di assorbimento e di digestione più lunghi ed in una minore efficienza di crescita su una dieta secca, in accordo a quanto in precedenza osservato da Greco *et al.* (1989).

Tab. 1 - Valori medi (± deviazione standard, n = 3 determinazioni) di enzimi digestivi riscontrati nelle tre specie esaminate (in grassetto sono riportati i valori massimi).
Mean values (± standard deviation, n = 3 replicates) of digestive enzymes found in the three species examined (the maximum values are in bold).

Amilasi (U/mg proteina)

	Stomaco	Ciechi pilorici	Intestino
P. acarne	6.50±0.20	14.07±0.41	12.46±0.50
P.bogaraveo	0.05±0.02	1.00±0.02	0.21±0.02
P.erythrinus	**34.06**±1.47	16.58±0.91	20.05±1.60

Lipasi (U/mg proteina)

		Ciechi pilorici	Intestino
P. acarne		8.12±1.08	9.89±2.31
P.bogaraveo		4.16±1.41	2.98±0.14
P.erythrinus		9.84±0.21	**12.53**±0.28

LAP (U/mg proteina)

	Stomaco	Ciechi pilorici	Intestino
P. acarne	26.17±1.08	**66.79**±3.40	29.02±0.91
P.bogaraveo	0.80±0.09	7.03±2.94	1.31±0.07
P.erythrinus	15.43±1.32	13.67±2.88	25.18±1.44

Elastasi (U/mg proteina)

	Stomaco	Ciechi pilorici	Intestino
P. acarne	0.67±0.02	2.77±0.01	2.06±0.03
P.bogaraveo	**8.21**±0.93	2.20±0.28	2.80±0.89
P.erythrinus	2.50±0.27	0.54±0.33	1.41±0.16

Proteasi (mg/ml omogenato)

	Stomaco	Ciechi pilorici	Intestino
P. acarne	**8.60**±0.27	6.99±0.35	7.05±0.43
P.bogaraveo	0.79±0.12	4.20±0.36	5.96±0.18
P.erythrinus	1.74±0.40	5.99±0.08	7.37±0.02

Discussione

L'indagine ha permesso di acquisire informazioni di base sulle potenzialità digestive di alcuni esemplari di Sparidi che possono essere utilizzate come supporto per la scelta di un tipo di alimentazione più rapidamente assimilabile perchè maggiormente idoneo per formulazione. Ulteriori ricerche condotte in tal senso porteranno alla definizione di protocolli nutrizionali più adeguati alle reali necessità fisiologiche delle specie. Il risvolto pratico di queste conoscenze potrebbe essere la programmazione più razionale degli intervalli di somministrazione degli alimenti con effetti di minore impatto dell'intensivo sull'ambiente.

Bibliografia

GENOVESE L., PATTI F., CARUSO G. (1995) - Studies of the digestive cycle in the amberjack *Seriola dumerilii* (Risso 1810) in intensive rearing. *Oebalia*, **21**: 5-15.

GRECO S., CAVALIERE A., LO PARO G., MANGANARO A., STURNIOLO G., CARIDI D. (1989) - Effetti di diete bilanciate nell'allevamento intensivo di *Pagellus bogaraveo* (Rovello). *Oebalia*, **15** (2): 637-344.

KRUG H.M. (1990) - The Azorean blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768)(Teleostei, Sparidae). Reproductive cycle, hermaphrodism, maturity and fecundity. *Cybium*, **14** (2): 151-159.

LARRANETA M.G. (1964) - Sobre la biologia de *Pagellus erythrinus* (L.) especialmente de las costas de Castellòn. *Inv. Pesq.*, **27**: 121-146.

LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L., RANDALL R.J. (1961) - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265-275.

ORSI RELINI L., RELINI G., ROMEO G., TUNESI L. (1983) - Reclutamento e primo accrescimento degli Sparidi del genere *Pagellus* sui fondi strascicabili costieri del Mar Ligure. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 489-501.

TORTONESE E. (1975) - *Fauna d'Italia. Osteichthyes (Pesci ossei)*. Volume II. Calderini, Bologna: 97-102.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 624-627

L.A. CHESSA, A. PAIS, F. MURA, M. SCARDI*, S. SERRA

Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari,
Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.
*Dipartimento di Zoologia dell'Università di Bari.

PROVE DI RIPRODUZIONE INDOTTA E DI ALIMENTAZIONE IN *ANEMONIA SULCATA* (PENNANT)

INDUCED REPRODUCTION AND FEEDING OF ANEMONIA SULCATA *(PENNANT)*

Abstract

Two kind of experiments were performed with the Mediterranean sea anemone Anemonia sulcata *(Cnidaria, Anthozoa). During the 1st, four different methods of incision were tested. In the 2nd experiment the speed of ingestion of feed was assessed in specimens that underwent two different kind of incision in comparison to the controls.*

Key-words: *sea anemone, Anthozoa,* Anemonia sulcata, *reproduction, feeding.*

Introduzione

È noto come alcune specie di Celenterati possano riprodursi sia per via asessuale che sessuale: *Anemonia sulcata* è una di queste. Per quanto concerne la modalità asessuale, questa specie attua la scissione longitudinale, che è comunque il processo di gran lunga più comune per l'intero *phylum* di appartenenza (Grassè, 1987). La scissione genera due individui, di taglia più o meno uguale, capaci di alimentarsi già nel corso del processo o alla sua fine e di recuperare, in breve tempo, tutte le normali funzioni vitali.

Le abitudini alimentari di tre specie di anemoni di mare mediterranei tra cui anche *Anemonia sulcata* (= *Anemonia viridis*) sono state studiate in dettaglio da Chintiroglou e Koukouras (1992). Tali Autori hanno osservato che *A. sulcata* preferisce soprattutto i crostacei anche se si tratta di specie opportunistica e quindi onnivora.

Partendo da queste considerazioni abbiamo effettuato due distinti esperimenti: 1) prove di scissione indotta con metodiche differenti; 2) prove di alimentazione sui diversi lotti di *Anemonia* così ottenuti. Il primo esperimento è valso innanzitutto a testare la capacità di sopravvivenza della specie alla manipolazione e la tecnica di scissione più adatta. Il secondo aveva lo scopo di valutare se gli esemplari trattati, quelli ove cioè era stata attuata o indotta la scissione, avrebbero subito, a causa dello stress, danni tali da comportare una certa incapacità nella presa ed assunzione del cibo.

Materiali e metodi

Circa 200 esemplari di *Anemonia sulcata* raccolti in mare sono stati sistemati in una vasca da 2500 litri installata all'interno di un impianto a circuito chiuso dotato di filtro biologico, pompe e tubi U.V. La vasca era costantemente illuminata da tubi al neon e l'ambiente era climaticamente controllato e condizionato

ad una temperatura di 16°C. Dopo un periodo di stabulazione, sono state effettuate prove di scissione su un totale di 24 esemplari, secondo i piani longitudinale e trasversale. Sono state testate 4 modalità: 1) scissione con bisturi; 2) induzione meccanica alla scissione mediante filo di nylon; 3) idem c.s. ma con filo di cotone; 4) idem c.s. ma con filo da sutura chirurgica.

Nel secondo esperimento sono stati registrati i tempi di inglobamento di porzioni uniformi di cibo costituito da filetti di *Atherina boyeri*. Allo scopo ci si è avvalsi di 50 attinie derivanti da sezionamento con bisturi, 50 attinie derivanti da scissione con filo di nylon e 50 attinie di controllo. Per ogni lotto sperimentale sono state effettuate 8 repliche/individuo. Per queste prove le singole attinie sono state collocate in altrettante celle di gabbiette in legno e materiale plastico.

La particolare natura dei dati ha suggerito elaborazioni basate sulla statistica non parametrica: a tal fine sono stati utilizzati sia il test di Kruskal-Wallis (1952) sia il test della mediana.

Risultati e discussione

Le valutazioni sui risultati dell'induzione alla scissione sono state effettuate constatando visivamente lo stato degli esemplari trattati. Il metodo di taglio più idoneo è risultato quello longitudinale con bisturi: infatti solo in questo caso tutti gli esemplari trattati riuscivano in brevissimo tempo a rimarginare la ferita e dimostravano notevole vitalità. Per quanto concerne le prove di alimentazione, il confronto effettuato esclusivamente tra i sopravvissuti dei tre lotti sperimentali (controllo e divisione mediante filo di nylon e bisturi, rispettivamente) ha fornito risultati non del tutto concordanti per ciò che riguarda il test di Kruskal-Wallis ed il test della mediana. Nel primo caso, infatti, è stata nettamente rigettata l'ipotesi nulla di identità delle mediane dei tre lotti ($H = 14{,}38619$, $p = 0{,}0008$, g.l. = 2, $N = 996$), mentre nel secondo caso lo scarto delle frequenze osservate dall'attesa non è risultato significativo, sia pure per un margine abbastanza ridotto ($\chi^2 = 4{,}319867$, $p = 0{,}1153$, g.l .= 2).

È interessante notare, in quest'ultimo caso, come i tempi di inglobamento più rapidi (al di sotto della mediana) siano stati più frequenti dell'attesa nel solo lotto composto da esemplari divisi con il bisturi (Tab. 1).

La discrepanza, sia pure marginale, fra il risultato dei due test può essere spiegata sulla base della non stazionarietà della variabile considerata, cioè dei tempi di inglobamento. Per verificare l'eventuale esistenza di un trend nell'insieme delle repliche disponibili per i tre lotti, è stata presa in considerazione la regressione dei tempi di inglobamento contro il tempo, espresso come giorni dall'inizio delle prove di alimentazione di ciascun lotto.

Il risultato è sintetizzato nella Fig. 1 in cui sono mostrati, affiancati lungo l'asse delle ascisse che rappresenta una misura relativa del tempo in giorni, gli andamenti relativi ai tre lotti esaminati. Le rette di regressione ottenute sono tutte di pendenza negativa, a testimonianza di una tendenza generale alla diminuzione del tempo di inglobamento man mano che le prove venivano reiterate. Soltanto per i due lotti relativi ad esemplari divisi artificialmente, però, il coefficiente di regressione è risultato significativamente diverso dallo zero, a testimonianza di un trend negativo più marcato.

Tab. 1 - La tavola di contingenza utilizzata per il test della mediana mostra le frequenze osservate ed attese dei casi al di sopra ed al di sotto della mediana comune ai tre campioni, nonché gli scarti fra valori osservati ed attesi.

The contingency table that has been used for the median test shows the observed and expected frequencies of cases above and below the common median as well as the differences between them.

	Controllo	**Bisturi**	**Filo**	Totale
<=mediana				
Osservati	192	195	112	499
Attesi	200.4016	179.3594	119.2390	
Scarto	*-8.4016*	*15.6406*	*-7.2390*	
>mediana				
Osservati	208	163	126	497
Attesi	199.5984	178.6406	118.7610	
Scarto	*8.4016*	*-15.6406*	*7.2390*	
Totale	400	358	238	996

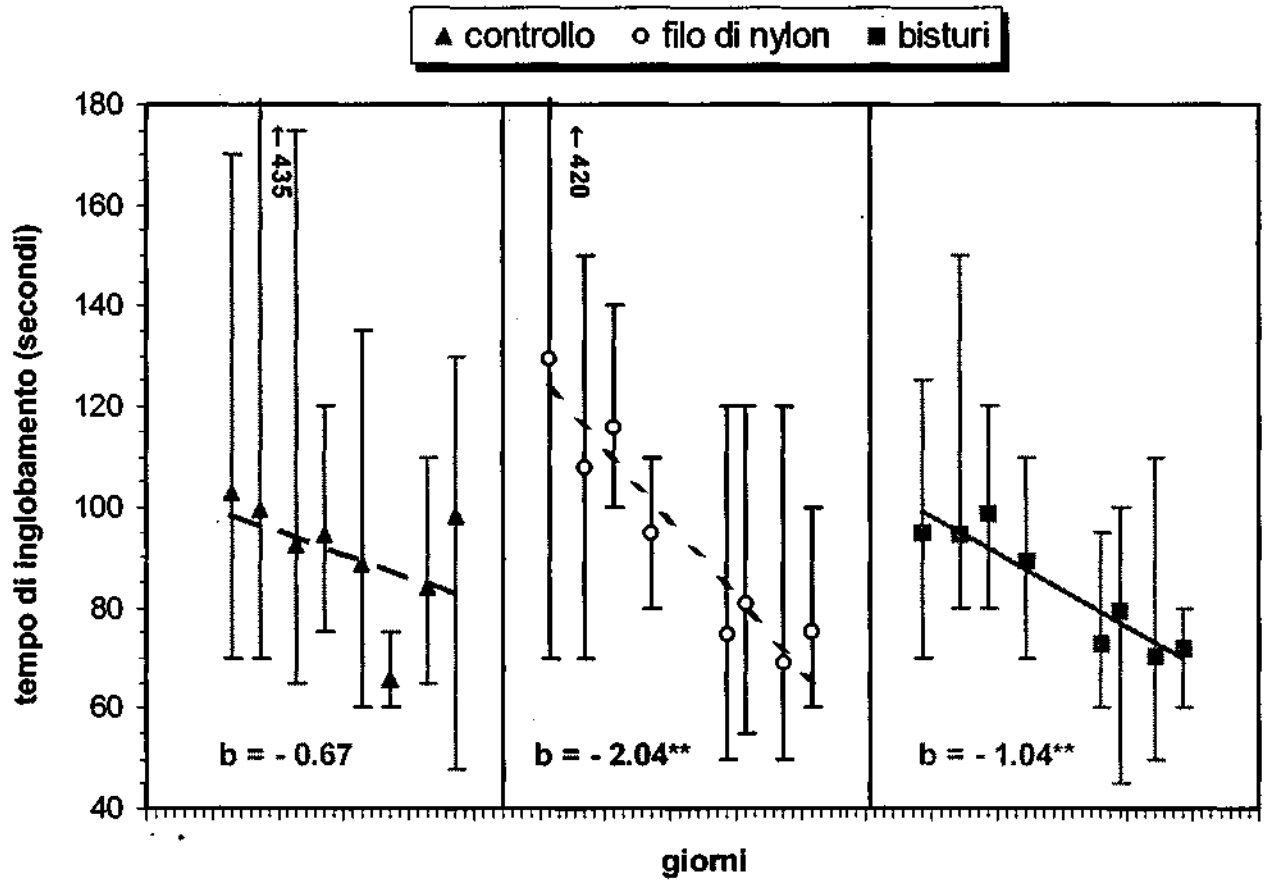


Fig. 1 - Regressione lineare del tempo di inglobamento contro il tempo espresso come giorni trascorsi dalla prima prova di alimentazione. Le barre verticali indicano l'intervallo di variazione dei lotti sperimentali per ciascuna replica del test.

Linear regression of ingestion time against time (as elapsed days since the first feeding test). The vertical bars show the range of the experimental groups at each test replicate.

Conclusioni

I risultati ottenuti indicano che gli esemplari sottoposti a divisione artificiale, soprattutto se effettuata mediante bisturi, presentano tempi di inglobamento significativamente inferiori rispetto a quelli registrati in individui di controllo (test di Kruskal-Wallis). Inoltre, è stata osservata una progressiva diminuzione dei tempi di inglobamento nel corso delle prove. Si può ipotizzare che questa tendenza (non significativa negli individui di controllo) sia legata all'adattamento delle attinie alle condizioni dell'ambiente sperimentale. Negli individui sottoposti a divisione artificiale questi effetti si sarebbero pertanto sommati a quelli del recupero funzionale che segue la divisione artificiale. In quest'ultimo caso la divisione a mezzo bisturi sembra aver prodotto un più rapido ripristino delle funzioni vitali.

Ringraziamenti

Si ringrazia il signor Gesumino Spanu per la collaborazione prestata nell'ambito della ricerca.

Bibliografia

CHINTIROGLOU C., KOUKOURAS A. (1992) - The feeding habits of tree Mediterranean sea anemon species, *Anemonia viridis* (Forskål), *Actinia equina* (Linnaeus) and *Cereus pedunculatus* (Pennant). *Helgoländer Meeresunters.*, **46**: 53-68.

GRASSÉ P. (1987) - *Traité de zoologie.* Masson, C., Paris, Vol. II, 3: 322-349.

KRUSKAL W.H., WALLIS W.A. (1952) - Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, **47**: 583-621.

Lavoro eseguito con contributo MURST 60%

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 628-630

A. FABBROCINI, S. RISPOLI, S. LUBRANO LAVADERA, G. SANSONE

Dipartimento di Fisiologia Generale e Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.

EFFETTI DI SOLUZIONI CRIOPROTETTIVE SULLA MOTILITÀ DI SPERMATOZOI DI SARAGO (*DIPLODUS PUNTAZZO* CETTI, 1777)

EFFECTS OF CRYOPROTECTANT SOLUTIONS ON MOTILITY OF SHARPSNOUT SEABREAM (DIPLODUS PUNTAZZO *CETTI, 1777) SPERMATOZOA*

Abstract

The effects on sharpsnout seabream (D. puntazzo) *spermatozoa motility of various cryoprotective solutions containing DMSO, glycerol, ethylene glycol, propylene glycol and methanol in concentrations between 5-15% were evaluated. DMSO and propylene glycol and ethylene glycol (5,10%) showed the less toxic effect on spermatozoa motility.*

Key-words: *cryoprotectants, sharpsnout seabream,* Diplodus puntazzo, *spermatozoa.*

Introduzione

Tra i numerosi fattori che influenzano il successo di una procedura di criopreservazione è fondamentale l'equilibrio tra la biotossicità del crioprotettivo e la sua capacità di protezione della cellula da criopreservare (Chao *et al.*, 1997). Il tipo di crioprotettivo utilizzato e l'adattamento delle cellule ad esso, dunque, sono essenziali per il successo di una metodica di crioconservazione (Lahnsteiner *et al.*, 1996). Questo lavoro è un'indagine preliminare prevista nell'ambito di un più ampio studio teso alla messa a punto di protocolli per il congelamento di spermatozoi di organismi acquatici. Scopo del presente lavoro è la valutazione degli effetti di vari crioprotettivi, a varie concentrazioni e tempi di esposizione a temperatura ambiente, sulla motilità degli spermatozoi di sarago (*D. puntazzo*). La motilità degli spermatozoi nel caso delle specie acquatiche, infatti, correlata alla fertilità (Lahnsteiner *et al.*, 1996; Leveroni Calvi *et al.*, 1993, 1994).

Materiali e metodi

Il seme veniva prelevato per spremitura addominale da 50 maschi di sarago maturi allevati presso l'Azienda Ittica Ugento (Le), riunito in pool e trasportato entro 6h in laboratorio a freddo (0°C). I campioni contaminati da feci o urine erano scartati. Il seme veniva attivato mediante diluizione 1:100 con H_2O_{mare} a temperatura ambiente (26°C); la motilità era valutata secondo una tabella basata sulle percentuali di spermatozoi mobili e la qualità del loro movimento (Sansone *et al.*, 1998). Sulla base delle esperienze precedenti (Sansone *et al.*, 1998), venivano testati i seguenti crioprotettivi nelle seguenti concentrazioni: dimetilsulfossido-DMSO (5-7-10-15%), glicole etilenico-EG (7-10-14%), glicole propilenico-PG (7-10-14%), glicerolo (7-10%), metanolo (5-10%). Il seme veniva diluito 1:6 con NaCl 1% contenente i crioprotettivi ed incubato a 26°C per 30'. La motilità veniva valutata dopo 2', 10', 20' e 30' di esposizione al

crioprotettivo. I controlli erano costituiti da seme non diluito (controllo 1) e da seme diluito nel solo NaCl (controllo 2), incubati nelle stesse condizioni e per gli stessi tempi di quello esposto ai crioprotettivi. L'analisi era condotta su dati relativi alla valutazione della motilità effettuata da più operatori su riprese videoregistrate. I dati espressi sono la media di cinque esperimenti, ciascuno condotto in triplicato.

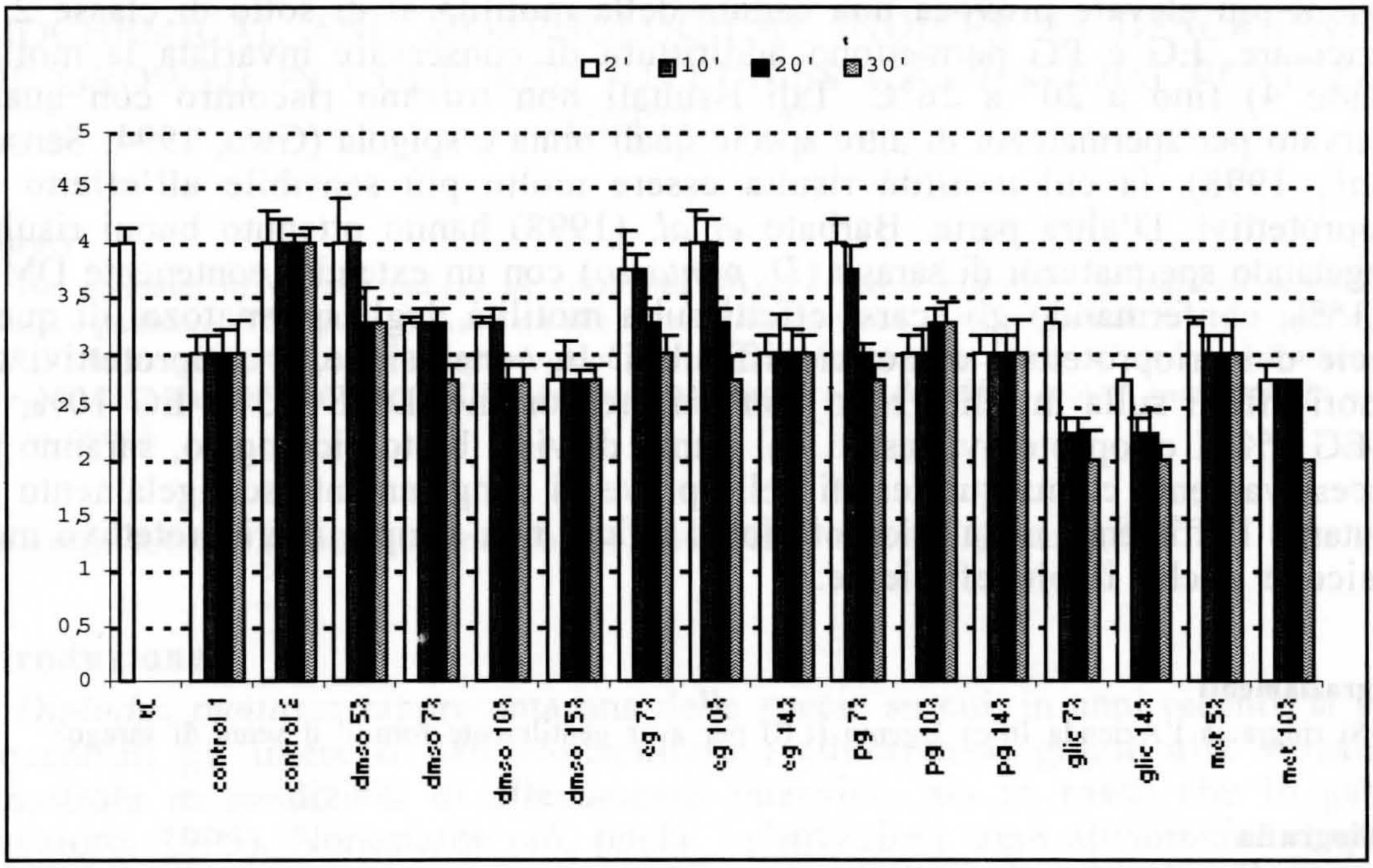


Fig. 1 - Motilità ± s.d. (espressa in classi) di spermatozoi esposti a varie concentrazioni di crioprotettivi per 2', 10', 20' e 30' (controllo 1 = seme non diluito; controllo 2 = seme diluito in NaCl 1% in rapporto 1:6).

Motility score ± s.d. (expressed in classes) of spermatozoa exposed to the various cryoprotectants for 2', 10', 20' and 30' (control 1 = undiluted semen; control 2 = semen diluted in NaCl 1% in the ratio 1:6).

Risultati

Come rappresentato in figura 1, nel seme non diluito (controllo 1), dopo un iniziale calo, la motilità è rimasta costante (classe 3) per tutti i tempi di esposizione, anche se ha presentato un calo rispetto al prelievo; nel seme diluito in NaCl(controllo 2), invece, la motilità è rimasta praticamente invariata fino a 30'. Il DMSO, in tutte le concentrazioni testate, ha permesso di mantenere una motilità intorno a classe 3 per tutto il tempo di incubazione. Nei campioni esposti ad EG e PG in concentrazioni non superiori al 10% la motilità scendeva a classe 3 solo dopo 20' di esposizione, mantenendosi poi costante fino al termine del periodo di esposizione; una concentrazione maggiore dei due crioprotettivi (14%) provocava un'iniziale discesa della motilità a classe 3, senza ulteriori variazioni anche dopo 30'. Il glicerolo, in entrambe le concentrazioni testate, provocava un calo

della motilità a classe 2 dopo 20' di esposizione, senza ulteriori variazioni anche dopo 30'. Il metanolo 5% ha permesso di mantenere una motilità intorno a classe 3 per tutto il tempo di incubazione, mentre ad una concentrazione maggiore (10%), dopo 30', la motilità è scesa a classe 2.

Discussione e conclusioni

Dall'analisi dei risultati i vari crioprotettivi testati sembrano non avere evidenti effetti dannosi sulla motilità; infatti solo l'esposizione per 30' alle concentrazioni più elevate provoca una caduta della motilità al di sotto di classe 2. In particolare, EG e PG permettono addirittura di conservare invariata la motilità (classe 4) fino a 20' a 26°C. Tali risultati non trovano riscontro con quanto osservato per spermatozoi di altre specie quali orata e spigola (Gwo, 1994; Sansone *et al.*, 1998), la cui motilità risulta essere molto più sensibile all'effetto dei crioprotettivi. D'altra parte, Barbato *et al.* (1998) hanno ottenuto buoni risultati congelando spermatozoi di sarago (*D. puntazzo*) con un extender contenente DMSO 10,15%, confermando gli scarsi effetti sulla motilità degli spermatozoi di questa specie dei crioprotettivi osmotici diffusibili. In conclusione, i crioprotettivi con minori effetti sulla motilità sono risultati, nell'ordine, DMSO 5%, EG 10%, PG ed EG 7%. I crioprotettivi testati dal punto di vista biotossicologico, saranno poi successivamente comunque testati nelle prove di congelamento/scongelamento per valutarne l'efficienza nella crioprotezione: infatti, non sempre il crioprotettivo meno tossico è anche il più efficiente.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Azienda Ittica Ugento (LE) per aver gentilmente fornito il seme di sarago.

Bibliografia

BARBATO F., CANESE S., MORETTI F., MISITI S. (1998) - Sviluppo di metodiche affidabili per la crioconservazione dello sperma di teleostei marini di interesse economico. *Biol. Mar. Medit.* **5:** 894-903.

CHAO N.H., LIN T.T., CHEN Y.J., HSU H.W., LIAO I.C. (1997) - Cryopreservation of late embryos and early larvae in the oyster and hard clam. *Aquacult.* **155:** 31-44.

GWO J.C. (1994) - Cryopreservation of yellowfin seabream (*A. latus*) spermatozoa (teleost, perciformes, sparides). *Theriog.* **41:** 989-1004.

LAHNSTEINER F., BERGER B., WIESMANN T., PATZNER R. (1996) - The influence of various cryoprotectants on semen quality of the rainbow trout (*O. mykiss*) before and after cryopreservation. *J. Appl. Ichthyol.*, **112** (2): 99-106.

LEVERONI CALVI S., ZOCCARATO I., GASCO L., ANDRIONE A. (1993) - Effetto del diluitore e delle modalità di congelamento e scongelamento sulla motilità del seme crioconservato di carpa (*Cyprinus carpio* L.). *Riv. Ital. Acquacolt.*, **28**: 187-195.

LEVERONI CALVI S., ZOCCARATO I., GASCO L., ANDRIONE A. (1994) - Effetto dell'aggiunta di trealosio e/o albumina e della concentrazione di metanolo sulla motilità del seme crioconservato di carpa (*Cyprinus carpio* L.). *Riv. Ital. Acquacolt.*, **29**: 45-51.

SANSONE G., FABBROCINI A., LUBRANO LAVADERA S., PALAZZO M., RISPOLI S., ZULLO A., MATASSINO D. (1998) - Criocongelamento di seme di pesci e molluschi. *Biol. Mar. Medit.* **5:** 904-913.

Lavoro eseguito con contributo CNR PF Biotecnologico.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 631-633

L. Lopiano, E. Favaloro

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18
90123 Palermo, Italia.

INDICI BIOCHIMICI E MORFOLOGICI COME DESCRITTORI DELLA CRESCITA IN GIOVANILI ALLEVATI DI *DIPLODUS PUNTAZZO* (CETTI, 1777)

BIOCHEMICAL AND MORPHOLOGICAL INDICES AS DESCRIPTORS OF GROWTH IN CULTURED JUVENILES OF *DIPLODUS PUNTAZZO* (CETTI, 1777)

Abstract

The potential of various indices as correlates of growth was examined in cultured juveniles of Diplodus puntazzo. *The study focused on the correlation between specific growth rate for wet weight (SGR_W) and length (SGR_L) and morphological and biochemical indices. Liver RNA concentration, and the ratio RNA:protein and Protein:DNA in liver and muscle best described growth rates both in weight and in length.*

Key-words: *RNA:DNA ratio, condition factor, growth rate,* Diplodus puntazzo.

Introduzione

Diplodus puntazzo rappresenta una delle specie su cui, in anni recenti, si sono concentrati gli interessi dell'acquacultura mediterranea, grazie alla versatilità dimostrata in condizioni di allevamento intensivo, sia in vasca che in gabbia (Favaloro, 1999). Nonostante ciò, poche informazioni sono attualmente disponibili su quelli che possono essere considerati i migliori descrittori della crescita e dello stato nutrizionale di tale specie. Tra gli indici più utilizzati nello studio dei tassi di crescita dei pesci ritroviamo indici morfologici, come l'indice epatosomatico, HSI (Jensen, 1979) e il fattore relativo di condizione, K_n, (Le Cren, 1951) ed indici biochimici, basati sulle concentrazioni tissutali di proteine e di acidi nucleici e sui rapporti tra questi. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di verificare quali, tra tali indici, siano i più adeguati a descrivere la crescita e lo stato nutrizionale di questa specie.

Materiali e metodi

Gli esemplari di *Diplodus puntazzo*, (n = 200) provenienti da un'avannotteria siciliana, furono prelevati mensilmente a partire dai 70 giorni fino ai 200 giorni di età. Subito dopo la cattura, furono immediatamente uccisi in ghiaccio e su di essi sono stati rilevati le lunghezze totale e standard (mm), il peso umido totale (mg); dopo dissezione si sono, inoltre, determinati i pesi (mg) umido, secco ed e delle ceneri sia del fegato che di una porzione di muscolo dorsale. Per ogni classe di età, un subcampione di fegato e muscolo venne utilizzato per le analisi biochimiche. Il contenuto in proteine (μg mg^{-1} di materia organica) fu determinato secondo la metodica di Hartree (1971), l'RNA ed il DNA totali (μg mg^{-1} di materia organica) secondo la metodica di Buckley e Bulow (1987). Sono stati

calcolati l'indice epatosomatico, HSI, (Jensen, 1979), il fattore relativo di condizione, K_n, (Le Cren, 1951), il contenuto in proteine, in RNA ed in DNA, i rapporti RNA:DNA, RNA:proteine e proteine:DNA ed infine, le correlazioni fra i tassi specifici di accrescimento in peso (SGR_W) e lunghezza (SGR_L) e ciascuno degli indici morfologici e biochimici considerati.

Tab. 1 - Coefficienti della regressione lineare fra SGR_W o SGR_L e gli indici biochimici e morfologici. r = coefficiente di correlazione; p = livello di significatività; N = numero di individui di *Diplodus puntazzo*.

Linear regression coefficients between SGR_W or SGR_L and biochemical and morphological indices; r = correlation coefficient; p = significance level; N = number of specimens of Diplodus puntazzo.

INDICI BIOCHIMICI E MORFOLOGICI		COEFFICIENTI DI REGRESSIONE				
		a ± s.d.	**b ± s.d.**	**r**	**p**	**N**
Y = SGR_W						
Muscolo	Proteine	3.03 ± 0.06	-0.09 ± 0.02	-0.52	<0.001	39
	RNA	0.51 ± 0.09	0.10 ± 0.03	0.52	<0.01	29
	DNA	0.15 ± 0.07	0.06 ± 0.03	0.42	<0.05	29
	RNA:proteine	0.29 ± 0.14	0.26 ± 0.05	0.70	<0.001	28
	RNA:DNA	0.24 ± 0.09	0.08 ± 0.04	0.40	<0.05	30
	Proteine:DNA	0.04 ± 0.11	-0.21 ± 0.04	-0.69	<0.001	53
Fegato	Proteine	2.41 ± 0.05	0.07 ±0.02	0.42	<0.01	20
	RNA	0.49 ± 0.10	0.25 ± 0.04	0.85	<0.001	18
	DNA	-0.57 ±0.45	0.35 ± 0.16	0.49	<0.05	18
	RNA:proteine	0.92 ± 0.09	0.23 ± 0.03	0.86	<0.001	20
	Proteine:DNA	0.64 ± 0.48	-0.50 ± 0.16	-0.62	<0.01	17
	K_n	0.18 ± 0.02	-0.06 ± 0.01	-0.54	<0.001	200
	HSI	1.08 ± 0.05	-0.23 ± 0.02	-0.76	<0.001	135
Y = SGR_L						
Muscolo	Proteine	3.22 ± 0.09	-0.22 ± 0.05	-0.62	<0.001	35
	RNA	0.44 ± 0.12	0.18 ± 0.06	0.48	<0.01	29
	DNA	0.10 ± 0.09	0.11 ± 0.05	0.39	<0.05	29
	RNA:proteine	0.006 ± 0.2	0.50 ± 0.10	0.70	<0.001	26
	RNA:DNA	0.12 ± 0.13	0.17 ± 0.07	0.45	<0.05	28
	Proteine:DNA	0.04 ± 0.11	-0.21 ± 0.04	-0.69	<0.001	28
Fegato	Proteine	2.36 ± 0.07	0.12 ± 0.04	0.40	<0.01	53
	RNA	0.53 ± 0.13	0.34 ± 0.06	0.79	<0.001	18
	DNA	-0.85 ± 0.51	0.64 ± 0.25	0.54	<0.05	18
	RNA:proteine	0.80 ± 0.11	0.39 ± 0.06	0.85	<0.001	20
	Proteine:DNA	0.97 ± 0.50	-0.88 ± 0.26	-0.66	<0.01	17
	K_n	0.19 ± 0.02	-0.09 ± 0.01	-0.49	<0.001	200
	HSI	1.22 ± 0.06	-0.39 ± 0.03	-0.76	<0.001	135

Risultati

Dall'analisi della correlazione fra SGR_W e gli indici biochimici, i migliori descrittori sono risultati essere la concentrazione epatica di RNA ($r = 0,85$; $p < 0,001$), i rapporti RNA:proteine ($r = 0,86$; $p < 0,001$) e proteine:DNA nel fegato ($r = -0,62$; $p = 0,01$), i rapporti RNA:proteine ($r = 0,70$; $p < 0,001$) e proteine:DNA nel muscolo ($r = -0,69$; $p < 0,001$). Analoghe correlazioni sono state evidenziate tra SGR_L e indici biochimici del fegato e del muscolo (Tab. 1). Tra gli indici morfologici, l'indice epato-somatico risulta essere correlato negativamente con i tassi di accrescimento sia in lunghezza che in peso ($r = –0,76$; $p < 0,001$).

Discussione e conclusioni

I migliori descrittori dei tassi di accrescimento in giovanili allevati di *D. puntazzo* sono risultati sia la concentrazione epatica di RNA che il rapporto RNA:proteine nel fegato e nel muscolo. Ciò sembrerebbe dimostrare che, in questa specie, a più alti tassi di accrescimento corrispondono non solo maggiori concentrazioni tissutali di RNA ma anche un'aumentata capacità ribosomale di sintesi proteica. I nostri risultati sono in accordo con quanto riportato da Carter *et al.* (1993). La correlazione negativa tra l'indice epato-somatico e i tassi di accrescimento, può essere giustificata da un incremento delle riserve lipidiche in quest'organo (Lopiano *et al.*, 1998). Ciò è inoltre confermato dalla correlazione negativa tra l'HSI e le concentrazioni epatiche di acidi nucleici. Contrariamente a quanto riportato in letteratura (Bulow, 1987), il rapporto RNA:DNA non si è rivelato, per quanto riguarda la nostra specie, un buon descrittore dei tassi di crescita. Infine, nel *D. puntazzo* il fegato più che il muscolo, sembra essere il tessuto più sensibile alle variazioni dei tassi di accrescimento.

Bibliografia

BUCKLEY L.J., BULOW F.J. (1987) - Techniques for the estimation of RNA, DNA, and protein in fish. In: Summerfelt R.C., Hall G.E. (eds.), *The Age and Growth of Fish*, The Iowa State University Press, Ames, Iowa: 345-354.

BULOW F.J. (1987) - RNA-DNA ratios as indicators of growth in fish: a review. In: Summerfelt R.C., Hall G.E. (eds.), *Age and Growth in Fish*, The Iowa State University Press, Ames, Iowa: 45-64.

CARTER C.G., HOULIHAN D.F., BUCHANAN B., MITCHELL A.I. (1993) - Protein-nitrogen flux and protein growth efficiency of individual Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Fish Physiol. Biochem.*, **12**: 305-315.

FAVALORO E. (1999) - *Analisi morfometrica e studio delle anomalie scheletriche in* Diplodus puntazzo *(Sparidae: Cetti, 1777): prove comparate fra diverse tipologie di allevamento.* Tesi di Dottorato in Scienze Ambientali XI Ciclo Università di Messina: 200 pp.

HARTREE E.F. (1971) - Determination of protein: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response. *Anal. Biochem.*, **48**: 422-427.

JENSEN A.J. (1979) - Energy content analysis from weight and liver index measurements of immature pollack (*Pollachius virens*). *J. Fish. Res. Bd Canad.*, **36**: 1207-1213.

LE CREN E.D. (1951) - The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, **20**: 201-219.

LOPIANO L., FAVALORO E., MAZZOLA A. (1998) - RNA:DNA ratio, protein content and nutritional indices in wild and cultured juveniles of *Diplodus puntazzo*: comparison between growth rates and metabolic state. *33° International Symposium on New Species for Mediterranean Aquaculture p. 255-261. Editors: G. Enne e G.F. Greppi Elsevier della Società Italiana per il Progresso della Zootecnica Alghero 23-24 Aprile 1998.*

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 634-636

L. Mariniello, M. Ortis, P. Ippoliti, S. D'Amelio, L. Paggi

Istituto di Parassitologia, Università di Roma "La Sapienza",
P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, Italia.

LA PARASSITOFAUNA DI *SPARUS AURATA* IN GABBIE GALLEGGIANTI ED IN POPOLAZIONI SELVATICHE DELLA LAGUNA DI FERAXI (SARDEGNA)

PARASITES OF CAGE-CULTURED AND WILD POPULATIONS OF SPARUS AURATA *IN THE FERAXI LAGOON (SARDINIA)*

Abstract

Data on the parasite fauna of cage-cultured and wild populations of Sparus aurata *(Osteichthyes, Sparidae) from a Sardinian coastal lagoon are reported. The species found were as follows: MONOGENEA:* Furnestinia echeneis, Sparicotyle chrysophrii*; DIGENEA:* Monorchis monorchis, Lepocreadium pegorchis, Allopodocotyle pedicellatum, Macvicaria maillardi, Macvicaria obovata*; NEMATODA:* Contracaecum *sp. larva. Monogeneans were recovered both in cage-cultured and wild fish hosts, while digeneans and nematodes were recovered in wild fish only.*

Key-words: Sparus aurata, *sea bream, metazoan parasites, aquaculture, Sardinia.*

Introduzione

Vengono presentati i primi risultati ottenuti nel corso di una ricerca sulla parassitofauna di *Sparus aurata* (Osteichthyes, Sparidae) condotta nell'ambito del programma di ricerca dal titolo: "Valutazione dell'impatto degli allevamenti ittici in gabbie galleggianti sulla trasmissione di parassitosi". L'obiettivo del presente studio era quello di valutare i fattori naturali e quelli dovuti all'azione dell'uomo nella determinazione della struttura delle comunità parassitarie nelle popolazioni selvatiche ed in condizioni di allevamento.

Materiale e metodi

La ricerca è stata condotta su esemplari allevati in gabbie galleggianti nella laguna costiera salmastra di Feraxi (Ca) e su popolazioni selvatiche pescate mediante lavorieri nella stessa località. I risultati ottenuti, relativi alle prime fasi della ricerca, si riferiscono a due campionamenti, uno effettuato nelle gabbie e uno nei lavorieri.

I parametri epizoologici di prevalenza, abbondanza ed intensità media sono stati calcolati secondo le definizioni di Bush *et al.* (1997). I parametri p ($p = s^2 / x$) e $k = x^2 / (s^2 - x)$, dove s = varianza e x = media, sono stati utilizzati come descrittori della distribuzione binomiale negativa.

Risultati e conclusioni

Le specie evidenziate sono le seguenti: MONOGENEA: *Furnestinia echeneis* e *Sparicotyle chrysophrii;* DIGENEA: *Monorchis monorchis*, *Lepocreadium pegorchis, Allopodocotyle pedicellatum, Macvicaria maillardi* e *Macvicaria obovata*; NEMATODA: *Contracaecum* sp. larva.

Sebbene tra i parassiti dell'orata siano descritte alcune specie di acantocefali e di crostacei, queste non sono state reperite nel corso dei campionamenti effettuati. I valori di prevalenza, abbondanza ed intensità media delle specie reperite sono riportate in Tab. 1.

I monogenei sono stati reperiti in entrambi i campionamenti con differenze nei parametri epizoologici statisticamente non significative. Sono risultate piuttosto rare le infestazioni simultanee sulla stessa branchia, mentre più spesso *S. chrysophrii* e *F. echeneis* occupavano in maniera differenziata l'arcata branchiale destra o quella sinistra oppure erano presenti in infestazioni unispecifiche sui singoli esemplari ospiti. Fenomeni di competizione interspecifica e di suddivisione di nicchia sono stati frequentemente descritti tra i monogenei (Euzet e Sanfilippo, 1983). Entrambe le specie hanno presentato una marcata preferenza per il secondo e il terzo arco branchiale.

I digenei rappresentano una ricca e diversificata componente della parassitofauna delle orate selvatiche, mentre non sono stati reperiti nelle orate allevate in gabbia. I digenei, essendo parassiti eteroxeni, necessitano per il compimento del loro ciclo biologico di invertebrati che fungono da ospiti intermedi e pertanto habitat naturali, caratterizzati da ricchezza di specie e complessità di interazioni biocenotiche, favoriscono il compiersi dei cicli biologici di questi parassiti (D'Amelio e Gerasi, 1997). L'assenza di digenei nelle orate allevate è da mettere in relazione con l'alimentazione artificiale ad esse somministrata. Per quanto riguarda le due specie del genere *Macvicaria* i parametri epizoologici vengono cumulati insieme in quanto molti degli esemplari reperiti, non avendo raggiunto una completa maturazione, non presentavano i caratteri morfologici diagnostici tra le due specie evidenziati da Bartoli *et al.* (1989).

L'elevato grado di aggregazione o sopradispersione evidenziato per tutte le specie reperite (Tab. 2) suggerisce una notevole stabilità nelle interazioni parassita-ospite (Anderson e May, 1978).

Tab. 1 - Valori di prevalenza (P), abbondanza (A) ed intensità media (I) delle specie parassite reperite nelle orate allevate e selvatiche.
Values of prevalence (P), abundance (A) and mean intensity (I) of parasite species on cultured and wild sea bream.

	allevate			selvatiche			
Specie	P	A	I	P	A	I	*p*
Furnestinia echeneis	0.67	2.23	3.35	0.57	1.43	2.53	0.69
Sparicotyle chrysophrii	0.57	1.03	1.83	0.57	1.43	2.17	0.92
Monorchis monorchis				0.13	3.43	25.35	
Lepocreadium pegorchis				0.13	0.30	2.25	
Allopodocotyle pedicellatum				0.30	0.63	2.11	
Macvicaria spp.				0.63	3.36	5.33	
Contracaecum sp. larvae				0.03	0.03	1.00	

Tab. 2 - Parametri delle distribuzioni binomiali negative delle specie reperite nelle orate allevate e selvatiche.

Parameters of the negative binomial distributions of parasite species on cultured and wild sea bream.

Specie	p	*k*
Furnestinia echeneis (gabbia)	4.15	0.69
Sparicotyle chrysophrii (gabbia)	1.63	1.62
Furnestinia echeneis (selv.)	2.82	0.78
Sparicotyle chrysophrii (selv.)	1.88	1.39
Monorchis monorchis	87.5	0.03
Lepocreadium pegorchis	4.17	0.09
Allopodocotyle pedicellatum	2.12	0.56
Macvicaria spp.	30.3	0.08

Bibliografia

ANDERSON R.M., MAY R.M. (1978) - Regulation and stability of host-parasite interactions. I. Regulatory processes. *J. Anim. Ecol.*, **47**: 219-247.

BARTOLI P., BRAY R.A., GIBSON D.I. (1989) - The Opecoelidae (Digenea) of sparid fishes of the western Mediterranean. III. *Macvicaria* Gibson & Bray, 1982. *Syst. Parasitol.*, **13**: 167-192.

BUSH A.O., LAFFERTY K.D., LOTZ J.M., SCHOSTAK A.W. (1997) - Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J. Parasitol.*, **83**: 575-583.

D'AMELIO S., GERASI L. (1997) - Evaluation of environmental deterioration by analysing fish parasite biodiversity and community structure. *Parassitologia,* **39** (3): 237-241.

EUZET L., SANFILIPPO D. (1983) - *Ligophorus parvicirrus* n.sp. (Monogenea, Ancyrocephalidae) parasite de *Liza ramada* (Risso, 1826) (Teleostei, Mugilidae). *Annls. Parasit. hum. comp.*, **58** (4): 325-335.

Ricerca condotta con il contributo del Ministero per le Politiche Agricole.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 637-640

B. Savona, C. Tramati, G. Sarà

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo,
Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.

ANDAMENTO TEMPORALE DELLE ATTIVITÀ DIGESTIVE IN *DIPLODUS PUNTAZZO* (CETTI, 1777)

TEMPORAL CHANGES IN DIGESTIVE ACTIVITIES OF DIPLODUS PUNTAZZO *(CETTI, 1777)*

Abstract

Changes in digestive activities of Diplodus puntazzo *(Pisces, Sparidae) at specific time intervals after feeding are reported. Pepsin activity in the stomach contents showed a maximum at 6 h and 30 min after feeding. In gut contents pancreatic proteases (trypsin and chymotrypsin) reached a peak at 4 h after feeding, whilst a-amylase and lipase activities at 6 h and 30 min after feeding. Unfed fish showed no significant changes in digestive enzyme activities.*

Key-words: *Sharpsnout seabream,* Diplodus puntazzo, *digestive enzymes.*

Introduzione

Gli studi sulla nutrizione delle specie ittiche d'allevamento sono orientati per lo più verso la formulazione di mangimi bilanciati che, sulla base della conoscenza delle abitudini naturali delle specie, mirano a soddisfare le loro specifiche richieste nutrizionali (Escaffre *et al.*, 1997).

Nelle pratiche di allevamento intensivo la somministrazione dell'alimento, in termini quantitativi, viene spesso effettuata senza un'esatta conoscenza delle capacità digestive della specie e dei suoi ritmi biologici. Contributi utili alla soluzione di questi problemi possono venire dallo studio dei tempi della digestione. In particolare, lo studio della risposta degli enzimi digestivi in seguito all'ingestione dell'alimento, può permettere di comprendere l'esatta relazione tra i tempi dei processi digestivi e la frequenza di somministrazione dell'alimento (Uys *et al.*, 1987; Genovese *et al.*, 1995). Lo scopo del presente lavoro è stato quello di evidenziare in *Diplodus puntazzo* sia la sequenza temporale dei processi digestivi, sia l'eventuale presenza di ritmi digestivi giornalieri, che decorrono indipendentemente dall'ingestione dell'alimento.

Materiali e metodi

Giovanili di *Diplodus puntazzo* di 277 giorni di età (n = 80; SL = 79,1 ± 6,1 mm; WW = 14,4 ± 3,6 g), stabulati presso un impianto di acquacoltura siciliano, sono stati suddivisi in due gruppi ed alimentati per 20 giorni con pellettato secco (2-3 % del peso corporeo).

Prima dell'esperimento gli animali di entrambi i gruppi sono stati mantenuti a digiuno per 24 ore, per permettere il completo svuotamento del canale alimentare; quindi è stato raccolto un primo campione di 6 pesci. Successivamente i pesci di un gruppo sono stati alimentati *ad libitum* mentre quelli dell'altro gruppo sono stati mantenuti digiuni. Seguendo lo schema proposto da Uys *et al.* (1987),

sono stati raccolti da entrambi i gruppi campioni di 6 pesci a diversi intervalli di tempo dal pasto (1 h; 2 h e 30 min; 4 h; 6 h e 30 min; 10 h). La preparazione degli estratti enzimatici è stata eseguita secondo quanto riportato da Savona (1998).

Le diverse attività enzimatiche sono state valutate con metodiche spettrofotometriche specifiche (Tab. 1) e tutte le analisi sono state effettuate in triplicato. I risultati sono stati riferiti ad una quantità di 100 ml di estratto enzimatico.

Tab. 1 - Attività enzimatiche studiate e relative condizioni analitiche.
Enzymatic activities detected and relative analytical conditions

Enzima	Regione	Substrato	pH	Unità di attività (U)
Pepsina	Stomaco	Emoglobina	2,0	$0{,}001\Delta Abs_{280}\ min^{-1}mg^{-1}$ di proteine
Tripsina	Intestino	TAME	8,1	$0{,}001\Delta Abs_{247}\ min^{-1}mg^{-1}$ di proteine
Chimotripsina	Intestino	BTEE	7,8	$0{,}001\Delta Abs_{256}\ min^{-1}mg^{-1}$ di proteine
α-Amilasi	Intestino	Amido	6,9	$0{,}001\Delta Abs_{540}\ min^{-1}mg^{-1}$ di proteine
Lipasi	Intestino	Olio d'oliva	8,0	µl di NaOH 0,05 N / mg di proteine

Risultati e discussioni

Tutte le attività enzimatiche hanno mostrato, negli animali alimentati, un andamento significativamente crescente nel tempo (K-Wallis $p < 0{,}05$); nel controllo, invece, le differenze tra i livelli di attività nel tempo non sono risultate significative (K-Wallis $pT > 0{,}05$) (Fig. 1). Sono, inoltre, state evidenziate differenze significative nei livelli di attività enzimatica tra i due gruppi (K–Wallis $p < 0{,}05$).

L'attività della proteasi pepsina, misurata nei contenuti gastrici, ha raggiunto un picco dopo 6 ore e 30 min dal pasto (3839 ± 175 U) per poi decrescere successivamente. Questi risultati sono in accordo con quelli rilevati da Lopiano *et al.* (1998), studiando i tempi dello svuotamento gastrico in *Diplodus puntazzo*. Applicando un modello di tipo esponenziale, gli autori hanno calcolato, per questa specie, un tempo totale di svuotamento gastrico di 14 ore; pertanto, il valore massimo di attività pepsinica (rilevato dopo 6 ore e 30 min dal pasto), coinciderebbe con il tempo medio di svuotamento gastrico, in cui la % di cibo presente nello stomaco era pari a circa il 40% del totale del cibo ingerito (Lopiano *et al.*, 1998).

Nei contenuti intestinali le attività delle proteasi pancreatiche tripsina e chimotripsina hanno mostrato andamenti tra loro simili, raggiungendo un picco comune dopo 4 ore dal pasto (443 ± 37 U e 298 ± 9 U rispettivamente). Ciò è in accordo con quanto trovato da Uys *et al.* (1987) in *Clarias gariepinus*, in cui i livelli di attività delle proteasi intestinali mostravano un'attività massima dopo 4 ore dal pasto. Le attività degli enzimi α-amilasi e lipasi, misurate nei contenuti intestinali, hanno raggiunto entrambe un picco dopo 6 ore e 30 min (226 ± 8 U e 45 ± 5 U rispettivamente).

È possibile sottolineare alcune caratteristiche dei processi digestivi in *D. puntazzo*: le attività enzimatiche dipenderebbero soltanto dall'ingestione del cibo;

la digestione nello stomaco avverrebbe molto lentamente (tempo di svuotamento gastrico di 14 h; attività massima delle proteasi gastriche dopo 6 ore e 30 min dal pasto), indicando una bassa digeribilità dell'alimento somministrato e suggerendo un intervallo di tempo tra due somministrazioni consecutive di cibo di almeno 12 ore (Lopiano *et al.*, 1998); la digestione dei vari principi nutritivi avverrebbe nell'intestino in tempi diversi (attività massima delle proteasi dopo 4 ore dal pasto; attività massima della carboidrasi e della lipasi dopo 6 ore e 30 min dal pasto).

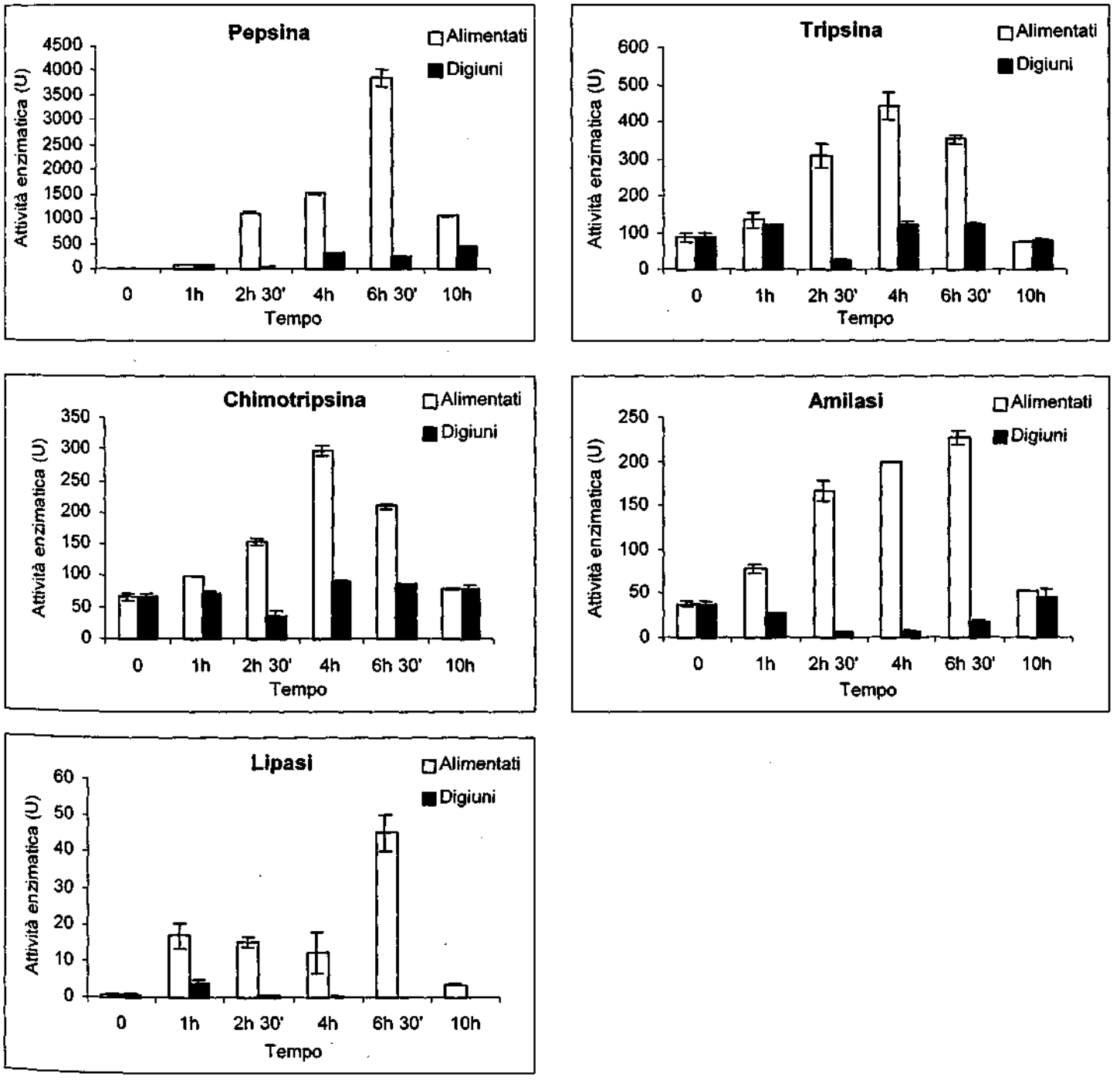


Fig. 1 - Livelli di attività enzimatica in contenuti stomacali (pepsina) ed intestinali (tripsina, chimotripsina, α-amilasi e lipasi) di *Diplodus puntazzo* a diversi intervalli dal pasto, rispetto ad un controllo costituito da animali digiuni.

Enzymatic activities in stomach (pepsin) and gut (trypsin, chymotrypsin, α-amylase and lipase) contents of Diplodus puntazzo *at specific time intervals after the feeding, compared to unfed fish.*

Bibliografia

ESCAFFRE A.M., ZAMBONINO INFANTE J.L., CAHU C.L., MAMBRINI M., BERGOT P., KAUSHIK S. (1997) - Nutritional value of soy protein concentrate for larvae of common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, **153**: 63-80.

GENOVESE L., PATTI F., CARUSO G. (1995) - Studies on the digestive cycle in the amberjack (*Seriola dumerilii*) (Risso, 1810) in intensive rearing. *Oebalia*, **11**: 5-15.

LOPIANO L., LA ROSA T., MAZZOLA A. (1998) - Gastric evacuation in sharp-snout sea bream reared under intensive condition. *33rd International Symposium on New Species for Mediterranean Aquaculture. Alghero Italy.*

SAVONA B. (1998) - *Variabilità nei processi enzimatici della digestione in* Diplodus puntazzo *(Pisces, Sparidae) a diverse condizioni di allevamento.* Tesi di Dottorato in Biologia Animale, XI ciclo, Università degli studi di Palermo.

UYS W., HECHT T., WALTERS M. (1987) - Changes in digestive enzyme activities of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) after feeding. *Aquaculture*, **63**: 243-250.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 641-644

A. Biddittu, A. Pannocchi, M. Penna, B. Trabucco,
E. Amato*, C. Lorenzi, E. Fresi

Laboratorio di Ecologia Sperimentale ed Acquacoltura, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Via della Ricerca Scientifica - 00133 Roma, Italia.
*ICRAM, Roma.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA COMUNITÀ MACROZOOBENTONICA DEI FONDI MOBILI DEL MOLISE E CONFRONTO CON I DATI DEL VATOVA DEL 1949

PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE SOFT-BOTTOM MACROZOOBENTHIC COMMUNITY OF MOLISE AND COMPARISON WITH VATOVA'S 1949 DATA

Abstract

The soft-bottom benthic community structure of the Middle Adriatic Sea (Molise) was studied. Structural analysis revealed that crustacea amphipoda, polychaeta, echinodermata and mollusca community shows a zonation related to environmental parameters such as hydrodynamism. In addition the comparison with Vatova's data (1949) shows a variation of the community structure probably due to the changed natural conditions of the sediment transport of the appenninic rivers in the last fifty years.

Key-words: *macrobenthos, middle Adriatic, soft-bottom.*

Introduzione

Le informazioni relative al benthos del Mare Adriatico sono numerose per quanto riguarda la parte settentrionale e meridionale, mentre risultano meno abbondanti per la parte centrale. Con questo lavoro, che si inserisce nell'ambito del progetto "P.RI.S.M.A. 2" (sottoprogetto 3), si intende ampliare la conoscenza sul macrozoobenthos di fondo mobile dell'Adriatico Centrale (Molise) attraverso lo studio di molluschi, policheti, crostacei anfipodi ed echinodermi.

Il sottoprogetto 3 – Alterazioni delle Comunità – si propone di definire la qualità globale dell'ambiente marino attraverso la valutazione e il monitoraggio dello status complessivo degli ecosistemi; in questo contesto lo studio delle comunità bentoniche assume particolare rilievo. I popolamenti bentonici, infatti, presentano dinamiche tali da consentire una lettura fortemente integrata delle variazioni spazio – temporali del "mondo fisico", rappresentando la "memoria biologica" dell'ecosistema (Damiani *et al.*, 1988).

Materiali e metodi

I campioni sono stati prelevati nell'ottobre '97, a largo del Molise, in 36 stazioni disposte lungo transetti perpendicolari alla costa (identificati dai numeri dispari dall'1 al 17) in corrispondenza delle isobate dei 5, 10, 25 e 50 m, identificate rispettivamente dalle sigle A, B, C e D. Altre 10 stazioni sono state collocate tra un transetto e l'altro, sulla batimetrica dei 10 m (numeri pari e lettera A), al fine di intensificare il campionamento costiero. Sette stazioni, infine, sono state disposte in corrispondenza di quelle individuate da Vatova (lettera V) lun-

go le coste del Molise, per confrontare i dati ottenuti con quelli pubblicati dall'Autore nel 1949. I campioni sono stati prelevati utilizzando una benna Van Veen con un'apertura di 0.06 mq e un volume di 7 litri, fino al raggiungimento del volume di 50 litri. I dati sono stati elaborati tramite tecniche di analisi statistica multivariata (Analisi delle Corrispondenze, Analisi delle Correlazioni Canoniche) (Legendre e Legendre, 1984) al fine di analizzare la struttura della comunità e le relazioni tra il benthos e il sedimento, la cui tipologia gioca un ruolo molto importante nel determinare la struttura quali-quantitativa delle biocenosi (Gray, 1974; Fresi *et al.* 1983).

Risultati e conclusioni

Sono stati identificati 169 taxa (70 policheti, 57 molluschi, 29 anfipodi e 13 echinodermi) per un totale di 12.050 individui. Le specie più abbondanti sono: *Sternaspis scutata* (1100) e *Owenia fusiformis* (499) per i policheti; *Corbula gibba* (2219) e *Bela nebula* (187) per quanto riguarda i molluschi; *Ampelisca brevicornis* (972) e *Urothoe pulchella* (657) per gli anfipodi ed *Echinocardium mediterraneum* (343) e *Labidoplax digitata* (49) per gli echinodermi.

L'analisi dei dati ha permesso di dare una lettura dello stato attuale dell'ecosistema, individuando nell'idrodinamismo, materializzato nella tessitura del sedimento, il fattore trainante delle strutture cenotiche bentoniche costiere del Molise. Si può osservare un *cluster* delle sabbie caratterizzato da specie adattate ad ambienti ad alta energia come *Chamelea gallina, Urothoe pulchella, Echinocardium mediterraneum,* e *Sigalion mathildae*, specie caratteristiche esclusive della biocenosi delle Sabbie Fini e Ben Calibrate di Picard (1965) (Fig. 1). Al polo opposto del primo asse fattoriale si separa un *cluster* dei fanghi definito da specie come *Turritella communis, Labidoplax digitata, Sternaspis scutata*, specie caratteristiche esclusive della biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri. Fra questi

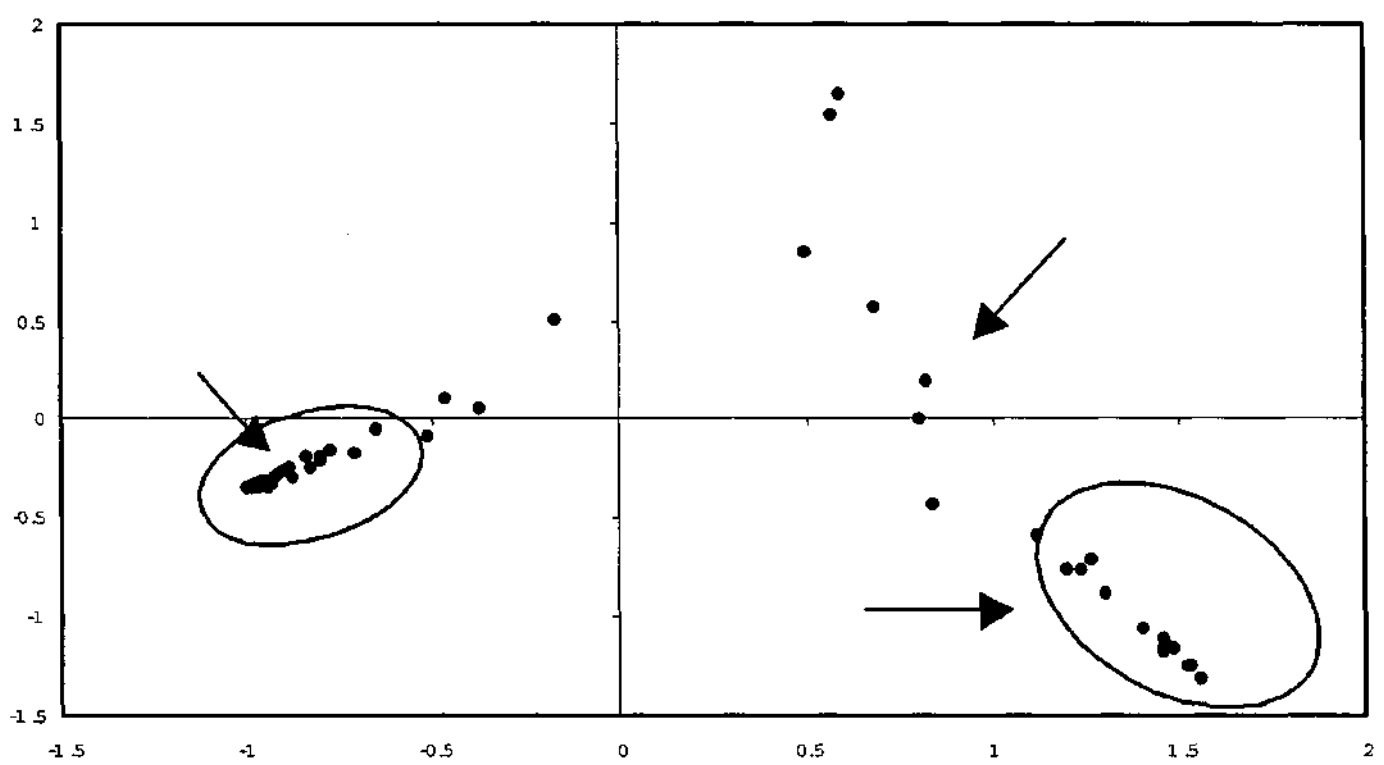


Fig. 1 - Struttura della comunità.
Community structure.

due *cluster* si frappone una "comunità di transizione" caratterizzata da specie ecologicamente più tolleranti.

L'analisi relativa alle stazioni caratterizzate da sedimenti con granulometria confrontabile disposte lungo la costa (sabbie) ha messo in evidenza l'uniformità del popolamento, non rilevando pattern *alongshore*. I punti – stazione formano un gruppo circolare intorno all'origine degli assi, senza descrivere, quindi, un gradiente sul primo e sul secondo asse fattoriale. Ciò fa presupporre che gli effetti dovuti al *run-off* non hanno, allo stato attuale, influssi leggibili sulla comunità bentonica.

Il confronto con i dati di Vatova ha posto un duplice problema: l'identificazione dei taxa e le determinazioni di carattere quantitativo (Di Dato *et al.* 1998); per risolvere ciò, l'analisi è stata condotta su matrici binarie (presenza/assenza), limitatamente ai taxa presenti sia nel lavoro di Vatova sia nel presente studio, previa verifica della nomenclatura utilizzata. Il confronto sembra mostrare un cambiamento del popolamento delle stazioni superficiali (494V, 508V, 510V, 511V, 512V) osservabile nella sostituzione di specie limicole con elementi sabulicoli e misticoli.

Le stazioni identificate da Vatova (VA) sono caratterizzate da specie prettamente di fango, quali *Turritella communis, Sternaspis scutata, Labidoplax digitata*, mentre quelle da noi replicate (V) sono descritte anche da specie di sabbia (*Echinocardium mediterraneum, Sigalion mathildae, Tellina pulchella*, ecc.) e di sedimenti misti sabbio – fangosi (*Lumbrinereis latreilli, Thyone fusus*, ecc.).

Una possibile spiegazione di questo fenomeno può risiedere nel deficit sedimentario cui le coste adriatiche sono andate incontro negli ultimi cinquant'anni come conseguenza della regimazione di molti fiumi appenninici. Ciò ha modificato le naturali condizioni del trasporto sedimentario causando una accelerata erosione delle coste (Simeoni e Bondesan, 1997) (Fig. 2).

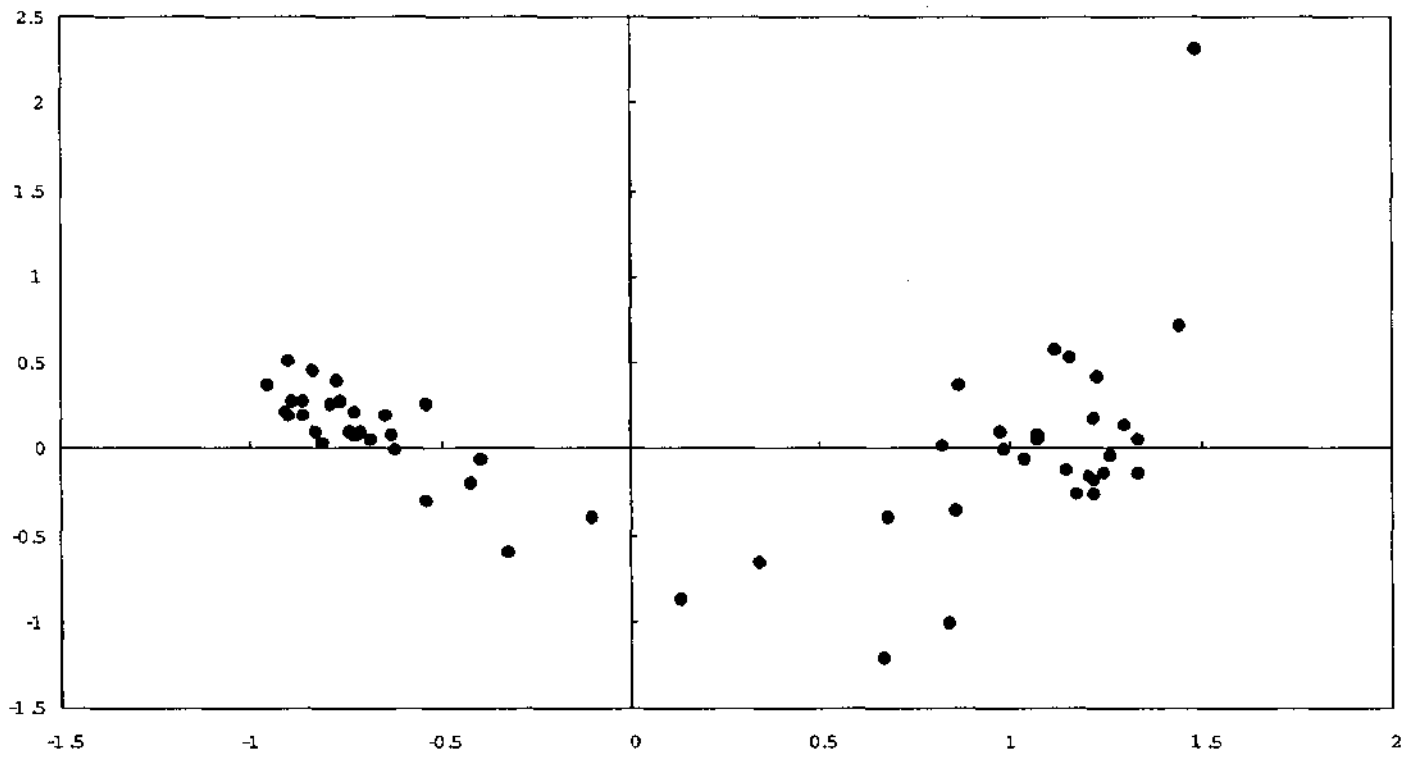


Fig 2 - Confronto qualitativo con "Vatova" (VA).
Comparison with "Vatova" (VA).

Bibliografia

DAMIANI V., BIANCHI C.N., FERRETTI O., BEDULLI D., MORRI C., ZURLINI G. (1988) - Risultati di una ricerca ecologica sul sistema marino costiero pugliese. *Thalassia Sal.*, **18**: 153-169.

DI DATO P., FRESI E., SCARDI M. (1998) - Una nuova analisi di A. Vatova sul Mare Adriatico (1934–36): classificazioni delle comunità macrozoobentoniche. *1 Convegno Nazionale delle Scienze del Mare Diversità e Cambiamento Ischia 11-14 nov.*

FRESI E., GAMBI M.C., FOCARDI S., BARGAGLI R., BALDI F., FALCIAI L. (1983) - Benthic community and sediment types: A structural analysis. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.*, **4** (2): 101-121.

GRAY J.S. (1974) - Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **12**: 223-261.

LEGENDRE L., LEGENDRE P. (1984) - *Écologie numérique Tome II. La structure des données écologiques*. Masson-Presses de l'Université du Québec: 335 pp.

SIMEONI U., BONDESAN M. (1997) - The role and responsability of man in the evolution of the Italian Adriatic coast. *Transf. et Evol. Trait Cot. Med.*, Ed. Brian F., Maldonado A., Monaco Musee Ocenographique, N.sp., **18**: 11-132.

VATOVA A. (1949) - La fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico. *Nova Thalassia*, **1** (3): 1-110.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 645-647

L. Camilli, A. Castelli*, C. Lardicci, F. Maltagliati*

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.
* Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Sassari, Italia.

STUDIO DELLA VARIABILITÀ GENETICA DI *MYTILASTER MINIMUS* (MOLLUSCA, PELECYPODA) NELLA LAGUNA DI ORBETELLO E IN DUE HABITAT MARINI ADIACENTI

GENETIC VARIABILITY OF MYTILASTER MINIMUS *(MOLLUSCA, PELECYPODA) FROM THE ORBETELLO LAGOON AND TWO ADJACENT MARINE SITES*

Abstract

Genetic relationships among individuals of the bivalve Mytilaster minimus *from a brackish environment and adjacent marine sites were studied by allozyme electrophoresis. Data obtained show relatively high levels of within-population genetic variability. A marked genetic divergence between lagoon and marine samples was detected with low estimates of gene flow between the two habitats. Natural selection may favour alternative alleles in different habitats.*

Key-words: Mytilaster minimus, *genetic variability, adaptation, gene flow, private alleles.*

Introduzione

Popolazioni di specie tipicamente marine riescono ad adattarsi a vivere in ambienti salmastri la cui caratteristica è l'instabilità dei parametri chimico-fisici. La vita negli ambienti imprevedibili è resa possibile da strategie adattative delle specie che riguardano caratteristiche morfologiche, fisiologiche e soprattutto genetiche (Cognetti, 1994).

Mytilaster minimus (Poli) è un piccolo mitilide che vive sui fondi duri della zona intercotidale in Mediterraneo e in Atlantico orientale (Parenzan, 1974). Il presente studio ha lo scopo di investigare la struttura genetica di *M. minimus* di un habitat salmastro e di due siti marini adiacenti allo scopo di verificare se l'adattamento all'ambiente lagunare ha una base genetica.

Materiali e metodi

Nel periodo che va da luglio 1998 a febbraio 1999 sono stati raccolti circa 200 individui di *M. minimus* in tre siti interni alla Laguna di Orbetello e in due siti marini adiacenti. La tecnica utilizzata nell'indagine è l'elettroforesi degli allozimi su acetato di cellulosa. La variabilità genetica interna alle popolazioni è stata stimata attraverso l'eterozigosità attesa (H). Per quantificare l'eterogeneità genetica intra- ed inter-campione è stata applicata la F-statistica di Weir e Cockerham (1984). La differenza da zero dei valori della F-statistica è stata valutata applicando un test basato su procedure di permutazione (Goudet, 1995). Inoltre, per determinare le relazioni genetiche tra i campioni, è stata realizzata una matrice di distanze genetiche secondo Nei (1978). Sulla base di tale matrice è stato costruito un dendrogramma con il metodo UPGMA. È stato infine stimato il flusso

genico usando la formula di Wright (1943): $F_{ST} = 1 / (4Nm + 1)$. Tale metodo stima il tasso di flusso genico assumendo che la variazione alloenzimatica tra i loci sia neutrale. La *F*-statistica è stata applicata all'insieme dei dati e, separatamente, all'insieme dei campioni marini e quello dei campioni lagunari.

Risultati e discussione

Diciassette loci su diciannove sono risultati poliallelici in almeno un campione. Tutti i campioni sono caratterizzati da valori di eterozigosità relativamente alti ($0.169 \pm 0.040 < H_{Att} < 0.275 \pm 0.049$). Tali valori sono comparabili con quelli di altri bivalvi, come *Mytilus edulis* ($H = 0.115$, Fevolden e Gardner, 1986), *Cerastoderma edule* ($0.092 < H < 0.728$, Beaumont e Pether, 1996), *Crassostrea angulata* ($0.292 < H < 0.382$ Michinina e Rebordinos, 1997). La presenza di vari alleli a bassa frequenza suggerisce che i campioni di *M. minimus* sono demograficamente stabili, cioè non sono stati soggetti ad un recente evento del fondatore o a colli di bottiglia ricorrenti. È stato osservato inoltre un discostamento dall'equilibrio di Hardy-Weinberg dovuto ad un generale deficit di eterozigoti. Esso potrebbe essere il risultato di inbreeding; non sono da scartare, tuttavia, fenomeni selettivi, la presenza di alleli nulli o l'errore di campionamento.

Una chiara prova della marcata divergenza genetica tra i campioni raccolti all'interno della laguna e in mare è rappresentata dalla presenza di alleli privati: dieci nei campioni lagunari e otto in quelli marini. La varianza standardizzata delle frequenze alleliche per il totale dei campioni (± errore standard) ($F_{ST} = 0.306 \pm 0.101$) e quella dei campioni della laguna ($F_{ST} = 0.033 \pm 0.012$) sono risultate altamente significative ($p < 0.001$); mentre non è risultata tale quella dei campioni marini ($F_{ST} = 0.004 \pm 0.007$; $p = 0.303$). Tali livelli di divergenza genetica sono confermati dall'analisi dei cluster (Fig. 1). Inoltre il valore di *N*m (il numero di migranti scambiati per generazione) nell'ambito dei campioni della laguna (*N*m = 7.326) e del mare (*N*m = 62.250) è nettamente maggiore di 1, ritenuto

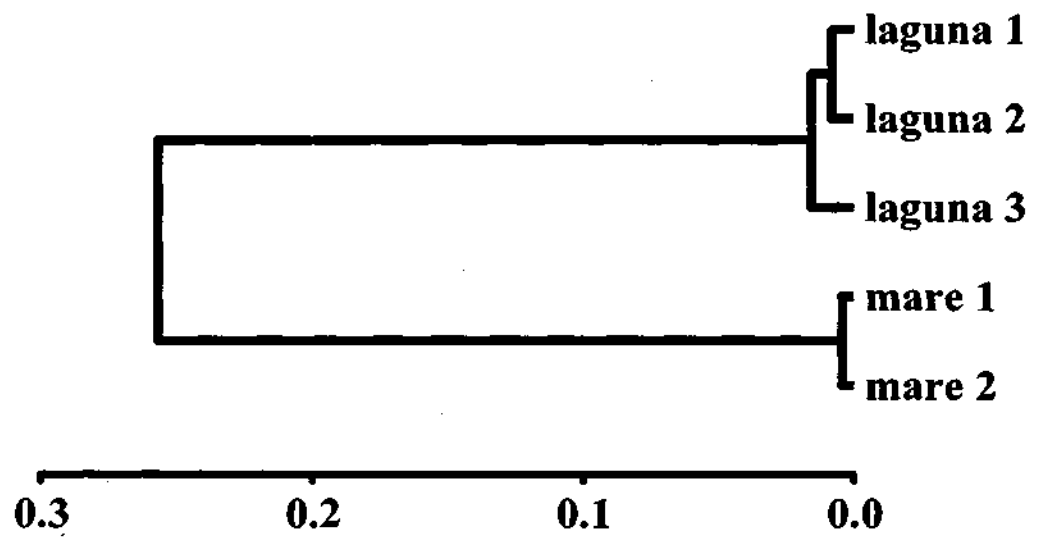


Fig. 1 - Dendrogramma delle distanze genetiche di Nei (1978) tra le popolazioni di *Mytilaster minimus*.

Dendrogram of Nei's (1978) genetic distance among Mytilaster minimus *populations.*

il valore soglia sopra al quale il flusso genico è ritenuto sufficiente a prevenire la differenziazione per deriva genetica (Cabe e Alstad, 1994). Il flusso genico tra i campioni della laguna e quelli marini, invece, risulta estremamente ridotto ($Nm = 0.567$).

In conclusione i risultati ottenuti mostrano che gli individui raccolti in laguna sono geneticamente differenti da quelli marini principalmente per fenomeni di deriva genetica. Siamo quindi di fronte a due popolazioni ben definite, connesse da livelli flusso genico estremamente ridotti. Tuttavia l'adattamento di *M. minimus* probabilmente si verifica mediante la selezione di alleli differenti nelle popolazioni marine e in quelle lagunari.

Bibliografia

BEAUMONT A.R., PETHER S.M.J. (1996) - Allozyme variation and gene flow between cockle *Cerastoderma edule* populations in southern United Kingdom. *Fish. Res.*, **28**: 263-275.

CABE P.R., ALSTAD D.N. (1994) - Interpreting population differentiation in terms of drift and selection. *Evol. Ecol.*, **8**: 489-492.

COGNETTI G. (1994) - Colonization of brackish waters. *Mar. Pollut. Bull.*, **28**: 583-586.

FEVOLDEN S.E., GARDNER S.P. (1986) - Population genetics of *Mytilus edulis* (L.) from Oslofjorden, Norway, in oil-polluted and non oil-polluted water. *Sarsia*, **71**: 247-257.

GOUDET J. (1995) - FSTAT version 1.2: a computer program to calculate F-statistics. *J. Hered.*, **86**: 485-486.

NEI M. (1978) - Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, **89**: 583-590.

MICHININA S.R., REBORDINOS L. (1997) - Genetic differentiation in marine and estuarine natural populations of *Crassostrea angulata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **154**: 167-174.

PARENZAN P. (1974) - *Carta d'identità delle conchiglie del mediterraneo. 2. Bivalvi. Parte 1.* Bios Taras Editrice, Taranto.

WRIGHT S. (1943) - Isolation by distance. *Genetics*, **31**: 39-59.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 648-652

F. Carretti, S. Giuliani, D. Pellegrini*

Centro Interuniversitario di Biologia Marina,
P.le Mascagni, 1 - 57127 Livorno, Italia.
*ICRAM, Roma, Italia.

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA IN TAGLIE DI UNA POPOLAZIONE DI *COROPHIUM ORIENTALE* (CRUSTACEA: AMPHIPODA)

SIZES FREQUENCY DISTRIBUTION OF COROPHIUM ORIENTALE *(CRUSTACEA: AMPHIPODA)*

Abstract

A Magra river Corophium orientale *(Schellenberg, 1928) population in sizes structure has been analysed in order to obtain a right use of this species in bioassays concerning the toxicity evaluation of marine sediments.*

The study shows that population is to be found all the year long and that the size interval to be considered is usually of about 2,0-4,0 mm in order to reduce the presence of juveniles and ovigerous females.

Key-words: Corophium orientale, *sizes frequency distribution, Magra river.*

Introduzione

L'obiettivo del lavoro è stato quello di acquisire ulteriori conoscenze sulla biologia di *Corophium orientale* (Schellenberg, 1928), specie poco nota in letteratura. Tale studio assume particolare importanza considerato che questa specie viene impiegata in saggi biologici per la valutazione della tossicità dei sedimenti marini (Bigongiari *et al.*, 1998).

In particolare è stata approfondita la distribuzione di frequenza in taglie delle classi: giovani, maschi, femmine, femmine ovigere. Ciò risulta essenziale per la selezione della dimensione degli anfipodi da utilizzare nei test, in modo da escludere quelle classi (giovani e femmine ovigere) che, generalmente sono meno resistenti, ma che in alcuni casi possono esserlo di più (Robinson e Lamberson, 1988; Collyard *et al.*, 1994).

Materiali e metodi

Gli anfipodi sono stati campionati mensilmente (dicembre 1996 - dicembre 1997) nel tratto terminale del fiume Magra (SP) ad una profondità variabile tra i 50 e i 130 cm, setacciando il sedimento, prelevato con una benna Van Veen, a 500 μm.

Per ogni campione sono state effettuate 4 repliche e considerato un subcampione di circa 80 anfipodi, perfettamente in grado di garantire le caratteristiche del campionamento casuale semplice e della taglia sufficientemente grande per assicurare la normalità della distribuzione (Spiegel, 1976; Di traglia *et al.*, 1989). Con 4 repliche è stata resa trascurabile la eventuale distorsione che avrebbe potuto introdurre nei dati un prelievo effettuato in una zona del fiume aventi caratte-

ristiche particolari (es. densità e composizione in taglie per qualche motivo anomala).

Ogni esemplare, dopo essere stato disteso sul ventre, è stato misurato in lunghezza dall'estremità del telson a quella del rostro ed assegnato ad una delle seguenti classi: giovani, maschi, femmine e femmine ovigere. Il dimorfismo sessuale presente a livello delle seconde antenne ha permesso di distinguere i maschi (presenza di un uncino) dalle femmine (2 piccole spine) (Ruffo, 1982). Sono stati considerati giovani gli organismi privi di uncino e di spine. Di alcune femmine ovigere sono state anche contate il numero di uova presenti nel marsupio.

È stato utilizzato il coefficiente di correlazione lineare di Pearson (r) per confermare delle evidenze grafiche.

Risultati

Dall'analisi percentuale delle varie classi (Fig. 1) si evidenzia una correlazione inversa tra maschi e femmine e tra maschi e giovani (rispettivamente $r = -0,76$ e $r = -0,71$).

La sex-ratio, sempre a favore delle femmine, ha mostrato un valore annuale medio di 1:1,8. Nei mesi di maggio, ottobre e novembre questa si riequilibra verso i valori attesi 1:1.

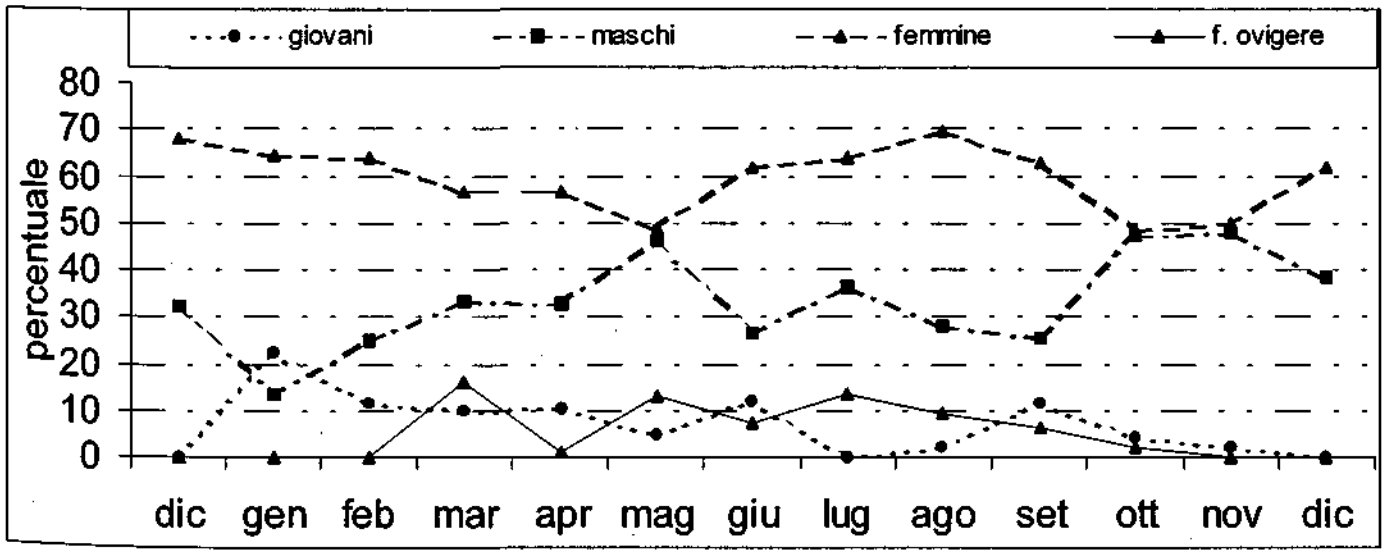


Fig. 1 – Percentuale di giovani, maschi, femmine e femmine ovigere (la classe femmine comprende anche le femmine ovigere).

Juveniles, males, females and ovigerous females percentage (female's class include ovigerous females too).

Le femmine ovigere sono assenti nei mesi invernali. Si osserva (Fig. 2) come all'aumentare della taglia aumenti anche il numero di uova presenti nel marsupio ($r = 0,92$). Il numero minimo di uova osservate (5) è stato riscontrato in una femmina di 3,3 mm; nella femmina di taglia maggiore (6,1 mm) sono state contate, invece, 74 uova.

I giovani, che generalmente costituiscono circa il 10% della popolazione, sono stati osservati nell'intero periodo di studio.

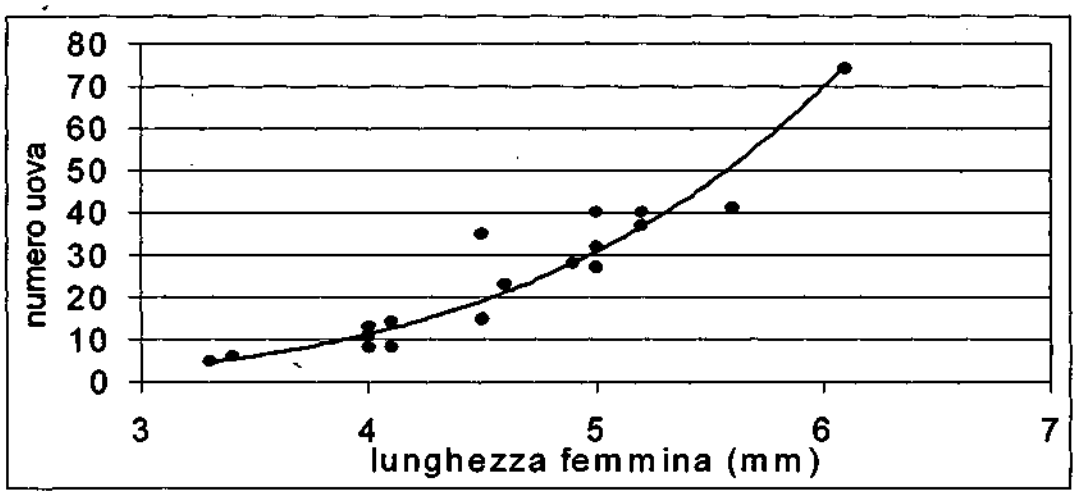


Fig. 2 – Correlazione tra lunghezza della femmina ovigera e numero di uova nel marsupio.
Size female and eggs number correlation.

La distribuzione di frequenza in taglie (Fig. 3) evidenzia come la maggior parte dei maschi e delle femmine (>70%) hanno una lunghezza compresa tra 2,0 e 3,4 mm. Le femmine ovigere sono distribuite maggiormente (43%) nell'intervallo di taglia 4,0-4,4 mm e non sono mai state osservate sotto i 3,0 mm. I giovani si distribuiscono quasi interamente (73%) nell'intervallo 1,5-1,9 mm. La taglia minima osservata è stata di 1,0 mm.

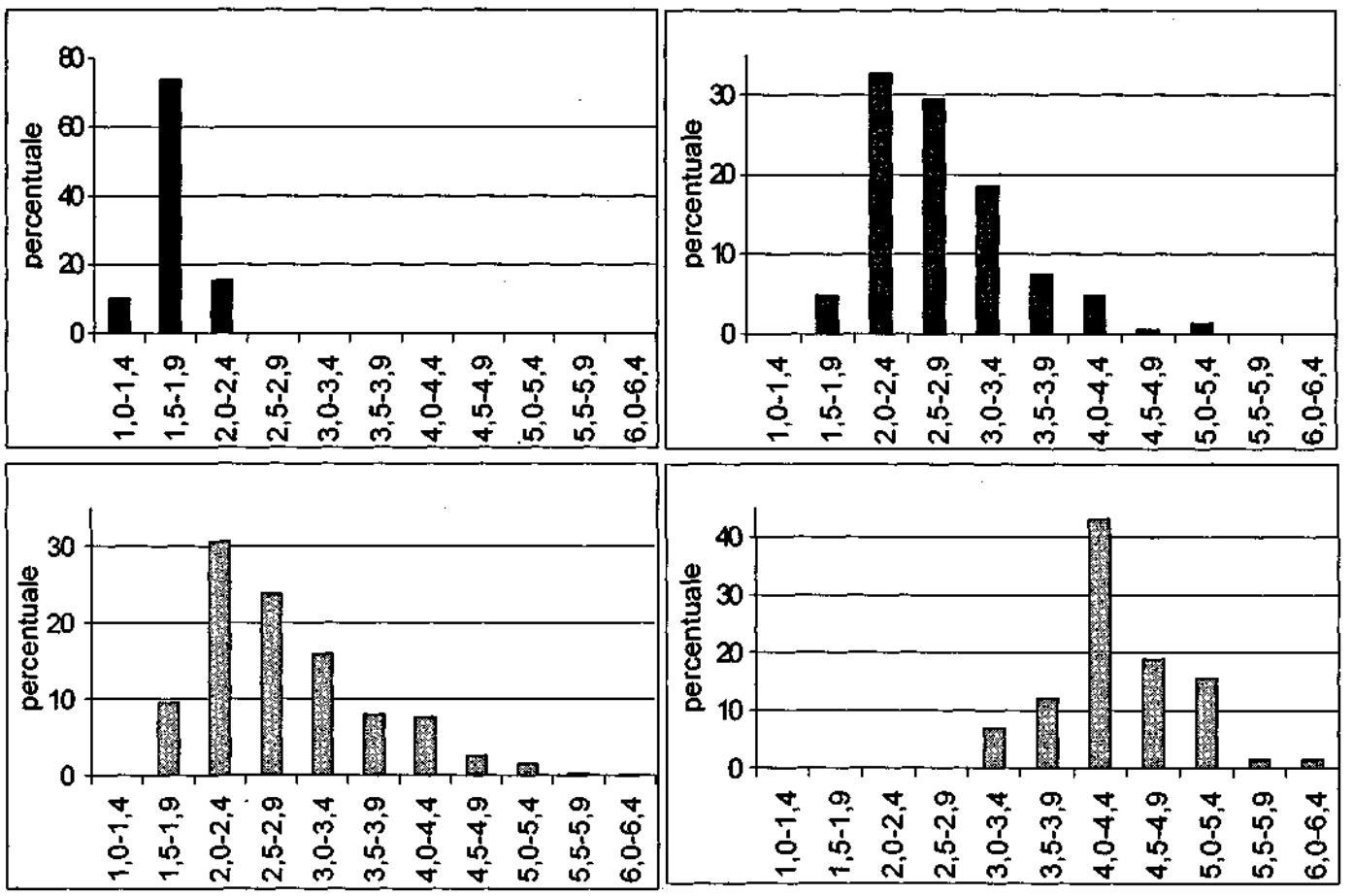


Fig. 3 – Distribuzione di frequenza in taglie delle classi.
Sizes frequency distribution.

Discussione e conclusioni

Nell'intervallo di taglia 2,0-3,4 mm sono presenti la maggior parte dei maschi e delle femmine. Le femmine raggiungono tuttavia una taglia superiore a quella del maschio, come osservato da Sheader (1978) per *Corophium insidiosum*.

La bassa percentuale di giovani nell'intervallo 1,0-1,4 mm potrebbe essere dovuta ad un mancato reclutamento all'attrezzo e suggerisce di ridurre la maglia del setaccio da 500 µm a 350 µm. Se così non fosse si potrebbe presupporre una differente taglia dei giovani alla schiusa, probabilmente legata alla diversa taglia della madre (Powell, 1992).

La sex-ratio a favore delle femmine è un fenomeno osservato anche in letteratura per altri anfipodi (Boates e Smith, 1989; Wilson, 1989; Schneider *et al.*, 1994). Questo sbilanciamento tra i due sessi potrebbe essere però meno evidente di quanto sembra. Forbes *et al.* (1996) sottolineano, infatti, come il maschio di *Corophium volutator* sia in grado di accoppiarsi più volte nella vita, al contrario della femmina che dopo la copula diventa "non recettiva".

Anche l'assenza di femmine ovigere nei periodi più freddi dell'anno viene descritta in letteratura per altre specie (Sheader, 1978; Fish e Mills, 1979; Wilson e Parker, 1996). È evidente, inoltre, come all'aumentare della lunghezza della femmina aumenti anche il numero di uova deposte (Sheader, 1978; Nair e Anger, 1979; Slattery, 1985; Powell, 1992). In estate, quando le condizioni sono favorevoli alla sopravvivenza della specie, il numero di uova deposte è minore. Le femmine, infatti, a causa dell'aumento del metabolismo dovuto all'innalzamento della temperatura maturano prima (la deposizione avviene quindi ad una taglia inferiore) (Fish e Mills, 1979).

In conclusione, il presente studio ha fornito valide informazioni per l'ottimizzazione del saggio con *C. orientale*. In particolare è stato evidenziato come la popolazione del fiume Magra sia reperibile tutto l'anno e come, volendo escludere la maggior parte dei giovani (80%) e delle femmine ovigere (90%), debba essere selezionata una taglia compresa tra 2,0 e 3,5 mm. Selezionando una taglia più ampia, 2,0-4,0 mm, la percentuale delle femmine ovigere evitate scende all'80%, considerando la media annuale. Nei mesi invernali (novembre, dicembre, gennaio e febbraio), l'assenza di femmine ovigere permette di impiegare nei test tutti gli individui che hanno una taglia superiore a 2,0 mm. Questa ultima considerazione è particolarmente utile, visto che nei mesi invernali l'abbondanza degli organismi è inferiore.

Bibliografia

BIGONGIARI N., GIULIANI S., PELLEGRINI D., MESCHINI P. (1998) - Studio preliminare per l'utilizzo dell'anfipode mediterraneo *Corophium orientale* nei saggi biologici su sedimenti marini. *Acqua & Aria*, **1**: 63-66.

BOATES J.S., SMITH P. C. (1989) - Crawling behaviour of the amphipod *Corophium volutator* and foraging by Semipalmated Sandpipers, *Calidris pusilla*. *Can. J. Zool.*, **67**: 457-462.

COLLYARD S.A., ANKLEY G.T., HOKE R.A., GOLDENSTEIN T. (1994) - Influence of age on the relative sensitivity of *Hyalella azteca* to diazinon, alkylphenol ethoxylates, copper, cadmium, and zinc. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **26**: 110-113.

DI TRAGLIA M., RUSSO A., FALORSI S., FALORSI P.D., COCCIA G. (1989) - *Manuale di tecniche di indagine*. Nanni M., Pajer A., Roma, ISTAT: 270 pp.

FISH J.D., MILLS A. (1979) - The reproductive biology of *Corophium volutator* and *C. arenarium* (Crustacea: Amphipoda). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **59**: 355-368.

FORBES M.R., BOATES J.S., McNEIL N.L., BRISON A.E. (1996) - Mate searching by males of the intertidal amphipod *Corophium volutator* (Pallas). *Can. J. Zool.*, **74**: 1479-1484.

NAIR K.K.C., ANGER K. (1979) - Life cycle of *Corophium insidiosum* (Crustacea, Amphipoda) in laboratory culture. *Helgolander wiss. Meeresunters*, **32**: 444-452.

POWELL R. (1992) - Biometry of brooding in seven species of amphipod (Crustacea) from the Clyde Sea area. *J. Nat. Hys.*, **26**: 353-371.

ROBINSON A.M., LAMBERSON J.O. (1988) - Effects of culture condictions on the sensitivity of a phoxocephalid amphipod, *Rhepoxynius abronius*, to cadmium in sediment. *Environ. Toxicol. Chem.*, 7 (12): 953-959.

RUFFO S. (ed.) (1982) - *The Amphipoda of the Mediterranean.* Part 1. *Mémoires de l'Institut Oceanografique*, Monaco, **13**: 364 pp.

SCHELLENBERG A. (1928) - XXXV. Report on the Amphipoda. Zoological results Cambridge expedition to the Suez Canal. *Trans. Zool. Soc. London.*, **22**: 633-692.

SCHNEIDER S.D., BOATES J.S., FORBES M. (1994) - Sex ratio of *Corophium volutator* (Pallas) (Crustacea: Amphipoda) in Bay of Fundy populations. *Can. J. Zool.*, **72**: 1915-1921.

SHEADER M. (1978) - Distribution and reproductive biology of *Corophium insidiosum* (Amphipoda) on the north-east coast of England. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **58**: 585-596.

SLATTERY P.N. (1985) - Life histories of infaunal amphipods from subtidal sands of Monterey Bay, California. *J. Crust. Biol.*, **5** (4): 635-649.

SPIEGEL M.R. (1976) - *Statistica.* Etas Libri, Milano: 357 pp.

WILSON JR. W.H. (1989) - Predation and mediation of intraspecific competition in an infaunal community in the Bay of Fundy. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **132**: 221-245.

WILSON JR. W.H., PARKER K. (1996) - The life history of the amphipod, *Corophium volutator*: the effects of temperature and shorebird predation. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **196**: 239-250.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 653-656

M. CARUSO, C. ROMANO, G. SARÀ

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo,
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

DISPONIBILITÀ DELLA MATERIA ORGANICA PARTICELLATA PER I MOLLUSCHI SOSPENSIVORI IN DUE AREE A DIFFERENTE IDRODINAMISMO

FOOD AVAILABILITY FOR SUSPENSION FEEDER MOLLUSCS IN TWO SHALLOW AREAS

Abstract

Seasonal changes in food availability for benthic consumers were investigated in two close Mediterranean shallow sites. In the salt work, the low contribution of the autotrophic fraction on SPM lead filter feeders to vary their feeding strategy likely intercepting also refractory material. In the adjacent marine sound the wide variability of food resources was invoked as a possible factor determining the low frequency of benthic filter feeders.

Key-words: *shallow areas, filter feeders, food availability, POM.*

Introduzione

Gli organismi sospensivori soddisfano la loro richiesta di nutrimento filtrando il particellato in sospensione. Le fluttuazioni spaziali e temporali delle concentrazioni del materiale particellato possono agire in modo significativo sull'accrescimento e sulle risposte metaboliche dei sospensivori stessi (Dame, 1996). La composizione biochimica della materia organica particellata (POM) è tra gli strumenti più efficaci per valutare la qualità del cibo disponibile per gli organismi filtratori (Widdows *et al.,* 1979; Navarro e Thompson, 1995). Lo scopo di questo lavoro è quello di indagare se la disponibilità e la qualità del seston possano essere considerate come cause determinanti le differenze nell'abbondanza degli organismi sospensivori (Sarà *et al.,* 1999) in due ambienti simili per tutte le caratteristiche ambientali ad eccezione dell'idrodinamismo e della salinità.

Materiali e metodi

Sono stati eseguiti quattro campionamenti con cadenza stagionale (Marzo 1998-Febbraio 1999) in una vasca fredda del sistema delle saline Ettore-Infersa (0.8 m; 60.000 m^2, 48.000 m^3) caratterizzata da copertura a *Cymodocea nodosa*, e in una stazione situata all'interno dello Stagnone di Marsala (15 Km^2, 37° 52' N; 12° 28' E) simile alla prima per profondità, copertura vegetale ed esposizione ai venti, ma differente per idrodinamismo e salinità. Temperatura e salinità sono state misurate con una batisonda multiparametrica (Hydrolab Inc., USA), i pigmenti fotosintetici sono stati determinati secondo Lorenzen e Jeffrey (1980) e trasformati in equivalenti di carbonio (CCHL-a; Sarà et al., 1999). La concentrazione di materia totale in sospensione (TSM) e le sue frazioni organica (OSM) ed inorganica (ISM) sono state determinate secondo Strickland e Parson (1972),

mentre la frazione labile della materia organica particellata (POM) è stata determinata come somma di lipidi, protidi e carboidrati particellati secondo Fabiano *et al.* (1993). Sono stati inoltre calcolati i rapporti POM/TSM e POM/OSM quali indici di disponibilità di cibo per gli organismi filtratori (Danovaro e Fabiano, 1997). La materia organica particellata convertita in equivalenti di carbonio costituisce la frazione biopolimerica del carbonio particellato (BPC; Danovaro e Fabiano, 1997).

Risultati

I valori di temperatura e di salinità nella vasca fredda della salina (T = 21.3 ± 8,0 S = 46.8 ± 5.6) sono risultati mediamente più elevati di quelli misurati nello Stagnone (T = 19 ± 6.2 S = 39.2 ± 3.6). Le concentrazioni di ISM e OSM in salina sono invece molto più elevate (ISM > 2.3 volte; OSM > 72 volte) rispetto a quelle del secondo sito di indagine. Le concentrazioni del BPC in salina variano da 256 µg BPC l^{-1} a circa 326 µg BPC l^{-1} e sono in media 1.5 volte più alte di quelle riscontrate nello Stagnone. La variabilità stagionale delle concentrazioni di POM in salina è molto bassa (10%) a differenza di quanto osservato nello Stagnone dove la POM è soggetta a variazioni molto più ampie (63%). In salina la materia organica particellata costituisce solo una piccola frazione sia della TSM (POM/TSM = 0.2-1.4%) che della OSM totale (tra 0.2 e 5.5%). Nello Stagnone di Marsala invece la POM rappresenta in media circa il 9% della TSM ed oltre il 25% dell'OSM. Il carbonio fitoplanctonico rappresenta in media il 13% del BPC in salina e il 10% nello Stagnone. Questi valori medi pur essendo molto simili, presentano una variabilità molto differente (37% in salina, 74% nello Stagnone).

Discussione e conclusioni

La variabilità dei parametri chimico-fisici riscontrata in salina, tipica degli ambienti lagunari e di bassa cubatura, mette in evidenza la maggiore influenza delle condizioni meteorologiche rispetto a quanto osservato nell'area costiera adiacente (Stagnone di Marsala).

Gli elevati valori di materia totale organica in sospensione (OSM) e di BPC indicano che in salina è sempre presente un elevata quantità di cibo disponibile per i filtratori. Nonostante ciò il contributo del carbonio fitoplanctonico (CCHL-a) al BPC è molto limitato e suggerisce che la frazione eterotrofa sia dominante sulla frazione autotrofa. La presenza di diverse popolazioni di molluschi sospensivori (*Brachidontes pharaonis, Cerastoderma glaucum*) nella salina, porta ad ipotizzare che quando si ha la presenza di bassi contributi di materia organica autotrofa questi organismi adatterebbero la loro strategia alimentare probabilmente "intercettando" anche materia organica (*i.e.* refrattaria) che normalmente in altre condizioni non sfrutterebbero (Langdon e Newell, 1990; Navarro e Thompson, 1995; Dame, 1996; Sarà *et al.*, 1998). Di contro la bassissima frequenza di molluschi bivalvi sospensivori, documentata nella stazione di campionamento all'interno dello Stagnone (Riggio e Chemello, 1992) potrebbe essere imputabile, tra le varie cause, anche all'elevata variabilità della qualità e quantità alimentare. Nello Stagnone la materia organica particellata, potenzialmente utilizzabile subisce più ampie variazioni (dovute presumibilmente all'elevato idrodinamismo) e tale variabilità la potrebbe rendere non sfruttabile dai bivalvi sospensivori (Dame, 1996).

Tab. 1 - Parametri chimico-fisici e ambientali e coefficienti di variazione %(CV = deviazione standard/media; CV1 = Salina; CV2 = Stagnone) nell'area di studio.
Chemical, physical and trophic parameters and variation coefficients (CV = standard deviaton/ mean; CV1 = salt work, CV2 = Stagnone) in the study area.

	Salina			Stagnone			
Variabile	**Media**	**± d. s.**	**CV_1**	**Media**	**± d. s**	**CV_2**	**$CV1/CV2$**
T (°C)	**21.3**	8.0	37.6	**19.0**	6.2	32.6	1.2
S (psu)	**46.8**	5.6	12.0	**39.2**	3.6	9.2	1.3
CPE (µg l^{-1})	**1.2**	0.2	16.7	**0.4**	0.2	50.0	0.3
TSM (mg l^{-1})	**158.2**	102.8	65.0	**8.0**	9.3	116.3	0.6
OSM (mg l^{-1})	**144.5**	112.0	77.5	**2.0**	1.5	75.0	1.0
ISM (mg l^{-1})	**13.7**	9.5	69.3	**6.0**	7.8	130.0	0.5
ISM/OSM	**0.8**	0.7	87.5	**2.5**	1.5	60.0	1.5
PRT/CHO	**1.2**	0.6	50.0	**3.0**	3.6	122.0	0.4
POM (µg l^{-1})	**597.9**	61.1	10.2	**402.3**	255.1	63.4	0.2
POM/TSM	**0.6**	0.6	100.0	**8.7**	5.0	57.5	1.7
POM/OSM	**1.7**	1.7	100.0	**28.3**	23.9	84.5	1.2
BPC (µg C l^{-1})	**298.8**	31.3	10.5	**205.0**	131.9	64.3	0.2
CCHL/BPC	**13.0**	4.8	36.9	**10.1**	7.5	74.3	0.5

Ringraziamenti

Questa ricerca è stata effettuata grazie a fondi, strutture, e materiali messi a disposizione dal Prof. A. Mazzola (Dip. Biologia Animale, Univ. di Palermo).

Bibliografia

DAME R.F. (1996) - *Ecology of marine bivalves. An ecosystem approach.* CRC Press Inc., Boca Raton: 254 pp.

DANOVARO R., FABIANO M. (1997) - Seasonal changes in quality an quantity of food available for benthic suspension-feeders in the Golfo Marconi (North-western Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **44**: 723-736.

FABIANO M., POVERO P., DANOVARO R. (1993) - Distribution and composition of the particulate matter of the Ross Sea (Antarctica). *Polar Biology*, **13**: 525-533.

LANGDON C.J., NEWELL R.J.E. (1990) - Utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension-feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel Geukensia demissa. *Marine Ecology Progress Series*, **58**: 229-310.

LORENZEN C., JEFFREY J. (1980) - Determination of chlorophyll in sea water. *UNESCO Technical Papers Marine Science*, **35**: 1-20.

NAVARRO J.M., THOMPSON R.J. (1995) - Seasonal fluctuations in the size spectra, biochemical composition and nutritive value of the seston available to a suspension feeding bivalve in a subarctic environment. *Marine Ecology Progress Series*, **125**: 95-106.

RIGGIO S., CHEMELLO R. (1992) - The role of coastal lagoons in the emerging and segregation of new marine taxa: evidence from the Stagnone di Marsala Sound (Sicily). *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, **9**: 1-19.

SARÀ G., MANGANARO A., CORTESE G., PUSCEDDU A., MAZZOLA A. (1998) - The relationship between food availability and growth in *Mytilus galloprovincialis* in the open sea (Southern Mediterranean). *Aquaculture*, **167**: 1-15.

SARÀ G., LEONARDI M., MAZZOLA A., (1999) - Spatial and temporal changes of suspended matter in relation to wind and vegetation cover in a Mediterranean shallow coastal environment. *Chemistry and Ecology*, **16**: 151-173.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS, T.R. (1992) - A pratical handbook of seawater analysis. *Bullettin Fisheries Research Board of Canada*, **167**: 310 pp.

WIDDOWS J., FIETH P., WORRALL C.M. (1979) - Relationship between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, **50**: 195-207.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 657-661

S. CASELLATO

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Colombo, 3 - 35100, Padova, Italia.

OLIGOCHETI: UNA SOTTOVALUTATA COMPONENTE DEL BENTHOS MARINO ED ESTUARINO

OLIGOCHAETA: UNDERESTIMATED PRESENCE IN MARINE AND ESTUARINE BENTHOS

Abstract

The aquatic oligochaetes have the reputation of being a difficult group and have been overlooked for a long time in the marine benthos community studies, even if sometime their biomass in intertidal stretches of estuaries and coastal lagoons may exceed those of all the more-expected marine groups put together. There has been a great expansion in our knowledge of oligochaete fauna along the Italian coasts in the last twenty years, due to numerous field samplings that pointed out an unexpected richness of the group and its relative abundance.

Key-words: *Oligochaeta, coastal benthos, Mediterranean area.*

Introduzione

Gli Oligocheti acquatici hanno la reputazione di essere un gruppo "difficile" e, anche se la loro presenza quantitativa li rende una componente importante nella catena del detrito, spesso vengono trascurati negli studi sulla composizione e sulla struttura delle comunità bentoniche. Questo è particolarmente vero per gli Oligocheti degli ambienti marini ed estuarini, a causa delle loro piccole dimensioni e soprattutto per le scarse differenze morfologiche esterne, non solo tra le specie, ma anche tra i generi all'interno delle famiglie. La loro determinazione è resa ancora più problematica dal fatto che gli unici caratteri tassonomici sicuramente non equivoci sono quelli relativi alla morfologia degli apparati riproduttori, che sono evidenti solo nel periodo della maturità sessuale, in un limitato periodo dell'anno. Dai primi lavori di Pierantoni dell'inizio del secolo (1901; 1902; 1903), nelle sabbie della baia di Napoli, sono passati molti anni prima che studiosi si occupassero di Oligocheti marini. Una trentina di anni fa si conoscevano poco più di quaranta specie intorno al mondo, grazie, ai lavori di F.H. Knöller e P. Lasserre, R.O. Brinkhurst, D.G. Cook, N.P. Finogenova, S. Hrabê e pochi altri. In seguito ai contributi di H.R. Baker, K. Coates e soprattutto di C. Erséus. oggi sono più di 600 le specie descritte e il loro numero va progressivamente aumentando, in relazione all'intensificarsi delle campagne di ricerca in varie zone del globo: dalla barriera corallina australiana (Erséus e Jamieson, 1981), alla costa meridionale della Cina (Erséus *et al.*, 1990), alla zona antartica (Erséus, 1994; Erséus e Rota, 1996; Rota e Erséus, 1996, 1997).

La fauna ad Oligocheti di aree estuarine e costiere marine italiane

Alcune ricerche hanno fornito dati sulla distribuzione degli Oligocheti nelle sabbie intertidali e subtidali lungo le coste italiane e croate del Mar Adriatico e lungo le coste del Mar Ligure, del Tirreno e dello Ionio (Hrabê, 1971, 1973,

1975; Erséus, 1982, 1987a, 1987b, 1987c; Bonomi e Erséus, 1984, 1985a, 1985b; Erséus e Bonomi, 1987), evidenziando una insospettata diversità specifica del gruppo, soprattutto nell'area tirrenica (vedi Tab.1 e Fig. 1). Nello stretto di Messina si è riscontrata una ricca fauna interstiziale ad Oligocheti, in sabbie grossolane subtidali, tra i 5 e i 20 m di profondità. Più povere sono risultate, invece, le sabbie fini lungo le coste adriatiche e ioniche.

Tab. 1 - Lista delle specie di tubificidi e enchitreidi raccolte nelle diverse aree costiere dei Mari Adriatico, Ionio, Tirreno e Ligure (i numeri in grassetto si riferiscono alla Fig. 1)
Tubificid ad Enchytraeid species list in different coastal areas of Adriatic Thyrrenian, Ionian ad Ligurian Seas (the bold type numbers refer to Fig. 1)

Adelodrilus pusillus Erseus, 1978 **12**
Bathydrilus adriaticus (Hrabê, 1971) **12**
Heterochaeta costata Claparéde, 1863 **2**
Coriallodrilus giacobbei Erséus, 1982 **10**
C. statutus Erséus, 1982 **14**
C. tyndariensis Erséus,1982 **11**
Limnodriloides appendiculatus Pierantoni, 1903 **1, 6**
L.hrabetovae Erséus, 1987 **1, 8**
L. maslinicensis (Hrabê, 1971) **1, 5, 7, 8**
L. monothecus (Hrabê, 1971) **8**
L. pierantoni (Hrabê, 1971) **5, 13, 16**
Spiridion modricensis (Hrabê, 1971) **8**
Tectidrilus pranzoi Erséus, 1987 **15**
Phallodrilus parthenopaeus Pierantoni, 1902 **10,12, 17**
Thalassodrilus messanensis (Erséus, 1987) **11**
T. gurwitschi (Hrabê, 1971) **1, 5**
Gianius densespectinis (Erséus, 1987) **10, 11**
Pectinodrilus rectisetosus (Erséus, 1979) **12**
Heterodrilus arenicola Pierantoni, 1902 **12**
H. subtilis (Pierantoni, 1917) **12**
Tubificoides swirencowi (Jaroshenko, 1948) **1, 3, 7**
T. vestibulatus Erséus & Bonomi, 1987 **1, 3, 4, 5**
Aktedrilus cuneus Erséus, 1984 **1, 4, 7, 9, 12, 13**
A. magnus Erséus, 1980 **13**
A. mediterraneus (Erséus, 1980) **10, 11, 15**
A. monospermathecus Knöllner, 1935 **1, 4, 7**
A. sardus Erséus 1987 **16**
Grania maricola Southern, 1913 **12**
G. ovitheca Erséus, 1977 **12**
Grania sp **3**
Marionina spp **12**

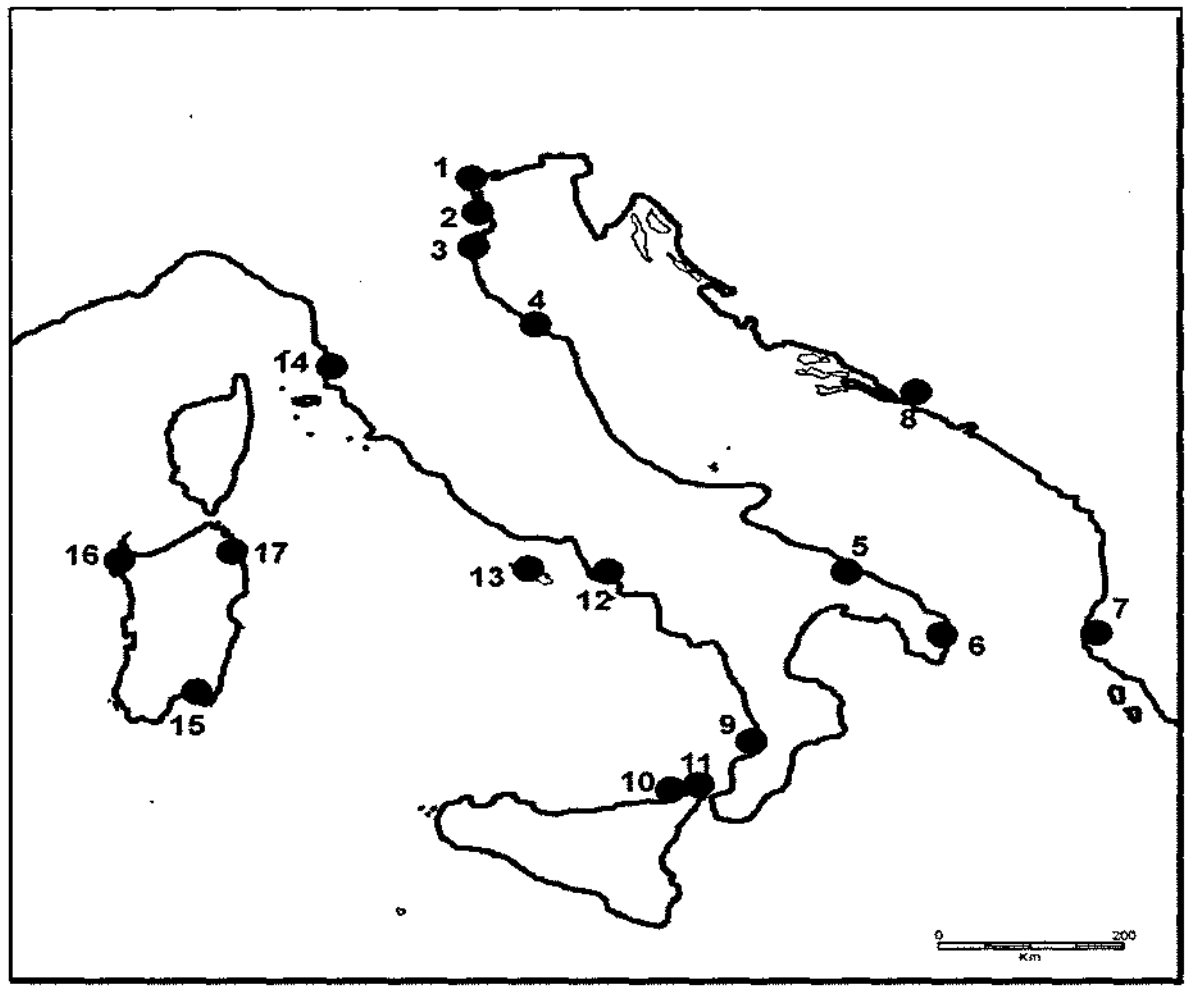


Fig. 1 - Località di campionamento
Sampling localities

Nelle lagune e nelle aree estuariali della costa adriatica, sia a Nord (Casellato, 1986, 1994, 1996; Casellato e Poja, 1984 Casellato e Tenderini, 1988), che a Sud (Casellato, 1999), ho raccolto, in questi ultimi 15 anni, molteplici dati sulla fauna ad Oligocheti e un primo quadro comparativo mi permette di fare una stima del ruolo che questa componente riveste all'interno della comunità bentonica degli ambienti ecologicamente investigati, poiché ho a disposizione dati quantitativi estesi all'intero arco annuale. Confrontando, per esempio, i dati relativi a tre lagune adriatiche: quella di Venezia, di Scardovari (Delta del Po) e di Karavasta (Albania) (Figg. 2 e 3) è interessante notare differenze nella diversa importanza, in termini di numero di specie e densità totali annue, della componente degli Oligocheti. Tali differenze sono, a mio avviso, attribuibili al diverso grado di stabilità dei tre ecosistemi lagunari studiati: la Laguna di Venezia, più antica, molto più stabile e altamente marinizzata, ha una fauna ad Oligocheti più ricca e abbondante delle altre due, la cui origine è più recente, e che, soprattutto, sono ambienti instabili, soggetti a più ampie variazioni di salinità durante l'anno e che risultano in via di trasformazione geomorfologica anche in tempi rapidi (Pano *et al.*, 1975; Zunica, 1985).

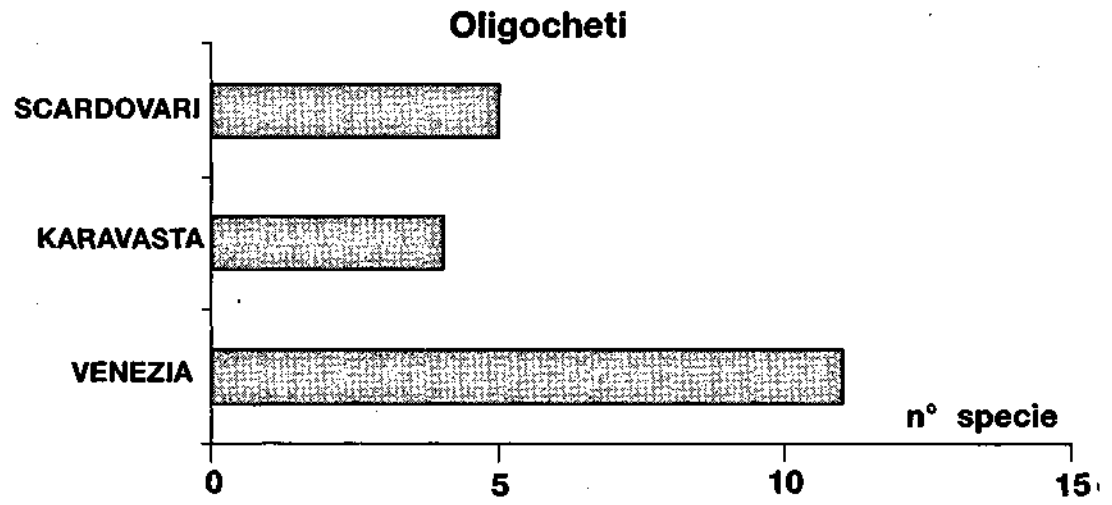


Fig. 2 - Differente n° di specie di Oligocheti in tre lagune che si affacciano sul Mar Adriatico.
Different oligochaete species numbers in three lagoons of the Adriatic Sea.

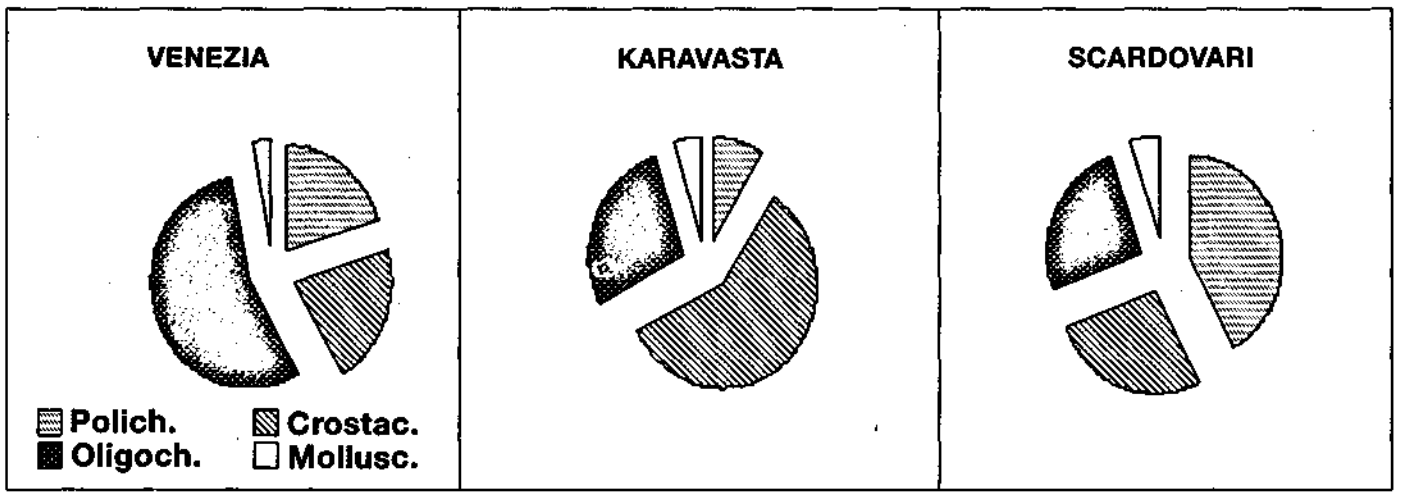


Fig. 3 - Differente importanza in termini di densità totali annue delle varie componenti bentoniche in tre lagune adriatiche.
Different total annual density of benthic groups in three different Adriatic lagoons.

Bibliografia

BONOMI G., ERSÉUS C. (1984) - A taxonomic and faunistic survey of the marine Tubificidae and Enchytraeidae (Oligochaeta) of Italy. Introduction and preliminary results. *Hydrobiologia*, **115**: 207-210.

BONOMI G., ERSÉUS C. (1985a) - Marine Oligochaeta of Italy. A preliminary survey. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 713-714.

BONOMI G., ERSÉUS C. (1985b) - On recent advances in marine oligochaetology, with some notes on Mediterranean marine Tubificidae. *Oebalia*, **11**: 759-762

CASELLATO S. (1986) - Del reperimento di *Bacescuella mediterranea* (Oligochaeta, Tubificidae), specie di un genere poco conosciuto nelle valli da pesca a sud di Chioggia. *Boll. Zool.*, **53** (Suppl.): 72.

CASELLATO S. (1994) - Oligochaete fauna of estuarine areas and lagoons on the Northern Adriatic coast (Italy). *Boll. Zool.*, **61**: 261-269

CASELLATO S. (1996) - Oligochaetes in the Southern basin of the Venetian Lagoon: community composition, species abundance ad biomass. *Hydrobiologia,* **334**: 103-114.

CASELLATO S. (1999) - Oligochaetes of Karavasta Lagoon. Preliminary results. *Hydrobiologia,* **406**: 175-182.

CASELLATO S., POJA R. (1984) - Ecology of tubificids in the lower reaches of the rivers Adige ad Brenta. *Boll. Zool.,* **51**: 339-352

CASELLATO S., TENDERINI L. (1988) - Risultati preliminari di una indagine di ricerca sulla fauna bentonica del Biotopo Bonello (P.to Tolle, RO). *Ambiente e Risorse,* **2**: 73-79.

ERSÉUS C. (1982) - Three new species of the marine genus *Coriallodrilus* (Oligochaeta, Tubificidae) from Italy. *Boll. Zool.*, **49**: 241-247.

ERSÉUS C. (1987a) - Marine Limnodriloidinae (Oligochaeta, Tibificidae) from Italy, with description of three new species. *Boll. Zool.,* **54**: 159-164.

ERSÉUS C. (1987b) - Taxonomic revision of the marine interstitial genus *Aktedrilus* (Oligochaeta, tubificidae), with description of three new species. *Stygologia,* **3** (2): 107-124.

ERSÉUS C. (1987c) - Seven new marine species of *Phallodrilus* (Oligochaeta: Tubificidae) from various parts of Europe, ad a re-examination of the type species *P. parthenopaeus* Pierantoni. *J. Nat. Hyst.*, **21**: 915-931.

ERSÉUS C. (1994) - Marine Tubificidae (Oligochaeta) of Antarctica, with description of three new species of Phallodrilinae. *Zool. Scr.,* **23**: 217-2224.

ERSÉUS C., BONOMI G. (1987) - A new species of *Tubificoides* (Oligochaeta, Tubificidae) from the Adriatic Sea. *Boll. Zool.,* **54**: 165-168.

ERSÉUS C., JAMIESON B.G.M. (1981) - Two new genera of marine Tubificidae (Oligochaeta) from Australia's Great Barrier Reef. *Zool. Scr.*, **10**: 105-110.

ERSÉUS C., SUN DAOYUAN, LIANG YANLING, SUN BIN (1990) - Marine Oligochaeta of Jiaozhou Bay, Yellow Sea coast of China. *Hydrobiologia,* **202**: 107-124.

ERSÉUS C., ROTA E. (1996) - Tubificidae (Oligochaeta) from the Ross Sea (Antarctica), with description of one new genus and two new species. *Polar Biol.*, **16**: 491-496.

HRABÊ S. (1971) - On new marine Tubificidae of the Adriatic Sea. *Scr. Fak. Sci. Nat. Univ. Brno*, **1**: 215-226.

HRABÊ S. (1973) - On a collection of Oligochaeta from various parts of Yugoslavia. *Biol. Vêst.*, **21**: 39-50

HRABÊ S. (1975) - Second contribution to the knowledge of marine Tubificidae (Oligochaeta) from the Adriatic *Sea. Vest. Cs. Spl. Zool.*, **39**: 111-119.

PANO N., SKENDAJ Z., ROKIJ N., XHELI M. (1975) - Kompleksi ujor i Karavastase. *Accademia delle Scienze di Tirana e Ministero dell'industria leggera e alimentare.* (Report).

PIERANTONI U. (1901) - Sopra una nuova specie di oligochete marino (*Enchytraeus macrochaetus* n.sp.) *Monit. Zool. Ital.*, **12**: 201-202.

PIERANTONI U. (1902) - Due nuovi generi di Oligocheti marini rinvenuti nel Golfo di Napoli. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **16**: 113-117.

PIERANTONI U. (1903) - Altri nuovi Oligocheti del Golfo di Napoli (*Limnodriloides* n. gen.) *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **17**: 185-192.

ROTA E., ERSÉUS C. (1996) - Six new species of *Grania* (Oligochaeta, Enchytraeidae) from the Ross Sea. Antarctica. *Antarct. Sci.*, **8** (2): 169-183.

ROTA E., ERSÉUS C. (1997) - A re-examination of *Grania monochaeta* (Michaelsen) (Oligochaeta, Enchytraeidae), with description of two new species from subantarctic South Georgia. *J. Nat. Hist.*, **31**: 27-42.

ZUNICA M. (1985) - Il Delta del Po: elementi per un approccio ecologico. *Boll. Mus. Civv. St. Nat. Venezia*, **29**: 7-18.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 662-665

S. CASELLATO, C. SALMASO

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Colombo, 3 - 35121, Padova, Italia.

STRATEGIE DI DETOSSIFICAZIONE DA METALLI PESANTI IN *TUBIFICOIDES SWIRENCOWI* (JAROSH., 1948): UNA SPECIE ESTUARINA LARGAMENTE DIFFUSA NELL'AREA NORD-ADRIATICA

STRATEGIES OF HEAVY METAL DETOXIFICATION IN TUBIFICOIDES SWIRENCOWI *(JAROSH., 1948): AN ESTUARINE SPECIES WIDESPREAD IN NORTHERN ADRIATIC AREA*

Abstract

Tubificoides swirencowi *is a widespread oligochaete tubificid species in the Lagoon of Venice. Specimens papillated to various extents and others with no papillae at all were collected in different areas of the lagoon throughout the year (May'98-March'99). The phenomenon was correlated with periodic moulting of these organisms living in mud rich in sulphides and heavy metals. They are periodically able to get rid of these toxic products by shedding the old papillary cuticle and gradually forming new papillae from an originally naked cuticle. To quantify the presence of heavy metals precipitated on the cuticular mucus and papillae of the worms a study was performed using scanning microscope, equipped with energy dispersive spectrometry apparatus. A relationship was presumed to exist between heavy metal concentrations in sediments and in the papillary mucus, and the finding of a larger number of papillated specimens was presumed to be a consequence of increased cuticular activity in response to a polluted environment.*

Key-words: *Tubificidae, heavy metals, Venice Lagoon.*

Introduzione

I sedimenti inquinati di ambienti dulciacquicoli e marini-estuarini a livello dei quali si accumula una grande quantità di sostanze xenobiotiche, hanno l'effetto di selezionare la fauna bentonica, riducendone drasticamente la diversità. Tra gli Oligocheti Tubificidi, ci sono specie che hanno messo a punto strategie di disintossicazione che consentono loro di vivere in sedimenti preclusi alla maggior parte degli altri invertebrati bentonici. È nota la capacità di *Tubifex tubifex* di assorbire e concentrare il mercurio dei sedimenti. nel tessuto del cloragogeno, intorno all'intestino (D'Angelo e Signorile, 1973), o lo Zn sulla epidermide (Dean, 1974; Fleming e Richards, 1981), impedendone, in tal modo, la diffusione negli altri organi. Il presente lavoro riporta i dati relativi ad una ricerca sulla capacità di *Tubificoides swirencowi* (Jarosh., 1948), una specie di oligochete tubificide particolarmente abbondante nella zona dove è massimo l'impatto dei reflui inquinanti dell'area industriale di Marghera, di liberarsi periodicamente del muco papillato, che ricopre l'epidermide dove si concentrano alcuni metalli, che sono presenti nei sedimenti. Il muco papillato si riforma, poi dalla nuda cuticola e l'attività cuticolare è tanto più intensa quanto più gli individui sono esposti ad un ambiente inquinato.

Materiali e metodi

Sul muco papillato sopracuticolare di *Tubificoides swirencowi* abbiamo misurato le concentrazioni degli stessi metalli pesanti presenti nei sedimenti facendo

uso di un microscopio elettronico a scansione, equipaggiato con una microsonda: un'area di 1 mm² veniva eccitata da un fascio di elettroni e i raggi X prodotti venivano analizzati con una tecnica di spettrometria ad energia dispersiva.

Sono state considerate due stazioni: st. 1 nel bacino meridionale a Nord-Ovest dell'abitato di Chioggia e st. 2 a Nord-Est dell'abitato di Marghera. Tali stazioni sono state scelte sulla base dei dati di una precedente ricerca (Casellato, 1996), perché presentavano densità medie annue della specie simili, ma due situazioni nettamente diverse per quanto riguarda la percentuale di individui papillati rispetto a quelli con cuticola nuda. Le osservazioni si sono protratte dal maggio 1998 al marzo 1999.

Risultati

Il numero di individui papillati raccolti nella stazione 2 durante l'intero anno è di gran lunga superiore a quello della stazione 1, dove prevalgono nettamente gli esemplari a cuticola nuda (Fig. 1). Le concentrazioni di Cr, Cu, Zn, e Pb misurate nei sedimenti sono state dalle due alle cinque volte più alte nella St. 2 rispetto alla 1. Le concentrazioni di Fe, Ti, Mn, Al, e Si erano dello stesso

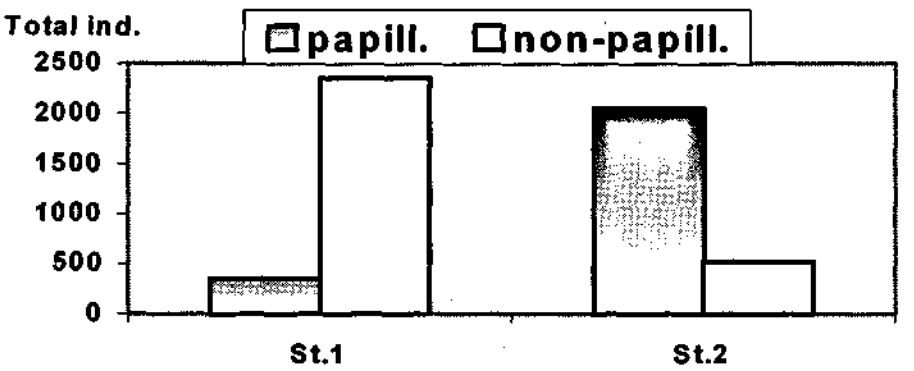


Fig. 1 - Densità totali annue degli individui papillati e non raccolti durante l'anno nelle due stazioni di prelievo.
Total annual density of papillated ad non-papillated specimens in the two sampling stations.

ordine di grandezza (Fig. 2). Le analisi eseguite sugli individui papillati hanno evidenziato la loro capacità di concentrare Cu Zn e Ni sul muco papillare, mentre tali metalli non sono stati trovati sulla nuda cuticola. Altri elementi, come Mn, Cd, Sn, Ba e Pb non si trovano nelle papille, anche se sono presenti nei sedimenti (Fig. 3).

Discussione

Le analisi hanno evidenziato la effettiva capacità di *T. swirencowi* di concentrare sul muco papillare epidermico metalli pesanti come Cu, Zn, Ni, particolarmente abbondanti nella zona di Marghera (St. 2), dove si osservano fattori di arricchimento per Cu, Zn, Cd e Pb, che vanno da 1.2 a 3 rispetto al back-ground lagunare (Degetto *et al.*, 1999). La capacità di concentrare questi metalli e liberarsene con il periodico distacco della cuticola, realizza il loro allontanamento dall'organismo. Un nuovo muco papillare si riforma dalla cuticola nuda, con la precisa funzione di assorbire tali metalli, consentendo alla specie di vivere anche in sedimenti che sono preclusi alla maggior parte degli altri invertebrati bentonici

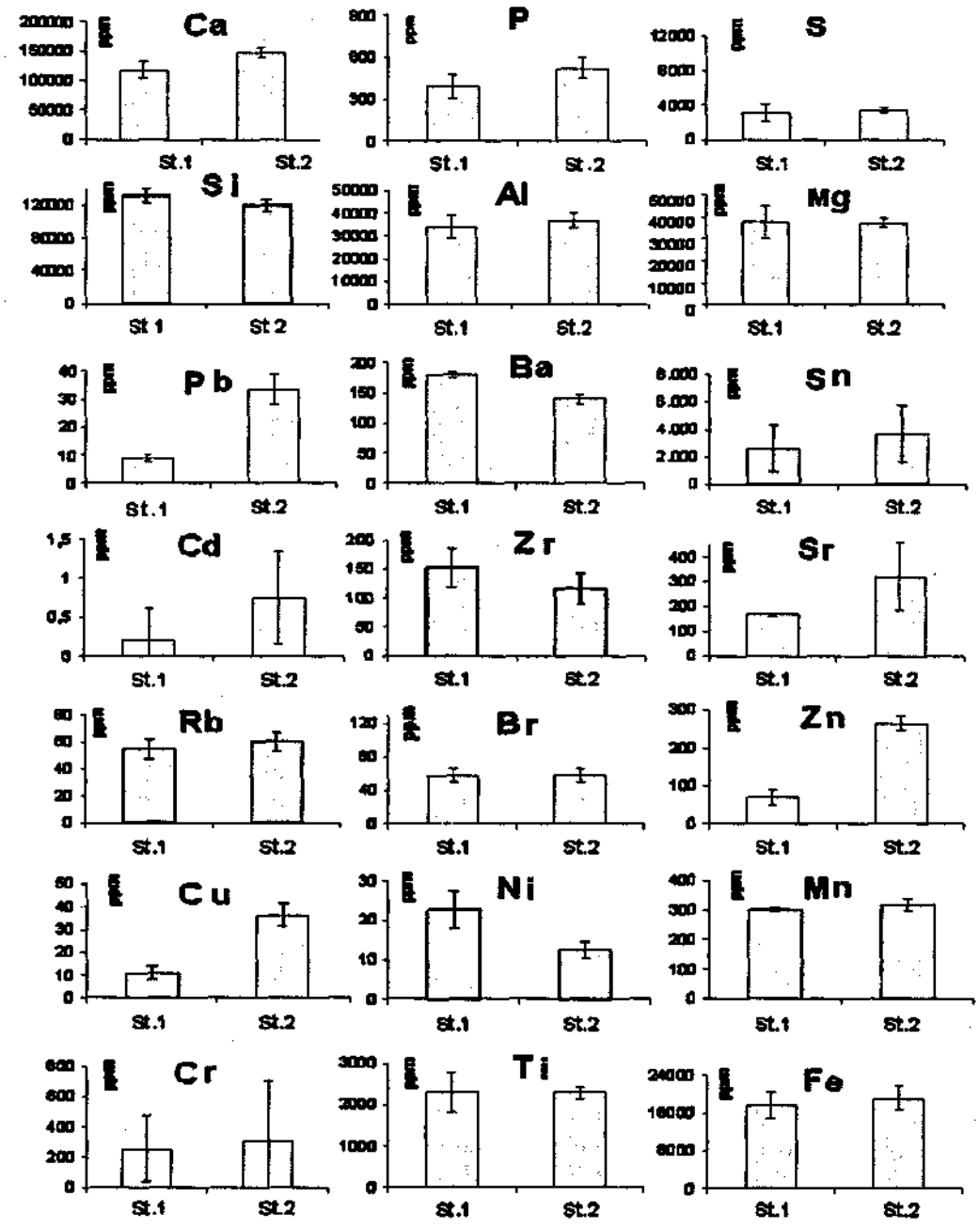


Fig. 2 - Concentrazione dei metalli nei sedimenti delle due stazioni campionate
Sediment metal concentration in the two sampled stations

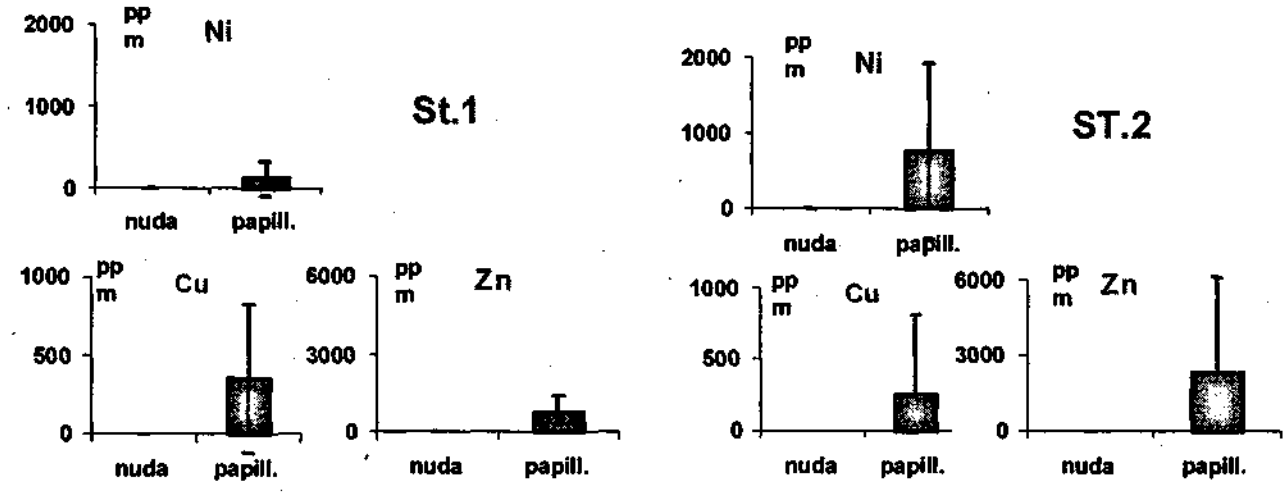


Fig. 3 - Cu, Zn e Ni concentrato sul muco papillare di *T. swirencowi*
Cu, Zn ad Ni concentrated on papillary mucus of T. swirencowi

(Casellato, 1996). Abbiamo, dunque ipotizzato che la presenza di un maggior numero di individui papillati in certe aree della laguna, durante l'intero anno, fosse l'espressione di una maggior attività cuticolare, in risposta alle elevate concentrazioni di metalli pesanti nei sedimenti, con la necessità di un accelerato smaltimento degli stessi.

Bibliografia

CASELLATO S. (1996) - Oligochaetes in the southern basin of the Venetian Lagoon: community composition, species abundance and biomass. *Hydrobiologia,* **334**: 103-114.

D'ANGELO A.M., SIGNORILE G. (1973) - Studio sulla localizzazione del mercurio in anellidi oligocheti (*Tubifex tubifex*). *L'Igiene Moderna,* **66** : 286-293.

DEAN J.M. (1974) - The accumulation of ^{65}Zn and other Radionuclides by Tubificid worms. *Hydrobiologia,* **45**: 33-38.

DEGETTO S., JOBSTRAIBIZER P., MAZZOTTI D. (1999) - Caratterizzazione chimica e mineralogica di sedimenti inquinati e non inquinati della Laguna di Venezia: datazione dei livelli sedimentari e ripartizione sequenziale di Zn, Pb, Cu, Cd. 5° *Congr. Naz. Chim. Ambient. (Lerici 8-11 giugno 1999).*

FLEMING T.P., RICHARDS K.S. (1981) - A technique to quantify surface absorption of heavy metals by soft-bodied invertebrates *Comp. Biochem. Physiol.*, **69**: 391-394.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 666-669

D. CASU, I. MILELLA, A. CASTELLI, M.A. TODARO*

Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Università di Sassari,
Corso Margherita di Savoia, 15 - 07100 Sassari, Italia.
*CIBM "G.Bacci", Livorno e Dip. Biologia Animale, Università di Modena.

INDAGINE SUI POLICHETI MEIOBENTONICI DELLE SECCHE DELLA MELORIA

MEIOBENTHIC POLYCHAETES OF THE MELORIA SHOALS

Abstract

Meiobenthic polychaetes from the Meloria Shoals have been studied over one year period. Fourty species have been found. Saccocirrus papillocercus, Nerillidium mediterraneum, Polyophthalmus pictus *and* Protodorvillea kefersteini *resulted the most abundant species. The community structure seems mainly related to occasional hydrodynamic events.*

Key-words: *benthos, meiofauna, polychaeta, Mediterranean Sea.*

Introduzione

Le Secche della Meloria sono bassifondi rocciosi localizzati a circa 4 miglia dal litorale Livornese; di estremo interesse naturalistico, sono state inserite nella lista delle aree idonee per l'istituzione di parchi marini. Il fondale, prevalentemente roccioso, ha una profondità variabile che degrada fino a 25-30 m circa. Tali aree sono caratterizzate dalla presenza dei cosiddetti "catini", depressioni pressoché circolari del fondale roccioso, profonde circa 1 metro e ricoperte da sabbia grossolana ricca di detrito organogeno.

Nel presente lavoro viene sintetizzata una parte dei risultati riguardanti indagini quantitative e qualitative sulla meiofauna associata a tale sedimento organogeno che da alcuni anni si stanno svolgendo in questo ambiente (Todaro, 1998a, 1998b).

Materiali e metodi

La fauna a policheti è stata studiata in campioni raccolti da operatori subacquei alla profondità di 7 m in uno dei "catini" delle Secche utilizzando un corer di plexiglas di 3,5 cm di diametro. I campionamenti sono stati effettuati mensilmente dal marzo 1996 al febbraio 1997; in ciascun mese sono state prelevate quattro repliche. Sono stati calcolati alcuni fra i principali parametri strutturali dei popolamenti rinvenuti (indice di Shannon-Weaver, H' e indice di Pielou, J).

Risultati e discussione

Nel periodo preso in considerazione i policheti hanno costituito in media l'8.1% del meiobenthos totale risultando il quarto gruppo per abbondanza numerica, preceduti nell'ordine da arpacticoidi, naupli e nematodi. La polichetofauna è risultata costituita da oltre 40 specie appartenenti a 30 generi distribuiti in 15 famiglie (Tab. 1). Le specie più significative dal punto di vista numerico risultano *Saccocirrus papillocercus* (280), *Nerillidium mediterraneum* (115), *Polyophthalmus pictus* (106) e *Protodorvillea kefersteini* (42). Il 40% circa delle

Tab. 1 - Lista delle specie.
Species list.

Spionidae
Pseudopolydora antennata (Claparède, 1870)
Paraonidae
Aricidea cerrutii Laubier, 1966
Levinsenia gracilis (Tauber, 1879)
Opheliidae
Polyophthalmus pictus (Dujardin, 1839)
Phyllodocidae
Genetyllis rubiginosa (Saint Joseph, 1888)
Mystides elongata Southern, 1914
Phyllodoce mucosa (Oersted, 1843)
Phyllodoce sp.
Glyceridae
Glycera rouxii Audouin & Milne-Edwards, 1833
Glycera sp.
Hesionidae
Hesiospina cfr. *similis* (Hessle, 1925)
Ophiodromus pallidus (Claparède, 1864)
Syllidae
Pionosyllis sp.
Streptosyllis websteri Southern, 1914
Syllides edentatus Westheide, 1974
Brania arminii Langerhans, 1880
Exogone naidina Oersted, 1845
Exogone meridionalis Cognetti, 1955
Grubeosyllis alvaradoi (San Martin, 1984)
Grubeosyllis vieitezi (San Martin, 1984)
Sphaerosyllis tetralix Eliason, 1920
Sphaerosyllis xarifae Hartmann-Schroeder, 1960
Sphaerosyllis cryptica Ben Eliahu, 1977
Sphaerosyllis taylori Perkins,1981
Sphaerosyllis thomasi San Martin, 1984
Sphaerosyllis sp. 1
Sphaerosyllis sp. 2
Plakosyllis brevipes Hartmann-Schroeder, 1956
Pseudosyllis brevipennis Grube, 1863
Syllis prolifera (Krohn, 1852)
Sigalionidae
Pholoe synophthalmica Claparède, 1868
Pisionidae
Pisione remota (Southern, 1914)
Eunicidae
Eunice vittata (Delle Chiaje, 1828)
Dorvilleidae
Protodorvillea kefersteini (McIntosh, 1879)
Schistomeringos sp.
Sabellidae
Amphiglena mediterranea (Leydig, 1851)
Nerillidae
Nerilla sp.
Nerillidium mediterraneum Remane, 1928
Sacocirridae
Saccocirrus papillocercus Bobretzky, 1871
Protodrilidae
Protodrilus sp.

specie rinvenute appartengono alla famiglia Syllidae; alcune di esse (ad esempio *Pionosyllis* sp. e alcune specie del genere *Sphaerosyllis*) sono particolarmente interessanti da un punto di vista tassonomico e necessitano di uno studio approfondito che ne chiarisca la effettiva posizione. Nel complesso, le specie presenti sono per lo più elementi interstiziali già segnalati in quest'area da Cognetti (1965), Katzmann (1972), Magagnini (1980); sono comunque presenti anche forme giovanili di specie macrobentoniche che in alcuni casi diventano particolarmente abbondanti; una di queste è ad esempio *Polyophthalmus pictus*, già citata come una delle specie più numerose dell'intera polichetofauna raccolta. L'elevata biodiversità globale (40 specie) contrasta con l'esiguo numero di specie generalmente rinvenute nei singoli mesi (Tab. 2). Il campionamento di agosto si distingue per un numero di individui e di specie particolarmente elevato (Tab. 2); in esso si riscontra anche il valore minimo di equitabilità (Tab. 2) poiché oltre il 53% del popolamento è costituito da *Saccocirrus papillocercus*; l'elevato numero di specie riscontrato ha contribuito comunque alla diversità che raggiunge, in tale mese, il valore massimo (Tab. 2). Non si osservano comunque andamenti specifici nella dinamica stagionale dei parametri strutturali del popolamento totale; questo fatto, unito alle differenze qualitative riscontrate nei diversi mesi, fa ipotizzare che nel "catino" investigato la struttura della comunità sia influenzata

Tab. 2 - Parametri strutturali.
Structural parameters.

	N	S	H'	J
Marzo 1996	11	7	1,86	0,66
Aprile 1996	32	7	1,12	0,40
Maggio 1996	18	5	1,49	0,64
Giugno 1996	10	4	1,09	0,54
Luglio 1996	93	15	1,95	0,48
Agosto 1996	489	22	1,54	0,35
Settembre 1996	78	7	1,29	0,46
Ottobre 1996	22	9	1,71	0,52
Novembre 1996	20	6	1,37	0,53
Dicembre 1996	68	11	1,27	0,37
Gennaio 1997	61	8	1,77	0,59
Febbraio 1997	21	6	1,39	0,54

prevalentemente da eventi occasionali (es. migrazione o immigrazione causate da forti mareggiate), anche se fattori legati al breve ciclo vitale di alcune delle specie presenti e alla stagionalità del reclutamento, messa in evidenza dalla presenza di forme giovanili di specie macrobentoniche, possono contribuire a modificare la struttura del popolamento rilevato. La notevole importanza degli eventi occasionali sembra comunque suffragata anche dalla mancanza di relazione tra le variazioni osservate nel popolamento a policheti e alcune caratteristiche del microhabitat, quali ad esempio il diametro medio dei granuli del sedimento, la temperatura e la sostanza organica totale (Todaro, 1988a).

Bibliografia

COGNETTI G. (1965) - Sillidi mesopsammici delle secche della Meloria (Livorno). *Archo Zool. It.*, **50**: 65-72.

KATZMANN W. (1972) - Polychaeten der Secche della Meloria (Livorno / Italie). *Oster. Akad. Wiss.*, **5**: 102-111.

MAGAGNINI G. (1980) - Archianellidi della Meloria (Livorno). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, Ser. B, **87**: 299-308.

TODARO M.A. (1998a) - *La meiofauna del sedimento organogeno grossolano delle Secche della Meloria; biodiversità ed analisi morfologiche e molecolari per riscontri filogenetici e biogeografici*. Tesi Dottorale, XI ciclo. Università degli Studi di Bologna. 146 pp.

TODARO M.A. (1998b) - La meiofauna del sedimento organogeno grossolano delle Secche della Meloria: i gastrotrichi, biodiversità e dinamica stagionale. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 591-595.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 670-673

G. De Angelis, A. Gatto, A. Zamboni

Laboratori di Ecologia Animale e Biologia Marina, DIP.TE.RIS.,
Università degli Studi di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

CROSTACEI ANFIPODI E DECAPODI DELLA BARRIERA ARTIFICIALE DI LOANO (SV)

CRUSTACEAN AMPHIPODS AND DECAPODS OF THE ARTIFICIAL REEF OF LOANO (SV)

Abstract

Patterns of temporal and spatial variation in the distribution of amphipods and decapods (Crustacea) were investigated on the artificial reef of Loano (Savona, Italy) between March 1996 and April 1997. Sampling was carried out seasonally by suction pump and manifold. Results showed that the complex structure of the artificial reef can host a large variety of amphipod and decapod species.

Key-words: *amphipods, decapods, artificial reef.*

Introduzione

Nell'ambito della fauna vagile delle comunità bentoniche, i crostacei anfipodi e decapodi costituiscono due dei taxa più rappresentati per ricchezza specifica ed abbondanza; lo studio di tali organismi consente di ottenere importanti informazioni per la comprensione e la valutazione dell'ambiente in cui essi vivono.

A seguito di tali considerazioni, si è ritenuto opportuno effettuare uno studio specifico sui popolamenti a crostacei anfipodi e decapodi presenti sulla barriera artificiale di Loano (SV), in vista di una comprensione più ampia dei complessi rapporti trofici tra la barriera e la fauna ittica ad essa associata.

Materiali e metodi

È stata effettuata una serie di campionamenti da marzo '96 ad aprile '97, utilizzando due differenti metodiche:

1. due serie di sorbonate per ogni stagione effettuate sul nucleo centrale della barriera, in tre stazioni differenti per esposizione e substrato:
   - stazione 1: situata alla batimetria dei –18 m all'interno di un foro basso di un blocco inferiore (foro fondo)
   - stazione 2: situata alla batimetria dei –16 m sulla superficie orizzontale del blocco inferiore (piano orizzontale)
   - stazione 3: situata alla batimetria dei –18 m alla base della piramide (fondale)

   Al fine di standardizzare le operazioni di campionatura, sono state utilizzate per le stazioni 2 e 3 aree di campionamento costanti pari a 30 x 40 cm (0,12 m^2). La stazione 1 presenta un'area irregolare difficilmente quantificabile.
2. raccolta ed analisi, a cadenza stagionale, di strutture solide artificiali immerse nei pressi dei blocchi. Si tratta di collettori in materiale plastico, simili a coppi per utilizzo edile, legati gli uni agli altri a gruppi di tre e fissati su una cima posta tra una piramide e l'altra del nucleo centrale della barriera.

Una descrizione accurata della barriera si trova in Relini *et al.* (1995).

Per ogni campione raccolto è stato calcolato l'indice di diversità di Shannon (1948), separatamente per anfipodi e decapodi.

Risultati e discussione

Sono stati raccolti e classificati complessivamente 1341 anfipodi, appartenenti a 48 specie, e 1117 decapodi, appartenenti a 41 specie (Tab. 1). Si tratta di un numero di specie molto elevato, soprattutto in considerazione dell'area di studio, che evidenzia l'importante ruolo della barriera nel creare microhabitat diversificati al suo interno, capaci di rispondere alle esigenze di rifugio e trofiche quanto più possibile diversificate (Bombace, 1995).

La tabella 1 permette di osservare come numerose specie si ritrovino esclusivamente o preferenzialmente in uno solo dei siti analizzati: più in particolare, per quanto riguarda gli anfipodi, i campioni raccolti sul piano orizzontale dei blocchi risultano ricchi di specie legate alla biocenosi delle Alghe Fotofile (*Dexamine spinosa*, *Phtisica marina*, *Stenothoe monoculoides*, diverse specie di Aoridae), mentre sul foro alla base dei blocchi, dove si accumula il sedimento e la luce è più ridotta, e sul fondale adiacente alle piramidi prevalgono specie che nel sedimento trovano rifugio e nutrimento (*Perioculodes longimanus*, *Gammarella fucicola*, *Urothoe elegans*, etc.). Per i decapodi, si osserva una predominanza di Brachiuri nei campioni prelevati tramite sorbonate (soprattutto sul piano orizzontale) e una notevole abbondanza di Natanti nei campioni prelevati tramite collettori. Tali strutture, grazie alla loro articolazione, offrono maggior riparo rispetto ai blocchi della barriera e si trovano ad ospitare numerose specie (15 di anfipodi e 8 di decapodi) non presenti sui blocchi o sul fondale intorno alla barriera, confermando così l'importanza e la necessità di un campionamento diversificato effettuato con campionatori di diverso tipo.

Le tabelle 2 e 3 riportano il numero di individui e di specie raccolti in ciascun campione e la media dell'indice di diversità di Shannon nei diversi campioni. Si può osservare che sul piano orizzontale dei blocchi, dove esiste una ricca biocenosi ad Alghe Fotofile, i popolamenti ad anfipodi e decapodi sono chiaramente influenzati dal corso delle stagioni, mentre nella sabbia intorno ai blocchi (St3) sembrano risentire meno delle variazioni stagionali, così come nelle anfrattuosità ben riparate dei collettori. La serie di campioni raccolti sul foro di fondo va analizzata con cautela, per la grande variabilità di tale sito, che talvolta si presenta ricco di sedimento mentre altre volte ne è quasi completamente privo.

Tra le specie raccolte, inoltre, numerose sono quelle segnalate in letteratura (Ruffo S. (ed.), 1998; Pérès e Picard, 1964) come tipicamente associate a *Posidonia oceanica*, come è mostrato nella tabella 1. La presenza di tali specie, tenendo conto del fatto che una prateria di *P. oceanica* si estende vicino alla barriera da cui provengono i campioni, permette di ipotizzare uno scambio tra la prateria suddetta e la barriera stessa, che potrebbe essere colonizzata e usata come rifugio da specie provenienti dal Posidonieto.

Tab.1 – Numero di individui per specie raccolti sulla barriera artificiale di Loano (SV) tramite sorbona nelle 3 differenti stazioni (St1=foro fondo; St2=piano orizz.; St3=fondale) e tramite collettori (C). La colonna "P" riporta le specie tipicamente associate a *P. oceanica.*

Number of specimens per species collected on the artificial reef of Loano (SV) using suction pump (St1=lower hole; St2=horizontal surface; St3=sea bottom) and manifold (C). Column "P" shows the species tipically associated with P. oceanica.

CROSTACEI ANFIPODI	St1	St2	St3	C	P	CROSTACEI DECAPODI	St1	St2	St3	C	P
Gammaridei						**Natanti**					
Ampelisca sp.			6			*Alpheus dentipes*	3	4	2	152	*
Amphilochus brunneus			11		*	*Alpheus macrocheles*				5	*
Ampithoe ramondi				5	*	*Athanas nitescens*	2			198	*
Ampithoe sp.				2		*Eualus occultus*		1		2	
Aoridae		19	4	5		*Lysmata seticaudata*				170	*
Apherusa sp.		5	1	1		*Palaemon xiphias*				27	*
Atylus guttatus	1				*	*Thoralus chranchii*	1	7	2	167	*
Colomastix pusilla				2	*	Larve	6	7			
Corophium acherusicum				5							
Corophium acutum				11	*	**Anomuri**					
Corophium sextonae				5	*	*Anapagurus sp.*		1			
Corophium sp				16		*Anapagurus bicorniger*	3		1		
Dexamine spiniventris		7		3	*	*Anapagurus breviaculeatus*	6	5	9		*
Dexamine spinosa	1	92	5	5	*	*Anapagurus chiroacanthus*		1	5		
Dexamine sp.	1	20		1		*Calcinus tubularis*			1		
Ericthonius punctatus				1	*	*Cestopagurus timidus*		1		1	*
Ericthonius sp		1	2			*Galathea bolivari*	1	6	1	64	*
Gammarella fucicola	10	2	7		*	*Galathea intermedia*		1		8	
Gitana sarsi				3	*	*Galathea nexa*				2	
Guernea coalita		1				*Galathea strigosa*				2	
Harpinia dellavallei			4			*Paguristes syrtensis*	1				
Harpinia sp.	2		8	2		*Pagurus chevreuxi*		2	1	4	*
Hippomedon massiliensis			2			*Pagurus sp.*	3		1		
Iphimedia carinata				4		*Pisidia longicornis*				1	
Iphimedia jugoslavica				2							
Iphimedia minuta			1		*	**Brachiuri**					
Iphimedia quasimodus				11		*Achaeus cranchii*	1	3		1	
Iphimedia sp.				2		*Ebalia cranchii*	1				
Jassa marmorata				33		*Ebalia deshayesi*		1	3		*
Lembos websteri		2			*	*Ebalia edwarsi*	3		1		
Leptocheirus pectinatus				1		*Ethusa mascarone*	1	1	3	1	
Leptocheirus sp.		2				*Herbstia condyliata*			1	17	
Leucothoe spinicarpa				1	*	*Ilia nucleus*	1		1		
Leucothoe sp				2		*Inachus comunissimus*			2		
Maera grossimana	1				*	*Inachus leptochirus*		2			
Megaluropus massiliensis		2	1		*	*Inachus toracicus*		1			
Metaphoxus simplex		6		2	*	*Liocarcinus zariquieyi*		1			
Microdeutopus versiculatus		1	2		*	*Liocarcinus sp.*	1	1			
Microdeutopus sp		17				*Macropodia czerniavskii*		5			
Microjassa cumbrensis				1		*Macropodia linaresi*	2	5			
Monoculodes carinatus			1		*	*Microcassiope minor*	1		3		
Monoculodes sp.	3					*Palicus caronii*	1	1			
Pereionotus testudo		20		1	*	*Parthenope massena*	1	6	5		
Perioculodes longimanus	18	2	112			*Pilumnus hirtellus*	1	8	2	130	
Photis longicaudata			1		*	*Pilumnus villosissimus*				2	
Photis sp.			1			*Pisa corallina*		1			*
Pontocrates arenarius	1	5		1		*Sirpus zariquieyi*		1			
Stenothoe eduardi				105	*						
Stenothoe monoculoides	1	65		14	*	**Macruri**					
Stenothoe tergestina		7				*Upogebia sp.*				6	*
Stenothoe valida		2									
Stenothoe sp.		7		11							
Synchelidium haplocheles			8								
Synchelidium longidigitatum		7		1	*						
Synchelidium maculatum		12	6								
Synchelidium sp.			4								
Urothoe elegans	8	2	44		*						
Westwoodilla rectirostris			7								
Caprellidei											
Parvipalpus linea		1	1								
Phtisica marina	3	119	38	42							

Tab. 2 – Numero di individui e di specie di decapodi per ogni campione. Nell'ultima colonna è riportata la media dell'indice di Shannon nei diversi campioni.

Number of specimens and species of decapods for each sampling. In the last column the average of Shannon index in the different samplings is given.

	foro fondo		piano orizz.		fondale		collettori		Indice di Shannon
	n°ind	n°sp	n°ind	n°sp	n°ind	n°sp	n°ind	n°sp	
mag-96	3	1	8	5	0	0	45	10	0.490
giu-96	5	3	1	1	1	1			0.138
lug-96	5	3	9	8	6	4			0.626
set-96	8	7	30	12	18	10	402	11	0.879
ott-96	8	6	10	4	11	3			0.505
nov-96	1	1	4	3	1	1	258	13	0.321
gen-97	5	4	2	2	1	1			0.293
mar-97	0	0	2	2	6	2	117	9	0.410

Tab. 3 – Numero di individui e di specie di anfipodi per ogni campione. Nell'ultima colonna è riportata la media dell'indice di Shannon nei diversi campioni.

Number of specimens and species of amphipods for each sampling. In the last column the average of Shannon index in the different samplings is given.

	foro fondo		piano orizz.		fondale		collettori		Indice di Shannon
	n°ind	n°sp	n°ind	n°sp	n°ind	n°sp	n°ind	n°sp	
mag-96	0	0	7	3	0	0	67	15	0.695
giu-96	21	8	80	16	82	7			0.730
lug-96	30	7	62	13	22	5			0.687
set-96	1	1	142	16	23	5	76	16	0.555
ott-96	0	0	64	9	57	9			0.690
nov-96	1	1	31	7	75	10	8	4	0.445
gen-97	3	3	68	8	31	8			0.610
mar-97	0	0	15	4	15	6	98	10	0.590

Bibliografia

BOMBACE G. (1995) - Le barriere artificiali nella gestione razionale della fascia costiera italiana. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 1-14.

SHANNON C.E. (1948) - A mathematical theory of communication. *Bel. Syst. techn. fourn.*, **27**: 379-423, 623-656.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - *Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. Rec. trav. St. Mar. Endoume*, **47** (bull. 31): 1-137.

RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1995) - La barriera artificiale di Loano. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 21-64.

RUFFO S. (ed.) (1998) - The Amphipoda of the Mediterranean. Part 4. *Mem. Inst. Ocean.*, Monaco, **13**: 815-959.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 674-676

A. Dell'Acqua, A. Zamboni

Laboratori di Ecologia Animale e Biologia Marina, DIP.TE.RIS.,
Università degli Studi di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

I POLICHETI DELLA BARRIERA ARTIFICIALE DI LOANO

LOANO ARTIFICIAL REEF POLYCHAETES

Abstract

In this work is studied the polychaete fauna living on the artificial reef of Loano (Ligurian Sea). Preliminary data about polychaete distribution and feeding guilds are reported. Used samplers (Air lift sampler, roof tiles and plastic boxes) resulted useful for qualitative analysis, but not completely satisfactory for more advanced investigations.

Key-words: *Loano artificial reef, polychaetes, feeding guilds.*

Introduzione

Nelle acque antistanti il comune di Loano è stata costruita, nel 1986, una barriera artificiale, nel tentativo di recuperare questo tratto di costa fortemente degradato e di impedire la pesca a strascico illegale (entro i 50 m di profondità). Nell'arco del '96 e del '97, in occasione di una campagna di studio sul benthos della barriera, è stato condotto uno studio sul popolamento a policheti.

Materiali e metodi

Per lo studio del popolamento a policheti nella zona della barriera artificiale di Loano, sono state utilizzate diverse tecniche di campionamento:

1) Coppi per utilizzo edile (lungh. 50 cm, alt. 12 cm, diam. 10 cm), impilati e legati a gruppi di tre; 5 prelievi in totale.
2) Cassette di plastica (50 × 30 × 20 cm) appoggiate ai piedi della piramide "1 Est" della barriera; 4 campioni in totale.
   Coppi e cassette sono stati prelevati una volta per stagione dopo due-tre anni di immersione.
3) Sorbona, di costruzione artigianale, con la quale sono stati effettuati due prelievi per stagione, ciascuno ripetuto in tre siti differenti di una piramide del nucleo centrale della barriera: in un foro sul lato verticale di uno dei quattro cubi alla base (F.F.), su due aree standard di 30 × 40 cm, il piano orizzontale del cubo (P.O.) ed il fondo sabbioso ai piedi della piramide stessa (F.S.) - 8 prelievi in totale.

Per una descrizione approfondita della barriera si rimanda a Relini *et al.* (1995).

Tutte le specie di policheti rinvenute sono state suddivise nelle rispettive categorie trofiche (carnivori, detritivori, erbivori, filtratori, limivori, onnivori) per procedere all'analisi funzionale (Fauchauld e Jumars, 1979; Gambi *et al.*, 1982).

Risultati e discussione

Complessivamente, con le tre metodiche di campionamento utilizzate sono stati prelevati 432 policheti, appartenenti a 47 specie e 24 famiglie. La specie con il maggior numero di individui (76) è *Polyophthalmus pictus*, seguono con un numero

di individui decisamente inferiore *Harmothoe* sp. (42), *Lysidice ninetta* (24), *Glycera tesselata* (20) ed *Eunice harassii* (20).

Sui coppi e sulle cassette, che presentano popolamenti a policheti più simili tra loro rispetto a quelli campionati con la sorbona, sono state trovate per lo più specie di substrato duro come *Dodecaceria concharum, Glycera tesselata, Trypanosyllis zebra, Platynereis dumerilii,* che è specie tipica dei popolamenti algali fotofili superficiali ed *Eunice harassii,* a larga ripartizione.

Si è riscontrata anche la presenza di alcune specie di fondo molle come *Lumbrineris latreilli,* a larga ripartizione, *Chaetopterus variopedatus* e *Sthenelais boa,* probabilmente a causa della presenza di fessure che si riempiono di sedimento.

Per quanto riguarda i campionamenti effettuati con la sorbona occorre distinguere tra i tre siti di prelievo: sul piano orizzontale (P.O.) della piramide è stata trovata la maggior ricchezza di Policheti, in particolare un consistente numero di individui della specie *Polyophthalmus pictus,* propria delle biocenosi ad alghe fotofile. Nel foro sul fondo della piramide (F.F.) e nel fondo sabbioso ai piedi di questa (F.S.) è invece stato trovato un misto di specie di fondo molle: *Owenia fusiformis* (SFBC pref.), *Laetmonice hystrix* (DC excl.), *Paradoneis lyra* (SVCM excl.) e *Scolaricia typica,* quest'ultima indicata da Peres e Picard (1965) come esclusiva SGCF (Sabbie Grossolane sotto l'influenza di Correnti di Fondo), ma presente anche in sabbie fini e detrito infangato. Sono state rinvenute anche specie di substrato duro come *Glycera tesselata, Lysidice collaris* e *Polyophthalmus pictus.*

Dall'analisi funzionale risulta che complessivamente sono più abbondanti gli onnivori (42,1% del totale), seguiti dai carnivori con il 24,7%, dagli erbivori con il 12,5% e da percentuali più basse di detritivori e filtratori, confermando che i policheti hanno un ruolo a tutti i livelli della rete trofica.

A risultati particolarmente interessanti porta l'analisi funzionale relativa ai popolamenti di policheti nei diversi siti campionati con la sorbona (Fig. 1): infatti sul P.O. risulta un 72% di Onnivori, un 16% di carnivori, un 11% di erbivori e piccole percentuali di filtratori, detritivori e limivori.

Nel F.F. e nel F.S. si ha una riduzione della varietà di gruppi trofici e la scomparsa degli erbivori, probabilmente per la riduzione della luce e quindi delle alghe. Si osserva invece un forte incremento dei limivori, probabilmente per un maggior accumulo di particelle fini: nel F.F. i limivori ammontano al 66%, mentre nel F.S. costituiscono il 53% del totale.

Conclusione

Da questa indagine preliminare del popolamento a policheti sulla barriera di Loano risulta complessivamente una buona diversità di specie.

Il fatto che coppi e cassette, che hanno popolamenti simili, presentino una maggiore diversità di specie rispetto ai campioni prelevati con la sorbona è dovuto probabilmente all'attrezzo stesso che ha prelevato soltanto Policheti di piccole dimensioni, risultando quindi in qualche modo selettivo in base alla taglia degli organismi. Probabilmente la sorbona non aveva la forza di aspirare gli Anellidi di taglia superiore a ca. 1 cm, o il sistema di prelievo lasciava il tempo a questi di fuggire e trovare rifugio.

Tuttavia, i tre tipi di campionamento sono risultati utili per ottenere una indicazione qualitativa del popolamento, ma si sono rivelati inadatti per indagini più approfondite, rendendo consigliabile sostituirli in futuro, per esempio, con raschiate sulla barriera e palettate ai piedi di questa.

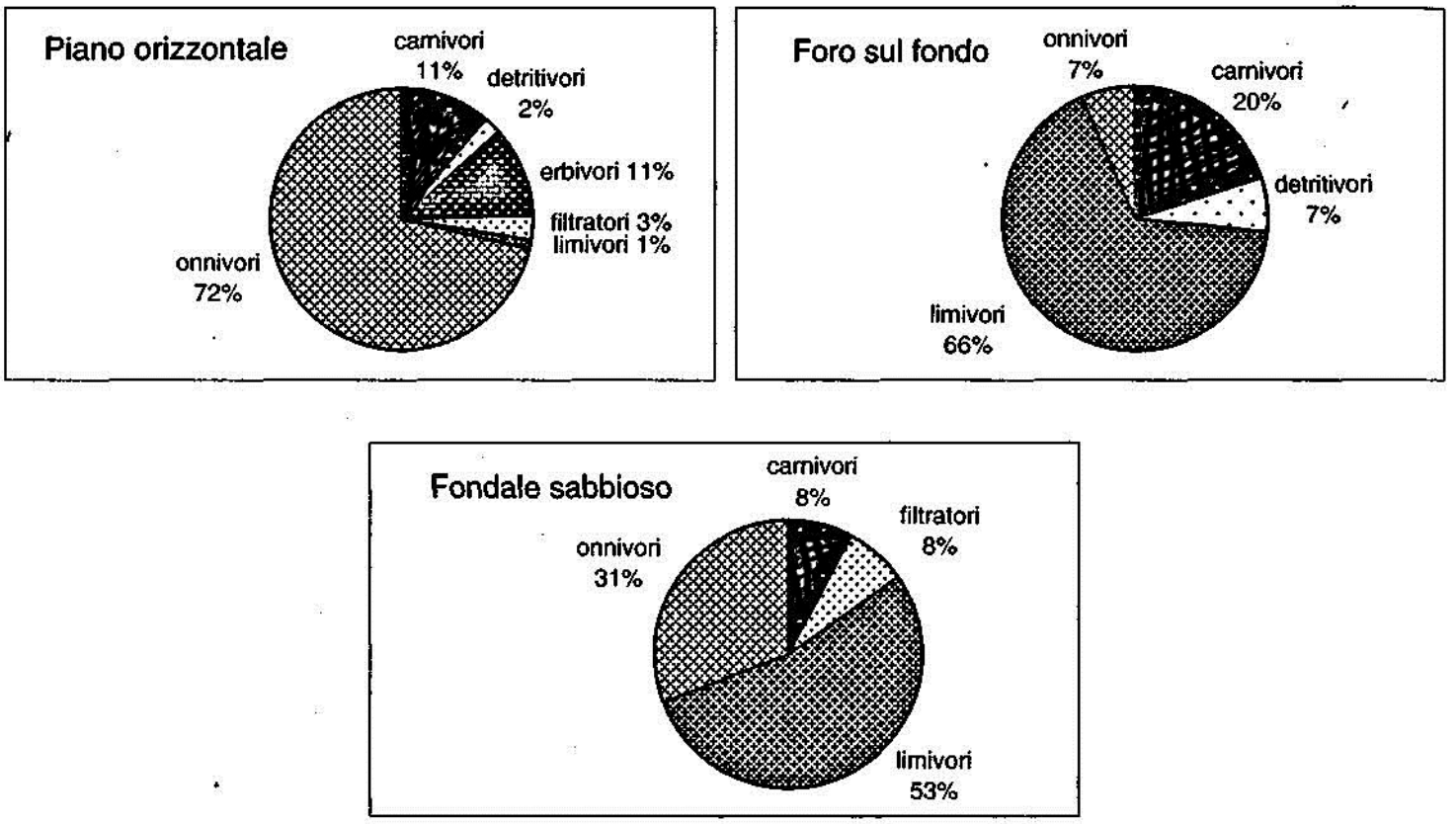


Fig. 1 – Categorie trofiche nei tre differenti siti campionati con la sorbona sulla barriera. *Feeding guilds on three different places sampled with air lift sampler on the artififcial reef.*

A risultati particolarmente interessanti porta l'analisi funzionale relativa ai popolamenti di policheti nei diversi siti campionati con la sorbona: infatti mentre sul P.O. risulta una elevata percentuale di Onnivori, seguiti da erbivori, carnivori e piccole percentuali di filtratori, detritivori e limivori, nel F.F. e nel F.S. si ha una riduzione della varietà di gruppi trofici ed un forte incremento dei limivori, probabilmente per un maggior accumulo di particelle fini.

Bibliografia

FAUCHAULD K., JUMARS P.A. (1979) - The diet of the worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **17**: 193-284.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1982) - Gruppi trofici dei Policheti di fondo mobile: un esempio alla foce del Tevere. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **50** (Suppl): 202-207.

RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1995) - La barriera artificiale di Loano. *Biol. Mar. Medit.,* **2** (1): 21-64.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 677-679

V. Di Martino, G. Marino, M.C. Blundo
Dipartimento di Botanica, Università di Catania, Via A. Longo, 19 - 95125 Catania, Italy.

QUALITATIVE MINIMAL AREA OF A MACROALGAL COMMUNITY ASSOCIATED WITH *HALOPHILA STIPULACEA* FROM SOUTH-EASTERN SICILIAN COAST (IONIAN SEA)

AREA MINIMA DELLA MACROFLORA ASSOCIATA A HALOPHILA STIPULACEA *DELLA COSTA SUD-ORIENTALE DELLA SICILIA (MARE JONIO)*

Abstract

A study on the qualitative minimal area of a community with Halophila stipulacea *from Capo Meli near Syracuse (south-eastern Sicilian coast - Ionian Sea) is presented.* H. stipulacea *is mixed with* Caulerpa racemosa *which, however, is not showing high cover values. For the qualitative minimal area study of the community, the method of imbricate quadrates of increasing areas, proposed by Pizzuto & Serio (1994), was used. Both in Autumn and Spring a qualitative minimal area of 900 cm² was recorded with 79 and 45 species, respectively. Flowering of* H. stipulacea, *with many male and female flowers, was observed in October 1998.*

Key-words: Halophila stipulacea, *qualitative minimal area, macroalgae, flowering, Ionian Sea.*

Introduction

Halophila stipulacea (Forsskål) Ascherson is a little seagrass probably introduced in the Mediterranean Sea from the Red Sea after the opening of the Suez Canal. It was first recorded in Italy by Villari (1988) who found it in the Bay of Giardini-Naxos (South of Messina). The other records of this species for Italy are summarized by Di Martino (1999).

In 1997, in the infralittoral soft bottoms south of Syracuse two large beds of that seagrass were recorded. The first bed is located at «Capo Meli» in Maddalena Peninsula, at a depth of 21 m (Di Martino, 1999). The second bed covers a surface of 15 hectares. It is located along the coast between «Punta del Cane» and «Punta del Corvo» (near Ognina of Syracuse) and it extends from 11 m to 21 m depth.

Materials and methods

The *H. stipulacea* bed object of the present study, located at "Capo Meli", occurs in a coastal zone with low hydrodynamics between the deep limit of a *Cymodocea nodosa* meadow and the shallow limit of a *Posidonia oceanica* meadow. *H. stipulacea* bed extends on fine sands and organic deposits covering a dead "matte" of *P. oceanica.*

The samples were collected by SCUBA, in Autumn (October 1998) and Spring (April 1999), at 21 m depth.

For the qualitative minimal area study of the *H. stipulacea* bed, the method proposed by Pizzuto & Serio (1994) for algal communities with *Cystoseira* spp., was used. That, because of both the habit of the plant and the structure of the

community, are similar to an alga and an algal community with *Caulerpa* sp. (for example *C. prolifera*).

The initial sample was a quadrat of 10 × 10 cm. Then a contiguous surface was sampled extending the first quadrat of 10 cm along two directions. So, the sub-sample obtained, which included the first quadrat, was a quadrat of 20 × 20 cm. The next sub-sample of 30 × 30 cm was obtained similarly, but extending the former quadrat along two directions opposite to the previous. The same process was used up to reach a quadrat of 40 × 40 cm having the initial sample in the centre.

All samples were preserved in a solution of seawater and formaldehyde at 4%. All species were identified in laboratory: first those of the initial sample, then those of the further sub-samples, the species found in the previous ones not having been considered. From those data, autumn and spring area-species curves of the *Halophila* bed were drawn (Fig. 1).

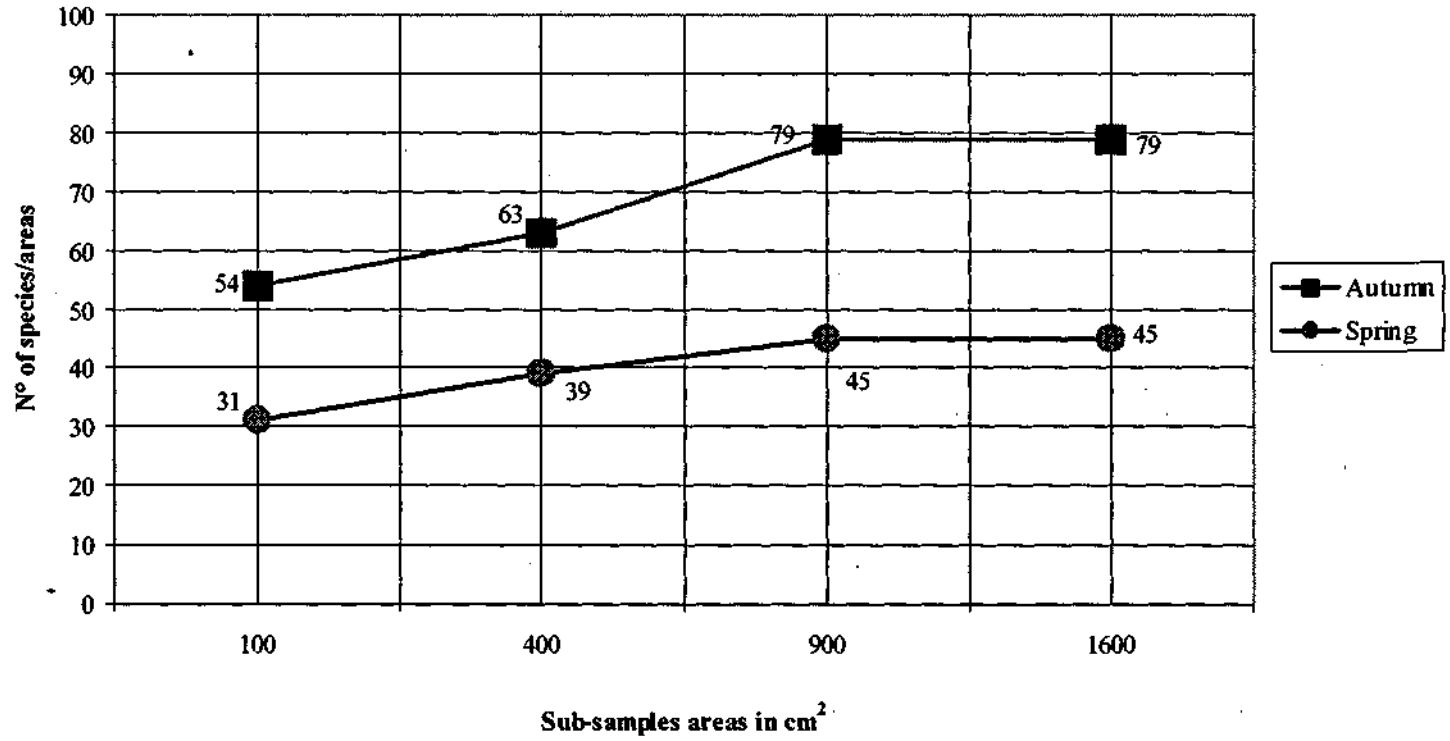


Fig. 1 - Area/species curves in Autumn and Spring.
Curve area/specie in autunno e primavera.

Results and conclusions

H. stipulacea of the south eastern Sicilian coast is mixed with the introduced, invasive green alga *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh. In appearance the two species are not in competition for the substratum. In fact, *C. racemosa* does not show high cover values as it does in other localities. In October 1998 the seagrass showed a massive flowering with many male and female flowers.

In both seasons the area/species curves grow up rapidly to an area of 900 cm^2. Then, they do not show any significant increases to 1600 cm^2, becoming

flat at higher values (Fig. 1). So, from this study a qualitative minimal area of 900 cm², in a quadrat of 30x30 cm, resulted.

In this qualitative minimal area were found 79 algal species in Autumn (of which 61 epiphytic on both leaves and rhizomes of *H. stipulacea*) and 45 algal species were found in Spring (of which 39 epiphytic). The number of epiphytic species is noteworthy for such a little seagrass. In fact, in recent studies carried out by Giaccone & Di Martino (1995; 1997) and Di Martino e Giaccone (1996), on communities with *Caulerpa prolifera* Lamouroux, *C. racemosa* and *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh respectively, a qualitative minimal area of 3600 cm² was calculated for all the three communities. In such an area 34, 52 and 34 algal species were found, respectively.

The finding of many flowers; both males and females (rarely reported for *H. stipulacea* in the Mediterranean) suggests the good vegetative conditions of the studied meadow.

Acknowledgements

The Authors are very grateful to Dr. Maria Cristina Gambi, Prof. Giuseppe Giaccone and Prof. Giovanni Furnari for their helpful suggestions.

References

DI MARTINO V. (1999) - Vegetali marini tropicali in Calabria e Sicilia. Distribuzione ed ecologia. In: Gravez V., Boudouresque C. F., Meinesz A. & Scabbia G. (eds), *Proceeding of "Fourth International Workshop on* Caulerpa taxifolia", Lerici (SP - Italy), 1-2 February 1999, Abstract: 81.

DI MARTINO V., GIACCONE G. (1996) - La vegetazione a *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh nel Principato di Monaco. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat.*, Catania, **29** (351): 169-183 + 2 tab.

GIACCONE G., DI MARTINO V. (1995) - La vegetazione a *Caulerpa racemosa* (Forsskäl) C. Agardh nella Baia di S. Panagia (Sicilia Sud-Orientale). *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat.*, Catania, **28** (349): 59-73.

GIACCONE G., DI MARTINO V. (1997) - Inquadramento fitosociologico ed ecologia della vegetazione a caulerpe in Mediterraneo. *Atti del Convegno S.O.S.* Caulerpa? *Introduzione di nuove specie nel Mediterraneo e compatibilità con quelle presenti. Cagliari 25 Novembre 1996:* 69-86.

PIZZUTO F., SERIO D. (1994) - A study on the qualitative minimal area of two *Cystoseira* (Cystoseiraceae, Fucophyceae) communities from Eastern Sicilian coast (Ionian Sea). *Giorn. Bot. Ital.*, **128** (6): 1092-1095.

VILLARI R. (1988) - Segnalazioni Floristiche Italiane: 565. *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae). Genere e Specie nuovi per l'Italia. *Inform. Bot. Ital.*, **20**: 672

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 680-682

M.G. Faienza, A. Pizzuto, S. De Zio Grimaldi

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

UNA NOTULA SULLA FAUNA GASTROTRICOLOGICA DEL LITORALE ADRIATICO PUGLIESE

A NOTE ON THE GASTROTRICHA OF THE APULIAN ADRIATIC COAST

Abstract

Sediment samples of different grain size distribution were collected in order to study the Gastrotricha of south Adriatic coast. The coarse sand sample obtained from a P. oceanica *meadow (Mola di Bari) contained the highest number of species. The medium-fine (Monopoli) and the fine sand (Polignano) samples were considerably lower in number of species. Our results are consistent with previous data concerning the ecology of Gastrotricha and other meiofaunal groups.*

Key-words: *Gastrotricha, Apulian Adriatic Sea.*

Introduzione

I dati della letteratura sui gastrotrichi dell'Adriatico riguardano soprattutto raccolte effettuate lungo le coste dei bacini settentrionale (Hummon *et al.*, 1990) e centrale (Hummon *et al.*, 1993) di questo mare.

Lungo il litorale adriatico pugliese, sono stati fatti prelievi solo in alcune località del Gargano e del Salento (Hummon *et al.*, 1992); pertanto si è voluto intraprendere uno studio sulla fauna a gastrotrichi presente nei sedimenti marini dell'Adriatico Meridionale (Faienza *et al.*, 1999; Fregni *et al.*, 1998), delimitato da Vieste a Nord e da Otranto a Sud, per accrescere le conoscenze di questo gruppo anche in questo tratto della costa non ancora studiata.

Le località a cui si riferiscono i risultati riportati in questo lavoro sono situate poco a sud di Bari, al centro, quindi della costa dell'Adriatico Meridionale.

Materiali e metodi

Le località di campionamento sono Mola di Bari, Polignano e Monopoli, distanti tra loro circa 10 Km.

I prelievi sono stati effettuati, nelle tre differenti stazioni, direttamente in immersione subacquea autonoma, nei primi metri di profondità.

A Mola i campioni sono stati prelevati in località Porto Colombo a 3 metri di profondità, nel sedimento presente nei canali inter-matte di un posidonieto; sia a Polignano, in località Cala Paura, che a Monopoli, in località Cala Incina, i campioni sono stati raccolti su fondi incoerenti a 5 metri di profondità, all'interno di insenature delimitate da coste a falesia e, quindi, con un basso idrodinamismo.

Il materiale è stato in parte analizzato *in vivo* e in parte fissato in formalina al 5%, previa narcosi con cloruro di magnesio al 7%. La meiofauna è stata separata dal sedimento mediante un veloce lavaggio in acqua dolce e successiva filtrazione attraverso un setaccio a maglie di 45 mm; l'identificazione specifica è stata effettuata tramite microscopio ottico a contrasto di fase.

L'esame granulometrico, è stato eseguito attraverso 13 setacci con maglie da 841 a 74 mm.

La sabbia della stazione di Mola è risultata eterogenea (poorly sorted) grossolana, con un massimo granulometrico a 840 μm, a differenza delle sabbie delle altre due stazioni, Monopoli e Polignano, che sono risultate rispettivamente medio fini e fini, con massimo granulometrico a 250 μm e 125 μm.

Risultati e conclusioni

L'indagine preliminare ha portato al rinvenimento di 15 specie, 4 delle quali appartenenti all'ordine Chaetonotida (2 generi) e 11 all'ordine Macrodasyida (5 generi) (Tab. 1). Di alcuni esemplari dei generi *Urodasys* e *Tetranchyroderma* non è stato possibile l'identificazione a livello specifico, perché danneggiati.

Tab. 1 - Distribuzione di Gastritrichi in tre diverse stazioni del litorale barese.
Gastrotricha distribution in three different stations of Bari coast.

LOCALITA'	MOLA	POLIGNANO	MONOPOLI
STAZIONE	P.to Colombo	Cala Paura	Cala Incina
PROFONDITA'	3 m	5 m	5 m
SPECIE			
Acanthodasys aculeatus Remane, 1927	X		
Urodasys viviparus Wilke, 1954	X	X	
Urodasys sp.	X		
Urodasys bucinastylis n. sp.		X	
Urodasys apuliensis n. sp.		X	
Diplodasys ankeli Wilke, 1954	X		
Tetranchyroderma hirtum Luporini, Magagnini & Tongiorgi, 1973	X		
Tetranchyroderma sanctaecaterinae Todaro, Balsamo & Tongiorgi 1992	X		
Tetranchyroderma pachysomum Hummon, Todaro & Tongiorgi, 1993	X		X
Tetranchyroderma sp.			
Paraturbanella pallida Luporini, Magagnini & Tongiorgi, 1973	X		
Aspidiophorus polystictos Balsamo & Todaro, 1987	X		
Aspidiophorus mediterraneus Remane, 1927	X	X	X
Chaetonotus luporinii Balsamo, Fregni, Tongiorgi, 1996	X		X
Chaetonotus siciliensis Hummon, Balsamo & Todaro, 1992		X	

Alcune delle specie rinvenute (*Urodasys viviparus*, *Tetranchyroderma hirtum*, *Tetranchyroderma sanctaecaterinae*, *Chaetonotus luporinii*) rappresentano la prima segnalazione lungo le coste pugliesi; altre (*Acanthodasys aculeatus*, *Tetranchyroderma pachysomum*, *Paraturbanella pallida*, *Aspidiophorus polystictos*, *Aspidiophorus mediterraneus*, *Chaetonotus siciliensis*), già rinvenute in Puglia, rappresentano un dato nuovo per il Basso Adriatico. (Balsamo *et al.*, 1987; Balsamo *et al.*, 1992; Balsamo *et al.*, 1996).

Solo la specie *Aspidiophorus mediterraneus* (Remane, 1927) risulta essere presente in tutte e tre le stazioni, mentre *Urodasys apuliensis* è presente esclusivamente a Polignano. *Urodasys apuliensis* e *Urodasys bucinastylis* erano state in precedenza rinvenute e descritte su materiale estratto da prelievi di sedimenti

effettuati alle Isole Tremiti (Fregni *et al.*, in press). Da questo primo esame, la granulometria si conferma come carattere ecologico fra i più importanti: la stazione di Mola di Bari, caratterizzata da sedimento grossolano, mostra, infatti, una biodiversità più elevata rispetto a quella di Monopoli e Polignano, dove i sedimenti sono prevalentemente fini, e ciò concorda con osservazioni precedenti riguardanti non solo i Gastrotrichi, ma anche altri gruppi, come per esempio i tardigradi (Grimaldi de Zio *et al.*, 1982). I dati ottenuti, vanno ad integrare quelli relativi a precedenti prelievi, effettuati nella stessa area di indagine, ma su sedimenti organogeni grossolani di una grotta sommersa e presso blocchi di coralligeno (Faienza *et al.*, 1999).

Bibliografia

BALSAMO M., FREGNI E., TONGIORGI P. (1996) - Marine Gastrotricha from Sicily with the description of new species of Chaetonotus. *Ital. J. Zool.*, **63**: 173-183.

BALSAMO M., TODARO M.A. (1987) - *Aspidiophorus polystictos*, a new marine species (Gastrotricha, Chaetonotida) and its life cycle. *Boll. Zool.*, **54**: 147-153.

BALSAMO M., TODARO M.A., TONGIORGI P. (1992) - Marine gastrotrichs from the Tuscan Archipelago (Tyrrenian Sea): II. Chaetonotida, with decription of three new species. *Boll. Zool.*, **59**: 487-498.

DE ZIO GRIMALDI S., GALLO D'ADDABBO M., DE LUCIA MORONE M.R., SANDULLI R., FAIENZA M.G., PIETANZA R. (1999) - First data on subtidal meiofauna of Tremiti Islands. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 380-382.

FAIENZA M.G., FREGNI E., TONGIORGI P., DE ZIO GRIMALDI S. (1999) – Una faunula a Gastrotrichi di detrito coralligeno e di una grotta sottomarina del Basso Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 385-387.

FREGNI E., FAIENZA M.G., DE ZIO GRIMALDI S., TONGIORGI P., BALSAMO M. (1999) - Marine gastrotrichs from the Tremiti Archipelago in the suthern Adriatic Sea, with the description of two new species of *Urodasys*. *Ital J. Zool.*, **66**: 183-194.

FREGNI E., TONGIORGI P., FAIENZA M.G. (1998) - Two new species of *Urodasys* (Gastrotricha, Macrodasidae) with cuticular stylet. *Ital J. Zool.*, **65**: 377-380.

GRIMALDI DE ZIO S., GALLO D'ADDABBO M., DE LUCIA MORONE M.R. (1982 a) - Note sull'ecologia dei tardigradi marini (Heterotardigra). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **50** (Suppl.): 223-227.

HUMMON W., BALSAMO M., TODARO M.A. (1992) - Italian marine Gastrotricha: I. Six new and one redescribed species of Chaetonotida. *Boll. Zool.*, **59**: 499-516.

HUMMON W., TODARO M.A., BALSAMO M., TONGIORGI P. (1990) - Effects of Pollution on Marine Gastrotricha in the Northwestern Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin,* **21** (5): 241-243.

HUMMON W., TODARO M.A., TONGIORGI P. (1993) - Italian marine Gastrotricha: II. One new genus and ten new species of Macrodasyida. *Boll. Zool.*, **60**: 109-127.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 683-685

L. Fresu, A. Castelli, M. Casu, C. Lardicci*, F. Maltagliati

Dipartimento di Zoologia ed Antropologia Biologica,
C.so Margherita di Savoia, 15 - 07100 Sassari, Italia.
*Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Pisa, Italia.

ANALISI DELLA STRUTTURA GENETICA E DEL FLUSSO GENICO IN *OPHELIA BICORNIS* (POLYCHAETA, OPHELIIDAE)

GENETIC STRUCTURE AND GENE FLOW IN OPHELIA BICORNIS *(POLYCHAETA, OPHELIIDAE)*

Abstract

Genetic variability and gene flow among populations of the polychaete Ophelia bicornis *Savigny (Opheliidae) from Western Mediterranean were analysed by allozyme electrophoresis. High levels of genetic variability and moderate gene flow among populations were found, despite the high potential for dispersal of the species.*

Key-words: Ophelia bicornis, *genetic variability, allozymes, gene flow, dispersal, Western Mediterranean.*

Introduzione

Le specie marine sono spesso caratterizzate da scarsi livelli di strutturazione genetica in quanto possiedono caratteristiche del ciclo vitale, come la presenza di larve a lunga vita planctonica, che permettono un'elevata dispersione e quindi flusso genico anche a distanze geografiche considerevoli.

La distribuzione degli individui adulti del polichete *Ophelia bicornis* Savigny, 1818 (Opheliidae) è frammentata, essendo limitata ad habitat sabbiosi della fascia intertidale, spesso in zone ad alto regime idrodinamico e che contengono poco detrito organico e scarsi popolamenti batterici e meiobentonici (Bellan e Dauvin, 1991; Harris, 1991). Si presume che *O. bicornis* sia dotata di un alto potenziale per la dispersione, dato che possiede una larva la cui vita pelagica può durare varie settimane (Wilson, 1948). Lo scopo del presente lavoro è l'analisi della struttura genetica di *O. bicornis* e la valutazione dei livelli di flusso genico tra popolazioni del Mediterraneo occidentale.

Materiali e metodi

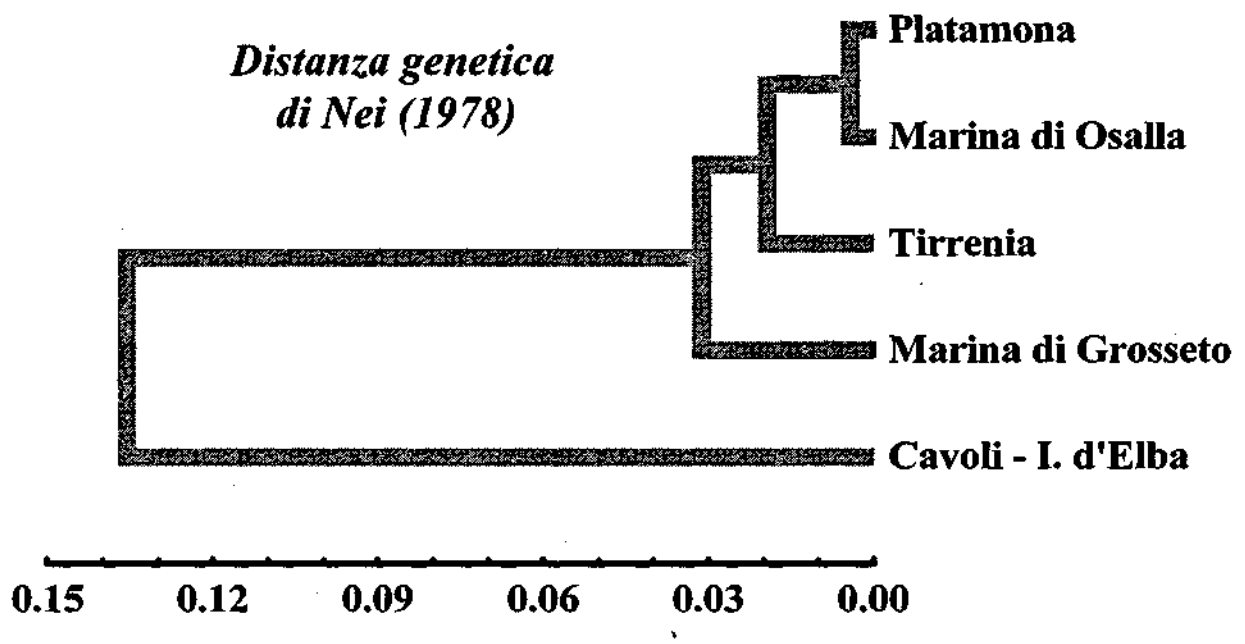
I campioni di *O. bicornis* sono stati raccolti nel periodo tra dicembre 1997 e aprile 1998 nelle seguenti località: 1) spiaggia di Platamona (SS) (40°50'N, 8°34'E; 60 ind.); 2) Marina di Osalla (NU) (40°19'N, 9°40'E; 60 ind.); 3) Tirrenia (PI) (43°37'N, 10°17'E; 60 ind.); 4) Marina di Grosseto (GR) (42°42'N, 10°59'E; 22 ind.); 5) Cavoli, Isola d'Elba (LI) (42°44'N, 10°11'E; 45 ind.). Sono stati analizzati mediante elettroforesi su acetato di cellulosa 11 sistemi enzimatici, per un totale di 18 loci. La variabilità genetica delle popolazioni è stata stimata mediante l'eterozigosità osservata e attesa e sono state valutate le deviazioni dall'equilibrio di Hardy-Weinberg (EHW) mediante un test esatto (Louis e Dempster, 1987). È stata calcolata inoltre la distanza genetica di Nei (1978), sulla base della quale è stato costruito un dendrogramma (UPGMA). Per valutare la

divergenza genetica tra le popolazioni è stata calcolata la varianza standardizzata delle frequenze alleliche (F_{ST}) secondo Weir e Cockerham (1984) e la sua differenza da zero è stata valutata applicando un test basato su procedure di permutazione (Goudet, 1995). La stima di flusso genico (Nm = numero di migranti per generazione) è stata effettuata secondo la formula di Wright (1943): $F_{ST} = 1 / (4Nm+1)$.

Risultati e discussione

Quattordici loci su 18 sono risultati polimorfici in almeno una popolazione. Dei 49 test effettuati per la valutazione dell'EHW, 21 sono risultati significativi per un generale deficit di eterozigoti. Ciò è probabilmente dovuto ad un tasso di riproduzione asessuale non trascurabile nelle popolazioni. Tuttavia, non sono da escludere la presenza di fenomeni selettivi a carico dei singoli loci o l'errore di campionamento. Le stime di variabilità genetica calcolate con le eterozigosità medie osservate e attese sono risultate alte (rispettivamente $0.097 \pm 0.034 < H_{OSS} < 0.156 \pm 0.050$ e $0.149 \pm 0.049 < H_{ATT} < 0.191 \pm 0.053$), rispetto ai valori riportati in letteratura per i policheti. Il dendrogramma costruito sulla base delle distanze genetiche tra le popolazioni suggerisce che la divergenza genetica in *O. bicornis* non è organizzata secondo un gradiente di distanza geografica (Fig. 1). Nonostante i valori della distanza genetica di Nei siano relativamente bassi, un certo grado di divergenza genetica tra le popolazioni è evidenziata dalla presenza di 7 alleli privati, 5 dei quali esclusivi della popolazione di Cavoli. La notevole distanza genetica della popolazione di Cavoli rispetto alle altre può essere dovuta a variazioni stocastiche delle frequenze alleliche, considerando anche il fatto che le dimensioni della spiaggia di Cavoli sono ridotte e capaci quindi di sostenere solo una popolazione di piccole dimensioni. La divergenza genetica totale tra le popolazioni è stata quantificata mediante la

Fig. 1 - Dendrogramma delle distanze genetiche tra le popolazioni di *Ophelia bicornis*. *Dendrogram of genetic distances among* Ophelia bicornis *populations.*



varianza standardizzata delle frequenze alleliche ($F_{ST} = 0.207 \pm 0.075$), valore risultato altamente significativo ($p < 0.001$). Il flusso genico rilevato ($Nm = 0.958$) può essere considerato ridotto, infatti, come regola empirica, $Nm = 1$ è considerato il valore soglia al di sotto del quale il flusso genico non è sufficiente ad impedire la divergenza tra le popolazioni per la deriva genetica (Slatkin, 1987).

In conclusione, sulla base dei risultati del presente studio, *O. bicornis* non deve essere vista come una singola unità panmittica, almeno nella regione geografica da noi analizzata. E' ipotizzabile che la dipendenza dalle condizioni locali, anche relative al tipo di substrato, potrebbe determinare una forte differenziazione genetica tra le popolazioni, tuttavia le notevoli capacità dispersive delle larve contrastano tale tendenza. Rimane comunque aperta la questione se esistono "barriere" alla dispersione delle larve legate ai movimenti delle acque o se è presente filopatria larvale.

Bibliografia

BELLAN G., DAUVIN J.C. (1991) - Phenetic and biogeographic relationships in *Ophelia* (Polychaeta, Opheliida). *Bull. Mar. Sci.*, **48**: 544-558.

GOUDET J. (1995) - FSTAT version 1.2: a computer program to calculate F-statistics. *J. Hered.*, **86**: 485-486.

HARRIS T. (1991) - Some aspects of the specific habitat requirements of *Ophelia bicornis* (Polychaeta). *J. mar. biol. Ass. UK*, **71**: 771-786.

LOUIS E.J., DEMPSTER E.R. (1987) - An exact test for Hardy-Weinberg and multiple alleles. *Biometrics*, **43**: 805-811.

NEI M. (1978) - Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, **89**: 583-590.

SLATKIN M. (1987) - Gene flow and the geographic structure of natural populations. *Science*, **236**: 787-792.

WEIR B.S., COCKERHAM C.C. (1984) - Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, **38**: 1358-1370.

WILSON D.P. (1948) - The relation of the substratum to the metamorphosis of *Ophelia* larvae. *J. mar. biol. Ass. UK*, **27**: 723-760.

WRIGHT S. (1943) - Isolation by distance. *Genetics*, **31**: 39-59.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 686-690

C. Longo, P. De Mandato*, M. Piscitelli, G. Corriero

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70126 Bari, Italia.
*Scuola Diretta a Fini Speciali per Tecnici in Biologia del Mare,
Sede Decentrata dell'Università di Bari, vico Vigilante, 1
74100 Taranto, Italia.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA MORTALITÀ DI MADREPORARI ERMATIPICI NELL'ARCIPELAGO DELLE MALDIVE

PRELIMINARY REPORTS ON MORTALITY OF HERMATYPIC CORALS FROM MALDIVE ISLANDS

Abstract

A survey on the status of hermatypic corals from Ari Atoll (Maldives) was carried out from July 1998 to January 1999. More than 60% of the examined colonies was dead; highest mortality affected Acroporidae, while Poritidae, Agariciidae and Faviidae appeared to be in better conditions. Mortality was most pronounced in shallow water (less than 15 m of depth) and in the inner-sheltered reefs.

Key-words: *Indian Ocean, photographic survey.*

Introduzione

I fenomeni di mortalità nei madreporari ermatipici costituiscono un fatto ben noto in letteratura. Per quanto riguarda l'arcipelago delle Maldive, diffusi episodi di mortalità preceduti da sbiancamento delle colonie (bleaching) sono stati segnalati nel 1987 in concomitanza di un breve periodo di modificazione del regime climatico (El Niño) (C. Wilkinson, sito internet). Ciarapica e Passeri (1993) hanno osservato fenomeni di moria in madreporari ermatipici dell'atollo di Male Nord agli inizi degli anni Novanta, probabilmente causati da esplosioni demografiche di *Acanthaster planci.*

Nei primi mesi del 1998, gli operatori turistici locali hanno cominciato a segnalare gravi ed estesi fenomeni di mortalità tra i madreporari di gran parte dell'arcipelago maldiviano. Tale evento è stato oggetto di indagini scientifiche che hanno evidenziato l'ampia e drammatica diffusione del fenomeno ed una sua probabile correlazione con il riscaldamento delle acque superficiali registrato in conseguenza del recente (1997-1998) "El Niño" (Strong *et al.*, 1998; Stone *et al.*, 1999).

In questa nota sono riportate osservazioni sulla mortalità di madreporari ermatipici nell'atollo di Ari (72°30' Long. Est; 3°45' Lat. Nord), una delle aree maggiormente antropizzate dell'arcipelago delle Maldive.

I dati presentati, ottenuti con metodiche di rilevamento semiquantitative, costituiscono i risultati preliminari di una ricerca i cui obiettivi finali sono: a) lo studio della distribuzione del fenomeno in differenti aree dell'arcipelago maldiviano; b) il monitoraggio nel tempo dei processi di ricolonizzazione nelle aree colpite e lo studio dei fenenomeni di recovery delle popolazioni.

Materiali e metodi

L'atollo di Ari (Fig. 1) è caratterizzato da una serie di reef di forma subcircolare ("faru" in maldiviano) che delimitano un'ampia laguna profondá oltre 50 metri, dal cui fondale si sollevano numerosi "thila", reef dalla caratteristica forma a pinnacolo che non raggiungono la superficie del mare (Morri *et al.*, 1995). L'area di indagine, localizzata in prossimità del margine sud-orientale dell'atollo di Ari, consiste di circa 6 km lineari di reef interni all'atollo e 2,5 km lineari di reef esterni, rivolti verso l'interno dell'arcipelago (Fig. 1). Quindici transetti, posti ad intervalli di circa 500 metri, sono stati localizzati nell'area di indagine; per ogni transetto sono state fissate 4 stazioni di rilevamento di 1 m^2 di estensione, distribuite tra la superficie e 20 metri di profondità, ad intervalli batimetrici di circa 5 metri. Le osservazioni sono state effettuate in immersione nel periodo compreso tra Luglio 1998 e Gennaio 1999. Per ogni area di indagine sono state rilevate immagini fotografiche (mediante l'uso di una Nikonos V con obiettivo UW-Nikkor 28mmf/3.5 e lente macro addizionale 1:4,5) ed effettuati campionamenti qualitativi. Sono state prese in considerazione esclusivamente forme ermatipiche appartenenti a 4 tra le più importanti famiglie di biocostruttori (Acroporidae, Poritidae, Faviidae, Agariciidae). Nell'analisi delle immagini fotografiche sono state considerate come viventi tutte le colonie in cui i coralliti apparivano integri con i

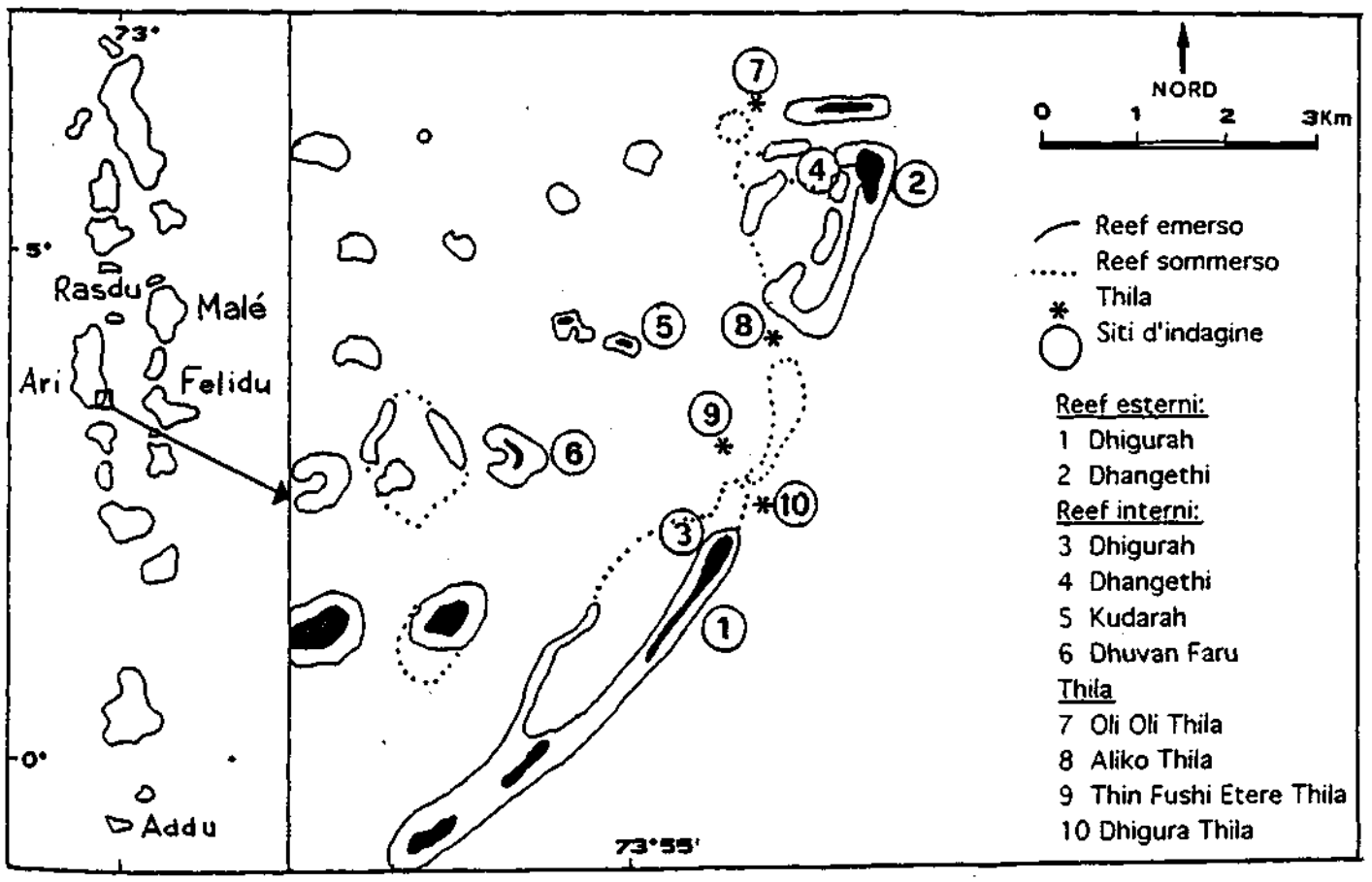


Fig. 1 - L'arcipelago delle Maldive ed, in dettaglio, il margine sud-orientale dell'atollo di Ari con la localizzazione dei siti di indagine.
The Maldives and, in detail, the South-East margin of the Ari Atoll, with location of the studied area.

contorni netti e non ricoperti da epibionti. La presenza di organismi epibionti sui campioni raccolti è stata valutata mediante osservazioni allo stereomicroscopio.

Risultati

I risultati di questa ricerca hanno messo in evidenza che nell'intera area d'indagine il 67% delle colonie complessivamente esaminate appare morto, con la superficie dei coralliti fortemente erosa. La mortalità è più elevata (circa 80%) fino alla profondità di 15 metri (Fig. 2), con oltre il 90% delle colonie di acroporidi ed agaricidi e circa il 60% dei poritidi e favidi colpiti. Tra 15 e 20 metri di profondità la mortalità complessiva diminuisce fino al 45%, interessando il 60% degli Acroporidae e circa il 20% delle colonie di Poritidae e Faviidae censite. A questa quota batimetrica tutte le forme incrostanti di Agariciidae risultano integre.

Il confronto tra i differenti ambienti considerati (Fig. 2) evidenzia come mentre tra gli acroporidi i valori di mortalità sono grosso modo simili, per le altre famiglie la mortalità decresce nelle zone ad idrodinamismo più accentuato (thila, reef esterni).

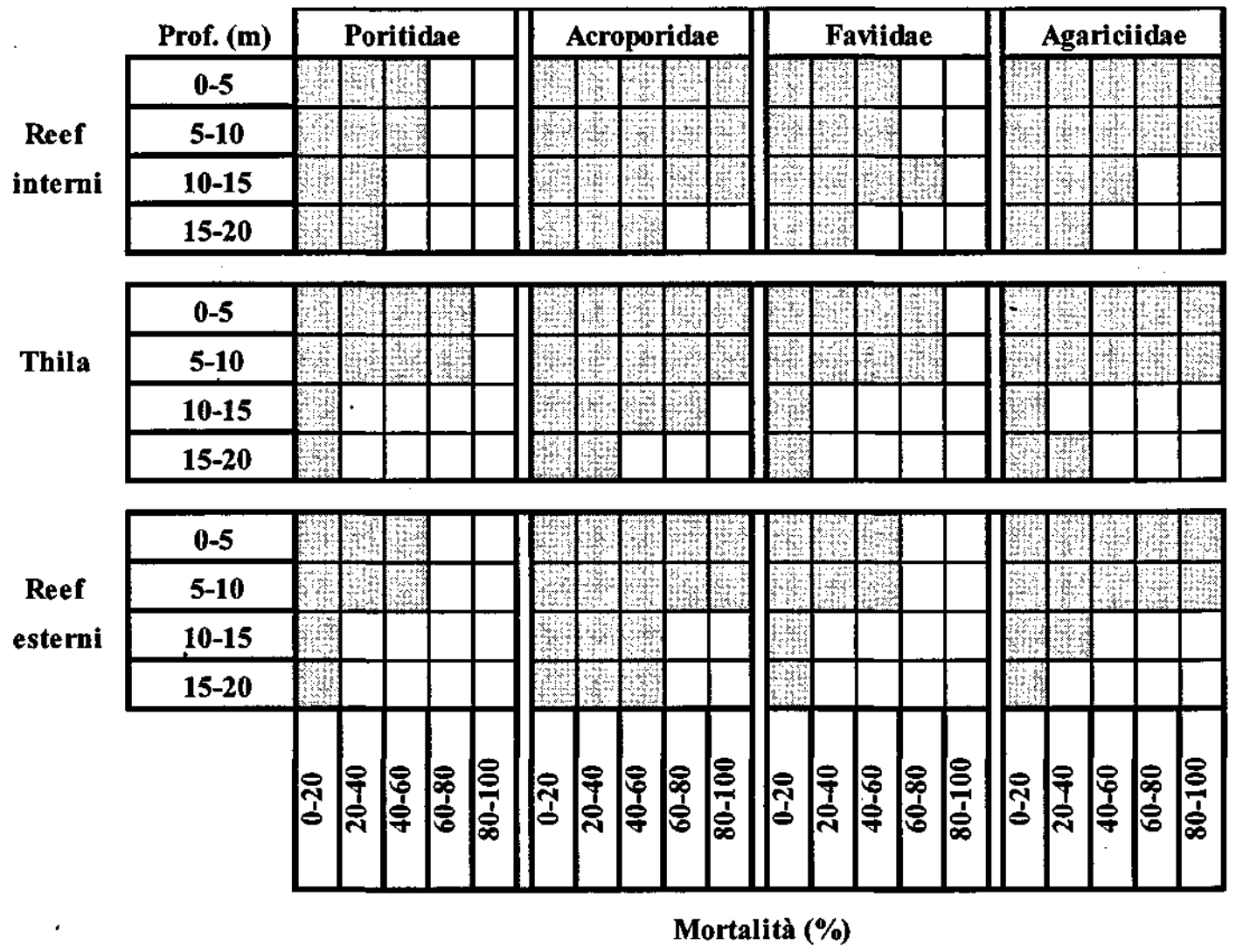


Fig. 2 - Percentuale di mortalità nelle quattro famiglie di madreporari ermatipici in rapporto ai differenti ambienti considerati ed alla profondità.

Mortality (percent values) in the hermatypic corals families considered, in relation to different dephts and environments.

Sebbene lo spettro specifico degli organismi epibionti sulle colonie morte vari sensibilmente tra le diverse famiglie studiate in rapporto alla tipologia degli ambienti ed alla profondità, è possibile tuttavia individuare un pattern di colonizzazione relativamente costante. In particolare: alghe frondose e crostose di piccole dimensioni sono rispettivamente dominanti sulla superficie esposta alla luce di poritidi ed acroporidi; alghe crostose a tallo calcificato, briozoi, ascidie coloniali e raramente policheti tubicoli sono abbondanti sulla superficie in ombra degli acroporidi e sugli agaricidi. Infine, lungo lo sclerasse di tutte le colonie è stata osservata la sporadica presenza di camere di perforazione prodotte dall'azione di clionidi.

Discussione e conclusioni

L'imponente fenomeno di mortalità osservato nel corso di questa indagine è, verosimilmente, l'effetto del massivo bleaching che nei primi mesi del 1998 ha interessato le popolazioni di madreporari ermatipici dell'arcipelago maldiviano e di gran parte dell'Oceano Indiano (Strong *et al.*, 1998). Infatti, la costanza nel pattern di colonizzazione dello sclerasse dei madreporari suggerisce che l'insediamento degli organismi epibionti sia cominciato nello stesso periodo e che pertanto la mortalità osservata tra i madreporari ermatipici possa essere considerata come un unico, massivo evento. Inoltre, la dominanza tra gli organismi epibionti di colonizzatori primari e la scarsa abbondanza di clionidi perforanti suggeriscono una recente datazione dell'evento.

Numerosi siti internet, il cui elenco è riportato in coda al presente lavoro, in aggiunta alla citata letteratura scientifica "ufficiale", evidenziano come nell'Oceano Indiano aree di intensa moria (Maldive, Sri Lanka, Singapore e parte della Tanzania) con oltre il 95% dei madreporari ermatipici superficiali coinvolti, si alternino ad aree (Madagascar, Kenia, Seychelles) dove la mortalità interessa tra il 50 e il 70% delle specie ermatipiche superficiali. I risultati di questa ricerca, sebbene riferiti ad una piccola zona, suggerirebbero una collocazione dell'Atollo di Ari tra i siti dell'Oceano Indiano soggetti a mortalità meno intensa. Infatti, soltanto tra gli acroporidi la mortalità appare come un evento massiccio, mentre le altre famiglie mostrano una buona sopravvivenza soprattutto in ambienti con ricambio idrico più accentuato e a maggiori profondità.

Queste osservazioni, se confermate da ulteriori riscontri, suggerirebbero di considerare con cauto ottimismo l'ipotesi di un possibile recovery delle popolazioni studiate in tempi relativalmente brevi.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Tour Operator H.I.T. - Holding Italiana Turismo S.p.A., Divisione Club Vacanze per la preziosa collaborazione fornita. Un ringraziamento particolare va al Dott. F. Butturini ed al suo staff di collaboratori nonchè al personale del villaggio di Kuda Rah per il supporto logistico-organizzativo fornito.

Bibliografia

CIARAPICA G., PASSERI L. (1993) - An overview of the Maldivian coral reefs in Felidu and North Malé Atoll (Indian Ocean): platform drowning by ecological crises. *Facies*, **28**: 33-66.

MORRI C., BIANCHI C.N., ALIANI S. (1995) - Coral reefs at Gangehi (North Ari Atoll, Maldive Islands). *Publ. Serv. Géol. Lux.*, **29**: 3-12.

STONE L., HUPPERT A., RAJAGOPALAN B., BHASIN H., LOYA Y. (1999) - Mass coral reef bleaching: a recent outcome of increased El Niño activity? *Ecology Letters*, **2**: 325-330.

STRONG A.E., GOREAU T.G., HYES R.L. (1998) - Ocean hotspots and coral reef bleaching. January-July 1998. *Reef Encounter*, **24**: 20-22.

Citazioni da Internet

CHIA-I H. J. - *ftp://coral.aoml.noaa.gov/pub/champ/bleach/b980225.dat*

FENNER D. - *ftp://coral.aoml.noaa.gov/pub/champ/bleach/b980703.dat*

ORMOND R. - *ftp://coral.aoml.noaa.gov/pub/champ/bleach/b980714.dat*

RUBENS J. - *ftp://coral.aoml.noaa.gov/pub/champ/bleach/b980529.dat*

VAPENIK Z. - *ftp://coral.aoml.noaa.gov/pub/champ/bleach/b980810.dat*

WILKINSON C. - *http://coral.aoml.noaa.gov/gcrmn/mass-bleach.htm*

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 691-694

F. MASTROTOTARO, A. TURSI, G. COSTANTINO

Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

ASCIDIACEI DELLA RISERVA MARINA DI USTICA

ASCIDIANS IN THE MARINE RESERVE OF USTICA ISLAND (SICILY, ITALY)

Abstract

This paper is the first study on the Ascidians living in the Marine Reserve of Ustica. Eighteen species were identified. The most abundant species are Microcosmus vulgaris *and* Halocynthia papillosa *on rocky bottoms at 25-35 m depth;* Pyura dura, Microcosmus polymorphus *and* Didemnum maculosum *were present on rocky bottoms down to a depth of 10-15 m and* Phallusia mamillata *on muddy bottoms at 40 m depth.*

Key-words: *Ascidians, Marine Reserve, Ustica, Tirrenian Sea.*

Introduzione

Nel precedente studio di caratterizzazione biocenotica dei fondali della Riserva Marina dell'Isola di Ustica, gli Ascidiacei, sono stati scarsamente menzionati, anche a causa di una loro relativa bassa densità (De Cristofaro, 1970). Nel suddetto studio sono citate unicamente le specie più comuni quali *Halocynthia papillosa, Microcosmus vulgaris (sulcatus)* e *Rhopalea neapolitana.*

La presente ricerca è stata condotta nell'ambito di una convenzione tra la Riserva Marina dell'Isola di Ustica e il Dipartimento di Zoologia dell'Università di Bari.

Materiali e metodi

Gli Ascidiacei presenti sui fondali della Riserva Marina di Ustica sono stati campionati direttamente in immersione.

Il campionamento è stato effettuato in due differenti periodi e precisamente nel settembre del 1997 e nell'ottobre del 1998. I punti di rilevazione e di prelievo sono stati scelti in base a precedenti surveys nonché a seguito di notizie raccolte presso i centri d'immersione e presso le maestranze della marineria locale.

Sono state effettuate complessivamente 20 immersioni dislocate nelle seguenti località (Fig. 1):

- Secca della Colombara: parete sud da -3 a -42 m;
- Secca della Colombara: parete nord da –3 a -45 m;
- Scoglio del Medico: versante nord-orientale sino a 40 m di profondità;
- Punta Cavazzi: sino a 35 m di profondità;
- Secchitello: parete da -32 a -45 m;
- Grotta Verde: dai -3 ai -25 m;
- "La Spaccazza" presso Punta San Paolo: parete sino a 42 m di profondità;
- Porto, presso le banchine di sud-est e nord: ad una profondità compresa tra i 3 e i 5 m;
- Grotta della Falconiera: parete e grotta sino alla profondità di 25 m;
- Cala Giaconi: dai 3 ai 21 m di profondità.

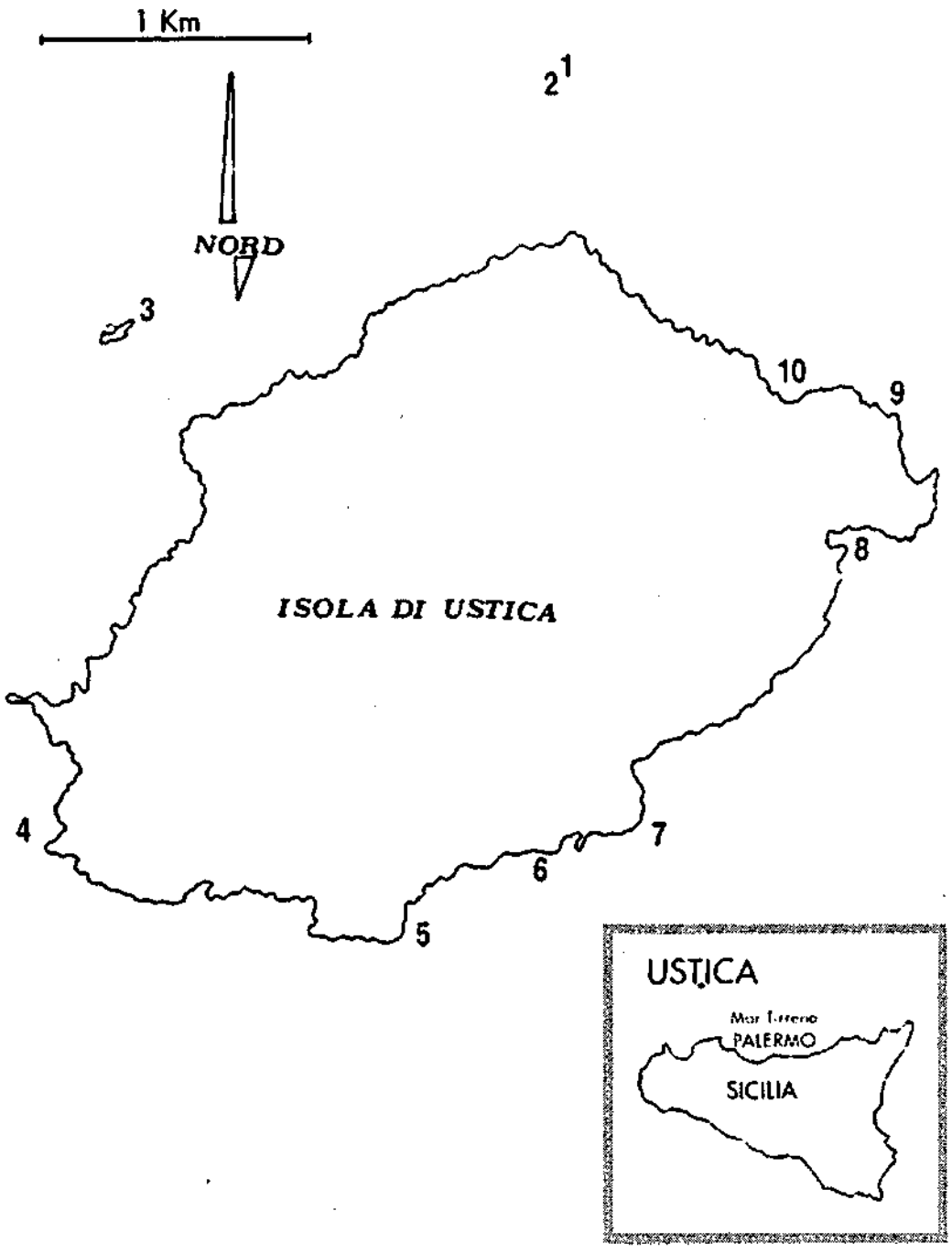


Fig. 1 - Mappa dell'Isola di Ustica con indicazione delle zone in cui è stato effettuato il campionamento degli Ascidiacei.
Map of Ustica Island with indication of sampling sites.

Il campionamento è stato effettuato direttamente in immersione, fotografando ogni nuova specie incontrata. Gli esemplari prelevati, sono stati anestetizzati immergendoli immediatamente in acqua di mare con l'aggiunta di cristalli di mentolo, sino a saturazione, per un tempo compreso dalle due alle quattro ore in funzione della grandezza del singolo esemplare o della colonia. Successivamente i campioni anestetizzati sono stati fissati in acqua di mare e formalina al 5% e trasportati in laboratorio per l'identificazione specifica. Per meglio evidenziare il cestello branchiale e le strutture interne, sono state effettuate colorazioni dirette con il colorante di Masson a base di emateina in una soluzione satura di allume di potassio. Per l'identificazione delle varie specie sono stati usati i seguenti lavori: Berril, 1950; Lafargue, 1973; Monniot, 1962; 1965; 1972; Tursi, 1980.

Risultati

In totale sono state rinvenute 19 specie riportate dalla seguente tabella con indicazione della stazione di ritrovamento.

Tab. 1 - Elenco delle specie di Ascidiacei ritrovati presso la Riserva Marina dell'isola di Ustica con indicazione della stazione di ritrovamento.
List of the species of ascidians collected in Marine Reserve of Ustica with indication of sampling sites.

Specie rinvenute	Stazioni									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clavelina lepadiformis (O.F. Müller, 1776)							*		*	
Polycitor crystallinus Renier, 1804							*			
Aplidium nordmanni (Milne-Edwards, 1841)				*			*			
Aplidium densum (Giard, 1872)				*			*			
Cystodytes dellechiajei (Della Valle, 1877)									*	
Didemnum fulgens (Milne-Edwards, 1841)						*				
Didemnum lahillei Hartmeyer, 1909								*		
Didemnum maculosum (Milne-Edwards, 1841)	*		*	*		*	*			*
Didemnum pseudofulgens Médioni, 1970									*	
Diplosoma listerianum (Milne-Edwards, 1841)								*		
Ciona edwardsi (Roule, 1886)	*	*	*				*		*	
Phallusia mamillata (Cuvier, 1818)					*		*			
Phallusia fumigata (Grübe, 1864)				*		*				
Pyura microcosmus (Savigny, 1816)	*	*	*	*		*	*		*	*
Pyura dura (Heller, 1877)	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Microcosmus polymorphus Heller, 1877	*	*	*		*	*	*	*		
Microcosmus vulgaris Heller, 1877	*	*	*		*		*		*	
Halocynthia papillosa (Linnaeus, 1767)	*	*	*	*	*	*	*		*	*

Le specie più comuni sono risultate *Microcosmus vulgaris* ed *Halocynthia papillosa* presenti nelle biocenosi dei fondi duri a partire dai 25 m di profondità. Sempre sui fondi duri, ma a minori profondità (10-15 m) risultano abbondanti *Pyura dura, P. microcosmus, Microcosmus polymorphus* e le colonie di *Didemnum maculosum*. Un elevato numero di colonie di *Cystodytes dellechiajei* sono state ritrovate all'ingresso della grotta della Falconiera, a circa 25 m di profondità, mentre le colonie di *Didemnum fulgens* risultano abbondanti sui rizomi di *Posidonia oceanica* presenti intorno all'isola.

Per quanto concerne i substrati incoerenti, la specie più diffusa è risultata Phallusia mamillata a partire dai 40 m di profondità.

Conclusioni

Il presente studio ha notevolmente ampliato le preesistenti conoscenze sulla popolazione ad Ascidiacei presente nella Riserva Marina di Ustica. Sono state ritrovate, infatti, 18 specie di Ascidiacei che si aggiungono all'esiguo numero (3) di specie segnalate da De Cristofaro nel 1970.

Delle specie precedentemente segnalate, soltanto *Rhopalaea neapolitana* Philippi, 1843 non é stata ritrovata durante le nostre indagini.

Bibliografia

BERRIL N.J. (1950) - *The Tunicata.* Ray Society London, 133: 354 pp.

DE CRISTOFARO S. (1970) - Caratterizzazione dei bassi fondali intorno all'Isola di Ustica. *Ministero della Marina Mercantile, Direzione Generale della Pesca Marittima. Memoria n.* **27**: 72 pp.

LAFARGUE F. (1973) - *Révision taxonomique des Didemnides des côtes de France (Ascidies composées).* Thèse de doctorat d'état ès-Sciences Naturelles, Université de Paris IV: 300 pp.

MONNIOT C. (1962) - Les *Microcosmus* des côtes de France. *Vie et Milieu,* **13** (3): 397-432.

MONNIOT C. (1965) - Etude systématique et évolutive de la famille des Pyuridae (Ascidiacea). *Mem. Mus. Nat. Hist. Nat., Série A, Zoologie* **36**: 203 pp.

MONNIOT. C., MONNIOT F. (1972) – Clé mondiale des genres d'ascidies. *Arch. Zool. exp. gén.,* **113**: 311-367.

TURSI A. (1980) - Ascidiacei. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. CNR AQ/1/9,* **4**: 85 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 695-698

M. MISTRI, T. MACRI, V.U. CECCHERELLI*, R. ROSSI

Dipartimento di Biologia, Sezione di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,
Via L. Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.
*Dip. di Biologia Evoluzionistica e Sperimentale, Università di Bologna.

STRUTTURA DELLA COMUNITÀ MACROBENTONICA DELLO SCOGLIO DELLE SIRENE (SCILLA, MAR TIRRENO)

STRUCTURE OF THE MACROBENTHIC ASSEMBLAGE AT THE SCOGLIO DELLE SIRENE (SCILLA, TYRRHENIAN SEA)

Abstract

The composition of a hard substratum macrobenthic community was investigated over a bathymetric gradient. Data were subjected to multivariate statistical analysis to discriminate between depth-levels on their faunistic attributes, and univariate measures of community stress were determined. An upper- and two lower-infralittoral associations were detected. Faunal differences between the sampled depth-levels seemed due to differences in natural environment variables which are known to influence community structure rather than to episodic events of pollution.

Key-words: *macrobenthic community, stress, Tyrrhenian Sea.*

Introduzione

Lo "Scoglio delle Sirene" è una secca granitica semiaffiorante situata all'estremità settentrionale della baia di Marina Grande, Scilla (Reggio Calabria), presso la soglia settentrionale dello Stretto di Messina. Le pareti della secca discendono in maniera quasi verticale fino al piede, su un fondale di sabbia grossolana con chiazze di posidonieto, situato a circa 16 m di profondità; a circa 10 m di profondità, una sorta di gradino semiorizzontale interrompe il profilo verticale della secca. A circa 50 m dalla secca si trova uno scarico di emergenza per le acque urbane: seppur utilizzato solo in caso di temporali, tale scarico costituisce fonte di inquinamento organico e, probabilmente, di disturbo alla comunità bentonica. Scopo della presente nota è la caratterizzazione del pattern di distribuzione della comunità macrobentonica dello Scoglio delle Sirene e la valutazione dell'eventuale grado di disturbo.

Materiali e metodi

La comunità macrobentonica è stata investigata nel Settembre 1993 lungo tre transetti di profondità paralleli, mediante il grattaggio di superfici di 0,025 m^2 alle profondità di 0,1 (al disotto del limite della bassa marea), 1, 10 e 15 m. E' stato inoltre eseguito un censimento visivo per una grossolana determinazione della copertura vegetazionale. La struttura della comunità è stata descritta a ciascun livello di profondità in base alla ricchezza specifica (indice di Margalef), alla diversità (indice di Shannon-Wiener), alla evenness (indice di Pielou) ed alla dominanza (indice di Simpson). Sono state quindi applicate tecniche di statistica multivariata per lo studio del pattern di distribuzione degli organismi in funzione della profondità: classificazione sulla base delle matrici di similarità calcolate mediante il coefficiente di Bray-Curtis, e ordinamento mediante "multidimensional

scaling" (MDS) sulle medesime matrici. In accordo con Warwick (1988), l'analisi multivariata è stata effettuata considerando una risoluzione tassonomica al livello della famiglia. Sono state quindi calcolate le biomasse (mediante combustione per 24 h a 103°C e incenerimento per 4 h a 450°C per gli organismi di maggiori dimensioni, mentre per i Platelminti e i Policheti di minor taglia è stato utilizzato un analizzatore elementare LECO CHN-600 risalendo alle biomasse in base al contenuto di azoto) e sono state costruite le curve di comparazione abbondanza-biomassa (abundance-biomass comparison, ABC; Warwick, 1986) per la definizione dell'eventuale grado di disturbo a ciascun livello di campionamento.

Risultati

Complessivamente sono state rinvenute 72 specie, appartenenti a 62 famiglie. In termini di abbondanza relativa, i gruppi maggiormente rappresentativi sono risultati Sillidi, Terebellidi, Serpulidi e Crisopetalidi tra i Policheti, Tanaidi, Talitridi, Dexaminidi e Gammaridi tra i Crostacei. Alcuni degli attributi della comunità macrobentonica dello Scoglio delle Sirene sono riportati in Tab. I: i popolamenti a 0,1 e 15 m esibiscono i valori più bassi dell'indice di diversità, mentre a 10 m si notano valori più elevati sia di ricchezza specifica che di diversità. Dal dendrogramma di classificazione (Fig. 1) vengono evidenziati principalmente due cluster, uno che raggruppa i popolamenti dell'infralitorale superiore (0,1 e 1 m), ed uno, seppur ad un livello di similarità minore, quelli dell'infralitorale inferiore (10 e 15 m). La zonazione della comunità è meglio interpretata considerando il diagramma di ordinamento ottenuto mediante MDS (Fig. 2), dove tre raggruppamenti sono molto ben evidenziati (stress = 0,10): da un lato viene confermata l'invariabilità della struttura di comunità dell'infralitorale superiore, dall'altro le stazioni a 10 e 15 m vengono differenziate. Le curve ABC per le quattro stazioni (Fig. 3) mostrano, in accordo alla classificazione data da Warwick (1986), la situazione di "moderato disturbo" a 1, 10 e 15 m, e di "non disturbo" a 0,1 m.

Tab. 1 – Attributi della struttura della comunità macrobentonica. *d*: indice di ricchezza di Margalef; *H'*: indice di diversità di Shannon-Wiener; *J*: indice di evenness di Pielou; S_1: indice di dominanza di Simpson.

Community structure attributes at each depth level. d: Margalef's index; H': Shannon-Wiener diversity index; J: Pielou's evenness index; S_1: Simpson's dominance index.

Profondità	*d*	*H'*	*J*	S_1
0,1 m	4,48	2,30	0,744	0,159
1 m	4,06	2,50	0,834	0,123
10 m	5,26	2,48	0,730	0,147
15 m	4,54	2,32	0,741	0,163

Discussione e conclusioni

La struttura delle comunità macrobentoniche di substrato duro è generalmente influenzata da a) fattori fisiologici che limitano il range di distribuzione potenziale degli organismi e b) effetto di interazioni competitive e disturbo che li-

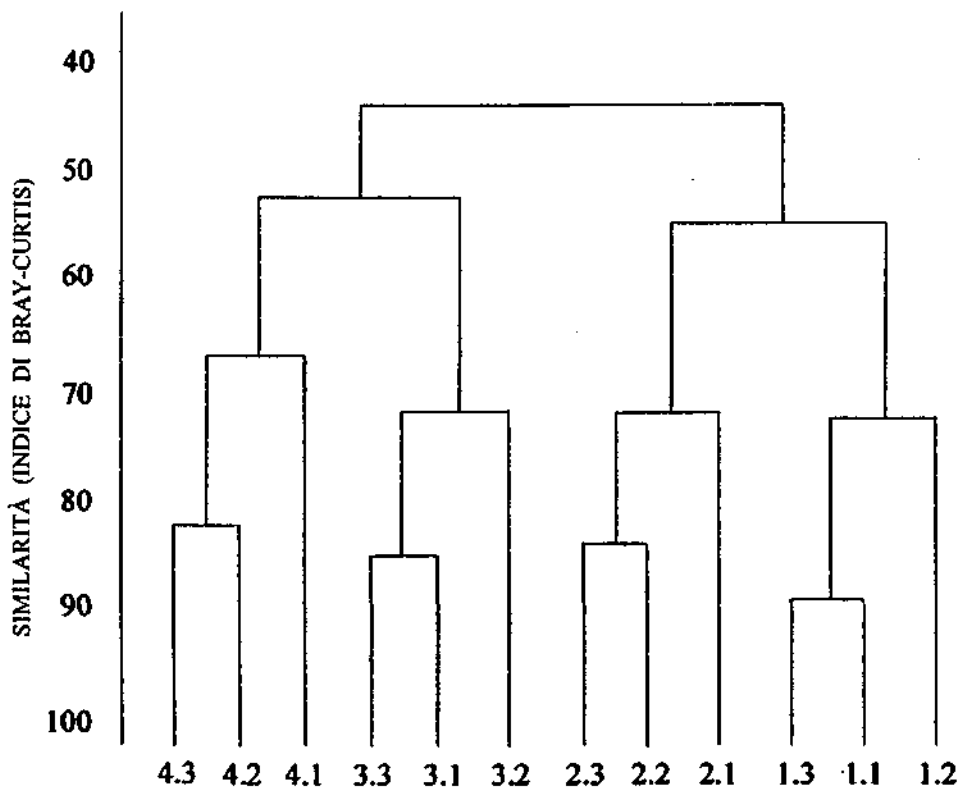


Fig. 1 – Dendrogramma di classificazione. 1.1: profondità 0,1 m, campione 1; 2.1: profondità 1 m, campione 1; 3.1: profondità 10 m, campione 1; 4.1: profondità 15 m, campione 1; 1.2: profondità 0,1 m, campione 2, ecc.

Classification dendrogram based on Bray-Curtis similarities. 1.1: depth 0.1 m, sample 1; 2.1: depth 1 m, sample 1; 3.1: depth 10 m, sample 1; 4.1: depth 15 m, sample 1; 1.2: depth 0.1 m, sample 2, etc.

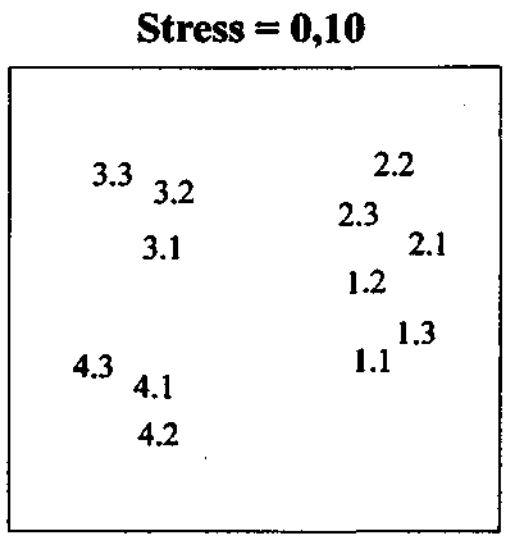


Fig. 2 – Ordinamento mediante MDS (simboli come in Fig. 1).

Multi-dimensional scaling (MDS) ordination (symbols as in Fig. 1).

mitano la distribuzione all'interno di questo range: la risultante è un pattern di zonazione lungo gradienti (Barnes e Hughes, 1988). Presso lo Scoglio delle Sirene, lungo il gradiente batimetrico sono state rinvenute per mezzo dell'analisi multivariata tre differenti comunità: una infralitorale superiore (0,1-1 m), e due infralitorali inferiori (10 e 15 m rispettivamente). Le stazioni comprese nell'infralitorale superiore sono caratterizzate da popolamenti fitali costituiti principalmente da *Corallina mediterranea* e *Feldmania* sp.: tale copertura algale pro-

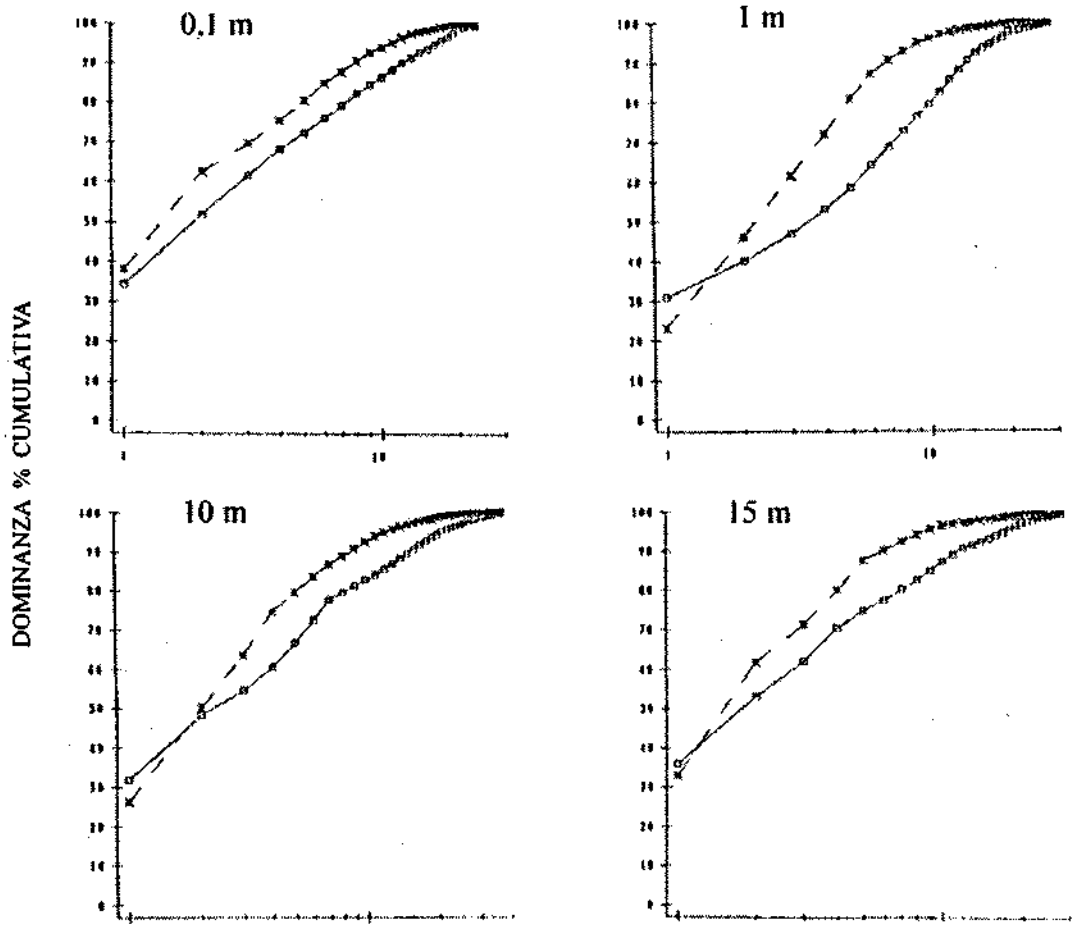


Fig. 3 – Curve ABC di abbondanza (quadrati e linee intere) e biomassa (croci e linee spezzate).
ABC plots for abundance (squares and solid lines) and biomass (crosses and broken lines).

babilmente ha un ruolo non secondario nella strutturazione della comunità macrobentonica. La comunità a 10 m di profondità è quella più ricca in specie e maggiormente strutturata. Qui, chiazze di sabbia e ciotoli, assieme a rizomi di fanerogame, probabilmente creano microhabitat che permettono interazioni biotiche più diversificate e complesse tra i *taxa* faunistici. La comunità a 15 m presenta caratteristiche più marcatamente sciafile, con taxa tipici (Serpulidi e Vermetidi) del circalitorale.

Le differenze faunistiche riscontrate lungo il gradiente da noi considerato e caratterizzanti le comunità riconosciute, probabilmente sono conseguenza di variabili ambientali naturali (caratteristiche del substrato, copertura vegetazionale, ecc.) piuttosto che di episodi di inquinamento di origine antropica, come dimostrato dall'andamento delle curve ABC.

Bibliografia

BARNES R.S.K., HUGHES R.N. (1988) - *An introduction to Marine Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 351 pp.

WARWICK R.M. (1986) - A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, **92**: 557-562.

WARWICK R.M. (1988) - Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord/ Langensundfjord at taxonomic level higher than species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **46**: 167-170.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 699-702

M. MISTRI, R. ROSSI

Dipartimento di Biologia, Sezione di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,
Via L. Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.

STIME DI PRODUTTIVITÀ SECONDARIA IN INDAGINI DI MONITORAGGIO: UN ESEMPIO NELLA SACCA DI GORO

PRODUCTIVITY ESTIMATES IN MONITORING PROGRAMS: THE SACCA DI GORO EXAMPLE

Abstract

The secondary production of the macrobenthic community at two sampling sites in the Sacca di Goro was assessed by means of three different estimation methods. Similar patterns of variation in annual production at each sampling site were generated by the methods.

Key-words: *secondary production, macrobenthos, brackish lagoon.*

Introduzione

La raccolta dati nei programmi di monitoraggio bentonico considera principalmente i parametri strutturanti la comunità: composizione tassonomica, abbondanze relative e, più raramente, la distribuzione della biomassa. La misura della variazione di questi parametri su scala spazio-temporale costituisce la base convenzionale per la valutazione degli effetti del disturbo, sia naturale che antropico, sul benthos, e le eventuali conseguenze sulle risorse ittiche. L'approccio sinecologico alla stima della produzione secondaria di tali comunità presenta notevoli difficoltà metodologiche, in quanto la raccolta di tutti i parametri biologici necessari è complessa e *time-consuming*. Nonostante le stime di abbondanza e di biomassa possano fornire un quadro sufficientemente soddisfacente riguardo l'ammontare dell'energia immediatamente disponibile ai predatori, per la caratterizzazione produttivistica di un sistema e per la valutazione del potenziale trofico delle componenti di quel sistema sono comunque necessarie stime di produzione secondaria. In questa nota, vengono riportati i risultati di una indagine volta a valutare la confrontabilità di metodiche di stima "rapide" di produzione secondaria di comunità macrobentoniche in una laguna salmastra del Delta del Po, la Sacca di Goro.

Materiali e metodi

Le campagne di campionamento sono state condotte su base stagionale (marzo, giugno, settembre e dicembre) presso due stazioni denominate Centro Sacca e Bocca a Mare nel 1989 e nel 1990, prima e dopo un evento distrofico. La macrofauna bentonica è stata identificata tassonomicamente e ne è stata stimata l'abbondanza e la biomassa. I dati di abbondanza e biomassa raccolti, seppure classici di indagini di monitoraggio su ampia scala, non sono però sufficienti per la stima della produzione secondaria mediante le tecniche metodologiche tradizionali (Crisp, 1984). Sono quindi state utilizzate alcune metodiche "rapide" basate su parametri popolazionistici ed ambientali.

Il primo metodo utilizzato (Schwinghamer *et al.*, 1986) può essere considerato un affinamento del metodo di Banse e Mosher (1980), in quanto fa uso di funzioni allometriche per correlare la produzione della specie alla massa dell'organismo adulto. È stata utilizzata la funzione specifica generale per la fauna macrobentonica (Schwinghamer *et al.*, 1986):

$$P : B = 0{,}525\ M^{-0{,}304}$$

con P = produzione annuale, B = biomassa media annuale e M = massa corporea individuale media espresse in Kcal. La conversione tra unità ponderali e unità energetiche è stata effettuata secondo Peters (1983), utilizzando l'uguaglianza 1 g Peso Secco Privo di Ceneri (PSPC) = 5,3 Kcal.

Il secondo metodo utilizzato è stato quello di Brey (1990), dove la produzione annuale viene stimata mediante regressioni lineari multiple specifiche per *taxa*:

a) Molluschi: $\log P = -0{,}591 + 1{,}030\ \log B - 0{,}283\ \log W$

b) Anellidi: $\log P = -0{,}018 + 1{,}022\ \log B - 0{,}116\ \log W$

c) Artropodi: $\log P = -0{,}614 + 1{,}022\ \log B - 0{,}360\ \log W$

d) Miscellanea: $\log P = -0{,}473 + 1{,}007\ \log B - 0{,}272\ \log W$

con P = produzione annuale, B = biomassa media annuale e W = peso medio individuale espressi in g PSPC.

Infine è stato utilizzato il metodo di Edgar (1990), che stabilisce la relazione tra peso corporeo, temperatura dell'acqua e tasso di produzione individuale per la macrofauna bentonica tramite la funzione generale:

$$\log P = -2{,}31 + 0{,}8\ \log B + 0{,}89\ \log T$$

con P = produzione giornaliera, B = biomassa individuale (entrambi i parametri in unità ponderali, mg PSPC) e T = temperatura dell'acqua (°C).

Risultati e discussione

Le stazioni Centro Sacca e Bocca a Mare sono state scelte in quanto rappresentative di due differenti habitat lagunari. La prima può essere considerata rappresentativa della "laguna aperta", sia per la profondità (1,5 – 1,8 m), che per il tipo di fondale omogeneamente fangoso, e, soprattutto, per le condizioni di idrodinamismo caratterizzate dal fluire regolare delle correnti di marea; la seconda, invece, è situata sul versante interno dello scanno sabbioso sommerso della bocca a mare, alla profondità di circa 0,7 m, e risente fortemente delle correnti di marea e delle mareggiate sciroccali, presentando perciò un continuo rimaneggiamento del fondale sabbioso. Nelle due stazioni complessivamente sono stati identificati 44 *taxa* macrobentonici appartenenti a 5 *phyla*. Il peso individuale è risultato compreso tra un valore minimo di 0,18 mgPSPC ind^{-1} per i Turbellari, ed un valore massimo di 1065 mgPSPC ind^{-1} per il bivalve *Scapharca inaequivalvis*. I valori di temperatura dell'acqua misurati alle date di campionamento (marzo, giugno, settembre e dicembre 1989: 10°C, 21°C, 27°C e 8°C; marzo, giugno, settembre e dicembre 1990: 12°C, 19°C, 25°C e 13°C), ai fini delle stime mediante il metodo di Edgar (1990), sono stati assunti significativi per l'intera stagione di riferimento.

Nella Tab. 1 sono riportati i valori delle stime di produzione secondaria della comunità macrobentonica ottenuti mediante le tre differenti metodiche. Tali metodiche, pur basandosi su funzioni generate sulla base di differenti assunzioni, hanno dato risultati relativamente simili. Delle tecniche di stima utilizzate in questo studio, quelle basate soltanto sul peso corporeo individuale e sulla biomassa (Schwinghamer *et al.*, 1986; Brey, 1990) hanno fornito i valori di produzione più elevati. Questi metodi non prendono in considerazione in alcun modo quei fattori ambientali noti per influenzare i processi metabolici, e conseguentemente le stime di produzione così ottenute potrebbero presentare scostamenti anche cospicui rispetto ai reali valori (Sprung, 1993). La metodica che prende in considerazione anche parametri ambientali quali la temperatura (Edgar, 1990) ha invece fornito stime di produzione secondaria più basse. Tuttavia, l'ordine di grandezza di tali valori tra le stazioni è risultato grossomodo il medesimo.

Tab. 1 - Stime di produttività secondaria (gPSPC m^{-2} a^{-1}) ottenute con differenti metodiche (A: Schwingamer *et al.*, 1986; B: Brey, 1990; C: Edgar, 1990). In parentesi è riportato lo scostamento percentuale dal valore medio delle tre stime.

Secondary productivity estimates (gAFDW m^{-2} y^{-1}) obtained with different methods (A: Schwingamer et al., 1986; B: Brey, 1990; C: Edgar, 1990). Percent variation from the average estimate is reported in brackets.

	Centro Sacca			
	1989		1990	
A	4,426	(-3,0)	6,106	(-1,6)
B	6,399	(+40,1)	9,748	(+57,2)
C	2,873	(-37,1)	2,755	(-55,6)
	Bocca a Mare			
	1989		1990	
A	16,867	(-5,5)	18,598	(-11,8)
B	24,248	(+35,8)	27,209	(+29,1)
C	12,448	(-30,3)	17,443	(-17,3)

I metodi classici per la stima della produzione secondaria necessitano di una mole di dati difficilmente ottenibili nella maggior parte degli studi di monitoraggio. La conversione di parametri ottenibili con minor sforzo quali la biomassa ed il peso medio individuale degli organismi in stime di produzione secondaria si rivela senz'altro una utile alternativa, specialmente negli studi di monitoraggio di ampie aree dell'habitat bentonico. La similarità dei valori ottenuti in due stazioni con

caratteristiche differenti nella Sacca di Goro, suggerisce che tali stime realisticamente riflettano i livelli di produzione secondaria in tali ambienti, e che quindi possano essere comunque utilizzate per la caratterizzazione produttivistica di un sistema in indagini di monitoraggio su ampia scala.

Bibliografia

BANSE K., MOSHER S. (1980) - Adult body mass and annual production/biomass relationships of field populations. *Ecol. Monogr.*, **50**: 355-379.

BREY T. (1990) - Estimating productivity by macrobenthic invertebrates from biomass and mean individual weight. *Meeresforsch.*, **32**: 329-343.

CRISP D.J. (1984) - Energy Flow Measurements. In: Holme N.A., McIntyre A.D. (eds.), *Methods for the Study of Marine Benthos*, IBP Handbook 16, 2nd ed., Blackwell Sci. Pub., Oxford: 284-372.

EDGAR G.J. (1990) - The use of the size structure of benthic macrofaunal communities to estimate faunal biomass and secondary production. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **137**: 195-214.

PETERS R.H. (1983) - *The ecological implication of body size*. Cambridge University Press: 329 pp.

SCHWINGHAMER P., HARGRAVE B., PEER D., HAWKINS C.M. (1986) - Partitioning of production and respiration among size groups of organisms in an intertidal benthic community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **31**: 131-142.

SPRUNG M. (1993) - Estimating macrobenthic secondary production from body weight and biomass: a field test in a non-boreal intertidal habitat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **100**: 103-109.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 703-706

C. Nonnis Marzano, M. Mercurio, L. Scalera Liaci

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70126 Bari, Italia.

IL CICLO SESSUALE DI *TEDANIA ANHELANS* LIEBERKÜHN (PORIFERA, DEMOSPONGIAE) NELL'INSENATURA DELLA STREA DI PORTO CESAREO

SEXUAL CYCLE OF TEDANIA ANHELANS *LIEBERKÜHN (PORIFERA, DEMOSPONGIAE) IN THE PORTO CESAREO BASIN*

Abstract

The sexual cycle of Tedania anhelans *Lieberkühn (Porifera, Demospongiae) living in the Porto Cesareo Basin (SW Apulia), was studied from samples collected over a period of two years. The species is hermaphrodite and viviparous and concentrates its reproductive activity in spring-summer. An unusually long and intense period of spermatogenesis* vs *a relatively negligible oogenesis have been recorded.*

Key-words: *Sponges, Sexual reproduction, Ionian Sea.*

Introduzione

Le demosponge di ambienti superficiali del Mediterraneo sono generalmente caratterizzate da un ciclo sessuale in cui il massimo sforzo riproduttivo è concentrato in uno o due periodi dell'anno (Scalera *et al.*, 1971; Fell, 1993). Per tali organismi la spermatogenesi è spesso un processo molto breve e riguarda una parte limitata della popolazione. Gli esemplari coinvolti vanno incontro ad una drastica trasformazione di gran parte della superficie filtrante in tessuto riproduttivo (Tanaka-Ichihara e Watanabe, 1985). Al contrario, l'ovogenesi risulta di solito più diffusa e persistente per lunghi periodi (Wapstra e Van Soest, 1987; Corriero *et al.*, 1996a).

In questa nota si riporta l'andamento del ciclo sessuale in una popolazione di *Tedania anhelans* Lieberkühn, studiata lungo un arco di tempo di due anni.

Materiali e metodi

L'insenatura della Strea di Porto Cesareo (LE) è un biotopo a caratteristiche semilagunari che ospita una ricca comunità a Poriferi, con 32 specie segnalate (Corriero *et al.*, 1996b). In questo ambiente *T. anhelans* si rinviene comunemente su substrati rocciosi, sui talli di numerose macroalghe e in epibiosi su altre spugne. La presente indagine è stata effettuata prelevando mensilmente 15 esemplari della spugna, nel periodo compreso tra Gennaio 1994 e Dicembre 1995, per un totale di 360 esemplari. La presenza di elementi riproduttivi è stata evidenziata mediante l'utilizzo di tecniche istologiche standard.

Risultati

T. anhelans è una specie ermafrodita e vivipara.

Gli ovociti rinvenuti nel corso di questa ricerca presentano un diametro compreso tra 30 e 50 μm, mentre le cisti spermatiche hanno dimensioni oscillanti tra

35 e 65 µm. Non sono mai stati rinvenuti embrioni nei primi stadi di sviluppo (diametro ø > 100 < 200 µm). Embrioni e larve (del tipo parenchimella) a diverso grado di sviluppo possono coesistere nel medesimo esemplare e presentano un diametro massimo compreso tra 200 e 600 µm.

Nei due anni d'indagine la presenza di elementi riproduttivi nel mesoilo della spugna è risultata essenzialmente limitata al periodo primaverile-estivo (Tab. 1).

Tab. 1 - *Tedania anhelans* A: Frequenza degli esemplari con elementi riproduttivi (valore percentuale); B: Densità degli elementi riproduttivi (n°/mm²±DS); C: Frazione di tessuto occupato dagli elementi riproduttivi (valore percentuale±DS).

Tedania anhelans *A: Frequence of specimens with reproductive elements (percent value); B: Density of reproductive elements (n°/mm²±SD); C: Tissue fraction occupied by reproductive elements (percent value±SD).*

A

1994	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott
Ovociti	26,7	13,3	53,3	40	13,3	20	13,3		
Cisti spermatiche			6,7	26,7	40	33,3	6,7	26,7	
Embrioni e larve					46,7	40	13,3	40	20

1995	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott
Ovociti									
Cisti spermatiche				6,7	26,7	6,6			
Embrioni e larve				6,7	40	20	13,3		

B

1994	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott
Ovociti	0,08±0,03	0,07±0,05	0,1±0,05	0,1±0,05	0,7±0,2	0,2±0,06	0,2±0,1		
Cisti spermatiche			0,6	1,4±2,6	6,3±5,1	1,5±0,7	0,1	1,5±1,2	
Embrioni e larve					0,3±0,2	0,1±0,05	0,04±0,002	0,4±0,4	0,07±0,04

1995	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott
Ovociti									
Cisti spermatiche				0,6	0,9±0,5	1,2			
Embrioni e larve				0,08	0,2±0,3	0,5±0,4	0,1		

C

1994	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott
Ovociti	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cisti spermatiche			0,05	0,2±0,3	0,8±0,7	0,2±0,2	0,03	0,2±0,2	
Embrioni e larve					2,6±2,6	1,2±2,4	0,4±0,2	3,8±2,9	1,1±0,7

1995	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott
Ovociti									
Cisti spermatiche				0,05	0,2±0,2	0,2			
Embrioni e larve				0,1	1,8±3,8	10,7±9,8	0,4±0,3		

Nel corso del 1994, esemplari con gameti femminili sono stati rinvenuti da Febbraio ad Agosto; la densità degli ovociti (valore medio = 0.2 ± 0.1/mm²) e la percentuale di tessuto occupato dagli stessi (valore medio = 0.004 ± 0.002%) si sono mantenuti tuttavia costantemente bassi. Durante lo stesso anno le cisti spermatiche sono state rinvenute tra Aprile e Settembre con un picco di produ-

zione in Giugno (densità = 6.3 ± 5.1/mm²; percentuale di tessuto occupato = 0.8 ± 0.7%). Embrioni e larve, infine, sono stati osservati da Giugno ad Ottobre, con massimi valori di abbondanza in Settembre (densità = 0.4 ± 0.4/mm²; percentuale di tessuto occupato = 3.8 ± 2.9%). Nel corso del secondo anno d'indagine non sono mai stati rinvenuti gameti femminili. Le cisti spermatiche sono state osservate da Maggio a Luglio, con valori di abbondanza più bassi rispetto all'anno precedente (densità media = 0,9 ± 0,3/mm²; percentuale media di tessuto occupato = 0,1 ± 0,1%); embrioni e larve sono stati rinvenuti da Maggio ad Agosto, con massimi valori di densità e percentuale di tessuto occupato nel mese di Luglio (0.5 ± 0.4/mm² e 10.7 ± 9.8%, rispettivamente).

Discussione e conclusioni

Il pattern riproduttivo osservato in *T. anhelans* si discosta in maniera evidente dal modello descritto per la maggior parte delle demosponge superficiali mediterranee. Questa specie infatti, indirizza la propria attività riproduttiva verso una fase spermatogenetica prolungata e largamente diffusa nella popolazione. Gli esemplari in spermatogenesi, tuttavia, impiegano una porzione ridotta del proprio mesoilo nella produzione di cisti spermatiche, consentendo il mantenimento della funzionalità del sistema filtrante. Ancora minore è risultata la porzione di tessuto implicato nel processo di ovogenesi, tanto che tale fenomeno è sfuggito nel corso del secondo anno di studio alle maglie del campionamento. Di contro la presenza di embrioni e larve nel tessuto della spugna sembra indicare, in entrambi gli anni d'indagine, un'elevata efficienza del processo di fecondazione, seguito da una rapida segmentazione degli zigoti, come suggerisce tra l'altro il mancato rinvenimento di embrioni in stadio giovanile.

Il ciclo sessuale di *T. anhelans*, pur seguendo un ritmo marcatamente stagionale, ha mostrato una durata inferiore nel 1995 rispetto all'anno precedente. I meccanismi in grado di controllare l'insorgenza e l'evolversi dei fenomeni di riproduzione sessuale nei Poriferi non sono ancora del tutto noti. Simpson (1980) e Sarà (1992) ipotizzano il coinvolgimento di fattori endogeni specie-specifici che possono essere modulati dai fattori ambientali, primo fra tutti la temperatura dell'acqua. I dati di temperatura dell'acqua disponibili per l'area di studio (Corriero *et al.*, in preparazione), non rivelano tuttavia differenze significative tra i due anni d'indagine; si può ipotizzare pertanto che, in questa specie, la lunghezza del periodo riproduttivo possa essere influenzata da altri fattori ambientali (salinità, condizioni trofiche, ecc.) (Fell, 1993).

Bibliografia

CORRIERO G., SARA' M., VACCARO P. (1996a) - Sexual and asexual reproduction in two species of *Tethya* (Porifera: Demospongiae) from a Mediterranean coastal lagoon. *Mar. Biol.*, **126**: 171-181.

CORRIERO G., SCALERA LIACI L., MERCURIO M. (1996b) - Il popolamento a Poriferi della Riserva Marina di Porto Cesareo. *Riassunti del 57° congresso UZI*: 28.

FELL P.E. (1993) - Porifera. In: K.G. and R.G. Adiyodi (eds), *Reproductive biology of invertebrates*, Oxford & IBH, New Delhi, Bombay, Calcutta, **6**: 1-44.

SCALERA LIACI L., SCISCIOLI M., MATARRESE A., GIOVE C. (1971) - Osservazioni sui cicli sessuali di alcune Keratosa (Porifera) e loro interesse negli studi filogenetici. *Atti Soc. Peloritana Sci. Fis., Matem., Natur.*, **17**: 33-52.

SIMPSON T.L. (1980) - Reproductive processes in sponges: a critical evaluation of current data and views. *Int. J. invert. Reprod.*, 2: 251-269.

TANAKA-ICHIHARA K., WATANABE Y. (1985) - Gametogenic cycle in *Halichondria okadai*. In: K. Rützler (eds), *New perspectives in sponge biology*, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., London: 170-174.

WAPSTRA M., VAN SOEST R.M.W. (1987) - Sexual reproduction, larval morphology and behaviour in Demosponges from the South-West of the Netherlands. In: J. Vacelet and N. Boury-Esnault (eds), *Taxonomy of Porifera of the NE Atlantic and the Mediterranean Sea*, Springer Verlag, Berlin: 281-308.

Lavoro eseguito con contributi M.U.R.S.T. 40% e 60%.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 707-712

P. PANETTA, F. MASTROTOTARO, P. MAIORANO

Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Bari,
Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

LA MALACOFAUNA DELLA RISERVA MARINA DELLE ISOLE TREMITI

MOLLUSCS FROM TREMITI ISLANDS RESERVE

Abstract

Benthic Molluscs were collected by grab and dredge samples during a survey in the Tremiti Islands in July '97. A total of 68 species of Mollusc were identified. Index of Shannon and Evenness were computed on grab samples. Multidimensional scaling highlighted a homogeneous structure in the AP and SGCF communities, in the Infralittoral zone, and in the DC community in Circalittoral zone.

Key-words: *Molluscs, Benthos, Adriatic Sea, Tremiti Islands.*

Introduzione

Nell'ambito del "Progetto Prisma 2" sottoprogetto 3: "Alterazioni delle Comunità" è stato effettuato uno studio sulla composizione quali-quantitativa della malacofauna bentonica rinvenuta sui fondali dell'arcipelago delle Isole Tremiti. Precedenti informazioni su tale problematica sono rinvenibili in Marano *et al.* (1992).

Materiali e metodi

Per le indagini macrobentoniche sono stati effettuati, a luglio 1997, n. 42 campionamenti intorno alle tre isole di S. Domino, S. Nicola e Capraia di cui 23 (tra i 5-20 m di profondità) di tipo quantitativo, con una benna di tipo Eckman modificata di 20x20 cm (tre repliche per ogni stazione), e 19 di tipo qualitativo con draga triangolare con lato di 30 cm (tra i 20 e i 65 m di profondità). Sia le bennate che i dragaggi sono stati effettuati lungo 8 transetti costa-largo distribuiti intorno all'arcipelago.

In laboratorio si è proceduto a separare, identificare e contare gli organismi vivi rinvenuti in ogni campione. In base ai risultati del campionamento quantitativo, effettuato con benna, sono stati calcolati gli indici di diversità H' (Shannon e Weaver, 1949) e di evenness J (Patten, 1962). Per quanto concerne i dati raccolti mediante i 19 dragaggi è stata calcolata la frequenza relativa.

Le eventuali variazioni della composizione e della struttura del popolamento, sia costiero (bennate) sia più profondo (dragaggi), sono state evidenziate utilizzando la procedura di NMDS (Multidimensional Scaling non metrico) del pacchetto Statistica (1995) utilizzando le relative matrici di dissimilarità basate sull'indice di Sørensen (1948).

Risultati

L'analisi bentonica globale, effettuata utilizzando tutti i dati rilevati durante le campagne di prelievo, ha evidenziato la presenza nella fascia costiera di al-

cune biocenosi distinte, sebbene non del tutto strutturate. Tra queste ultime le più importanti per estensione sono quelle (*sensu* Pérès et Picard, 1964) ad alghe fotofile (AP) e a sabbie grossolane e ghiaie fini sottoposte a correnti di fondo (SGCF), nel piano infralitorale, e le biocenosi del detritico costiero (DC) nel piano circalitorale. Il posidonieto, attualmente in progressivo degrado, è presente in aree ristrette.

Nell'ambito del presente studio, per quanto concerne le bennate, è stata analizzata la componente della malacofauna derivante dalle due biocenosi AP e SGCF, mentre per quanto concerne i dragaggi, effettuati a profondità maggiori, sono state considerate anche le biocenosi del detritico costiero (DC). Con il campionamento quantitativo effettuato con benna sono stati raccolti 452 individui appartenenti a 30 specie (17 Gasteropodi, 12 Bivalvi ed 1 Poliplacoforo) il cui elenco è riportato in Tab. 1. In quest'ultima è altresì riportato il valore di

Tab. 1 - Elenco delle specie ritrovate durante il campionamento quantitativo con indicazione della classe sistematica (c), del numero degli esemplari ritrovati (n) e del valore di presenza numerica (n) e percentale relativa (%) nelle 23 stazioni (pres. rel.)

List of species collected during grab sample, with indication of systematic class (cl), number of speciments (n) and presence values in number and percentage, related to the 23 stations (pres. rel.).

specie	Ind. c	n	res. rel n	%
Bittium latreillii (Payr., 1826)	G	290	20	86,96
Alvania lineata Risso, 1826	G	41	14	60,87
Alvania cimex (Linnaeus, 1758)	G	38	8	34,78
Ctena decussata (Costa O.G., 1829)	B	12	9	39,13
Tellina donacina L., 1758	B	8	8	34,78
Cardita calyculata (L., 1758)	B	7	5	21,74
Diplodonta apicalis Phil., 1836	B	6	4	17,39
Lucinella divaricata (L., 1758)	B	6	5	21,74
Alvania cancellata (Da Costa, 1778)	G	5	4	17,39
Conus mediterraneus Hwass in Brug., 17	G	5	3	13,04
Timoclea ovata (Penn., 1777)	B	5	4	17,39
Hiatella arctica (L., 1767)	B	4	4	17,39
Alvania discors (Allan, 1818)	G	2	1	4,35
Polinices macilenta (Phil., 1884)	G	2	2	8,70
Polinices nitida (Don., 1804)	G	2	2	8,70
Nassarius incrassatus (Stroem, 1768)	G	2	2	8,70
Pitar rudis (Poli, 1795)	B	2	2	8,70
Plagiocardium papillosum (Poli, 1795)	B	2	2	8,70
*Psammobia costulata*Turton, 1822	B	2	2	8,70
Arca tetragona Poli, 1795	B	1	1	4,35
Buccinulum corneum (L., 1758)	G	1	1	4,35
Cerithium vulgatum Brug., 1792	G	1	1	4,35
Fusinus syracusanus (L., 1758)	G	1	1	4,35
Gibbula guttadauri (Phil., 1836)	G	1	1	4,35
Ischnochiton rissoi Payr., 1826	P	1	1	4,35
Nassarius pygmaeus (Lam., 1822)	G	1	1	4,35
Psammobia depressa (Penn., 1777)	B	1	1	4,35
Rissoa guerini Récluz, 1843	G	1	1	4,35
Vexillum ebenus (Lam., 1811)	G	1	1	4,35
Vexillum tricolor (Gmel., 1791)	G	1	1	4,35

presenza numerica e percentuale delle singole specie rispetto alle 23 stazioni. Si ha così modo di rilevare che ci si trova di fronte ad una comunità caratterizzata prevalentemente da *Bittium latreillei* (rinvenuta in 20 su 23 stazioni), *Alvania lineata, Alvania cimex, Ctena decussata, Lucinella divaricata, Tellina donacina* e *Cardita calyculata*. I valori di H' calcolati per le singole stazioni variano tra 0,54 e 2,10 e i valori di J tra 0,34 e 1,00. Con l'eccezione di due sole stazioni (T2/20 e T5/5) i valori di J sono sempre maggiori di 0,6. Nell'ordinamento ottenuto mediante NMDS si è notato un addensamento di ben 16 stazioni su 23 (Fig. 1), che corrispondono a un popolamento pressoché omogeneo rappresentato dalle specie *Bittium latreillei, Alvania lineata* e *Alvania cimex*, gasteropodi che comunemente vivono sui rizomi e sulle foglie di *Posidonia oceanica* (Bonfitto *et al.*, 1997).

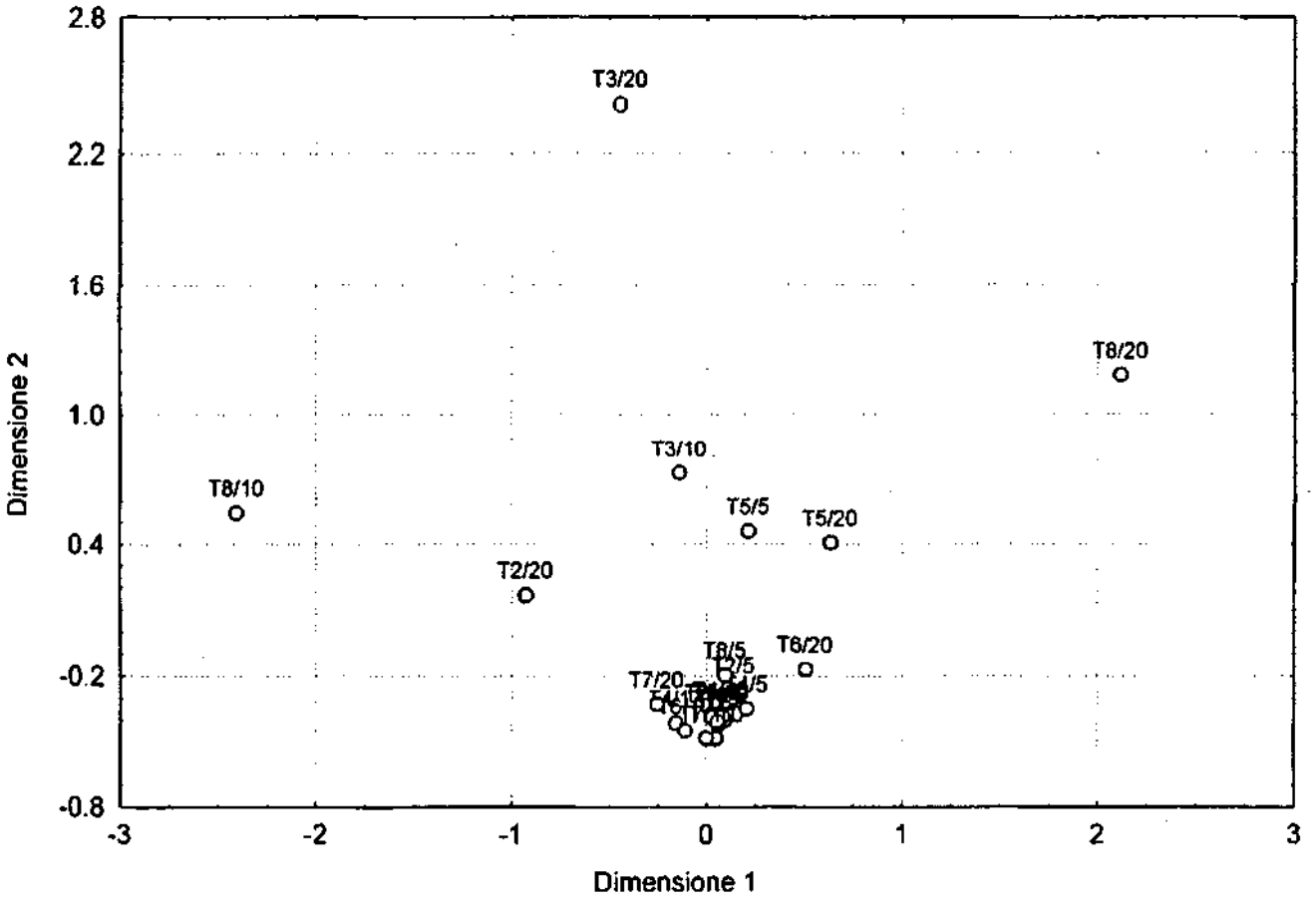


Fig. 1 - Ordinamento ottenuto mediante NMDS delle 23 stazioni (bennate) effettuate dai 5 ai 20 m di profondità.
NMDS of 23 grab stations carried out between 5 and 20 m in depth.

Con il campionamento qualitativo sono state raccolte 49 specie (15 Gasteropodi, 28 Bivalvi, 1 Scafopode e 5 Poliplacofori) (Tab. 2). Di esse le più frequenti solo *Cerithium vulgatum, Plagiocardium papillosum, Timoclea ovata* ritrovate in 8 dragate sulle 19 effettuate. A livello descrittivo si evidenziano due gruppi di cui il primo rappresentato dalla biocenosi delle sabbie grossolane e delle ghiaie fini sottoposte a correnti di fondo (SGCF), è caratterizzato da *Plagiocardium papillosum, Nassarius incrassatus, Timoclea ovata* e il secondo con specie tipiche del detritico costiero (DC) come *Clausinella fasciata, Laevicardium crassum, Pitar rudis* e *Gibbula guttadauri*.

Tab. 2 - Elenco delle specie ritrovate durante il campionamento qualitativo con indicazione della classe sistematica (cl) e della percentuale di presenza relativa alle 19 stazioni (fr. rel. %)
List of species collected during dredge sample, with indication of systematic class (cl), and presence percentage, related to the 19 stations (fr. rel.).

specie	cl	fr. rel. %
Cerithium vulgatum Brug., 1792	G	42,11
Plagiocardium papillosum (Poli, 1795)	B	42,11
Timoclea ovata (Penn., 1777)	B	42,11
Clausinella fasciata (Da Costa, 1778)	B	36,84
Acanthochitona fascicularis (Linnaeus, 1767)	P	26,32
Chiton olivaceus Spengler, 1797	P	26,32
Hiatella arctica (L., 1767)	B	26,32
Nassarius incrassatus (Stroem, 1768)	G	21,05
Pitar rudis (Poli, 1795)	B	21,05
Leptochiton geronensis Kaas & van Belle, 1985	P	15,79
Gibbula guttadauri (Phil., 1836)	G	15,79
Anomia ephippium (L)	B	15,79
Chlamys varia (L., 1758)	B	15,79
Gouldia minima (Mtg., 1803)	B	15,79
Kellia suborbicularis (Mtg., 1803)	B	15,79
Laevicardium crassum (Gmel., 1791)	B	15,79
Lima hians (Gmel., 1791)	B	15,79
Nucula sulcata Bronn, 1831	B	15,79
Striarca lactea (L., 1758)	B	15,79
Callochiton septemvalvis euplaeae (Costa O.G., 18)	P	10,53
Ischnochiton rissoi Payr., 1826	P	10,53
Bittium latreillii (Payr., 1826)	G	10,53
Calliostoma zizyphinum (L., 1758)	G	10,53
Diodora graeca (L., 1758)	G	10,53
Emarginella huzardii - (Payr., 1826)	G	10,53
Nassarius lima (Dillwin, 1817)	G	10,53
Dentalium vulgare Da Costa, 1778	S	10,53
Arca tetragona Poli, 1795	B	10,53
Litophaga litophaga (L., 1758)	B	10,53
Lucinella divaricata (L., 1758)	B	10,53
Tellina balaustina L., 1758	B	10,53
Tellina donacina L., 1758	B	10,53
Calliostoma conulus (L., 1758)	G	5,26
Crassopleura incrassata (Dujardin, 1837)	G	5,26
Emarginula adriatica Costa O.G., 1829	G	5,26
Polinices nitida (Don., 1804)	G	5,26
Tenagodus obtusus (Schum., 1817)	G	5,26
Trivia arctica (Pult., 1789)	G	5,26
Vexillum ebenus (Lam., 1811)	G	5,26
Aequipecten opercularis (L., 1758)	B	5,26
Bolma rugosa (L., 1767)	B	5,26
Chlamys flexuosa (Poli, 1745)	B	5,26
Corbula gibba (Olivi, 1792)	B	5,26
Ctena decussata (Costa O.G., 1829)	B	5,26
Glyciymeris insubrica (Brocchi, 1814)	B	5,26
Musculus costulatus (Risso, 1826)	B	5,26
Pharus legumen (L., 1758)	B	5,26
*Psammobia costulata*Turton, 1822	B	5,26
Tellina serrata Brocchi, 1814	B	5,26

L'ordinamento ottenuto mediante NMDS non è risultato interpretabile sulla base di gradienti ambientali noti ed è quindi verosimile che il popolamento sia sostanzialmente omogeneo dal punto di vista strutturale. Ciò è anche avvalorato da un alto valore di stress (0,20) (Fig. 2).

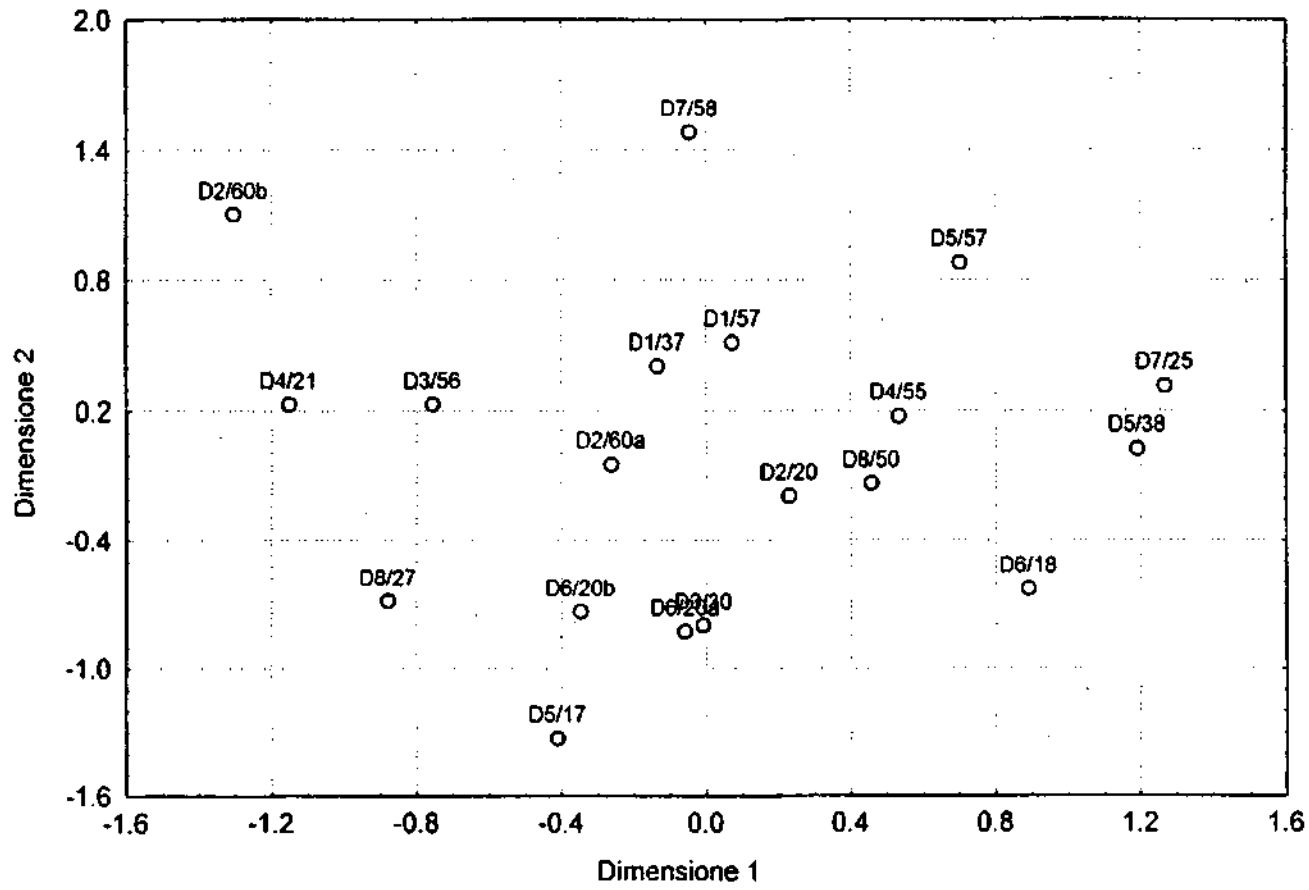


Fig. 2 - Ordinamento ottenuto mediante NMDS delle 19 stazioni (dragaggi) effettuate dai 17 ai -60 m di profondità.
NMDS of 19 dredge stations carried out between 17 and 60 m in depth.

Conclusioni

L'analisi della componente malacologica rinvenuta lungo la fascia litorale dell'arcipelago tremitese ha evidenziato l'assenza di taxocenosi differenziate e di popolamenti ben strutturati. Viceversa si é notata una omogeneità alquanto elevata nei popolamenti a molluschi con un certo numero di specie (es. *Bittium latreillei*, *Alvania lineata* e *A. cimex*) che, pur essendo tipiche del posidonieto, sono attualmente diffuse lungo tutta la fascia costiera dell'arcipelago, in biocenosi differenti (AP e SGCF). La fase regressiva a cui é attualmente sottoposto il posidonieto, un tempo molto esteso, potrebbe spiegare tali presenze relitte. La zona più profonda, caratterizzata prevalentemente dal Detritico Costiero (DC) presenta invece specie tipiche di questa biocenosi.

Bibliografia

BONFITTO A., FELLEGARA I., GILLONE G. (1997) - Sampling techniques and structure of the malacofauna associated to the rhizome zone in *Posidonia oceanica* (L.) Délile. *Bollettino Malacologico, Roma*, **33** (5-8): 83-88.

MARANO G., VACCARELLA R., AMATO E., DE ZIO V., ROSITANI L., PASTORELLI A. M. (1992) - Indagini preliminari sul parco marino delle Isole Tremiti. *Oebalia*, **17** (Suppl.): 509-515.

PATTEN B.C. (1962) - Species diversity in net phytoplakton of Raritan Bay. *J. Mar. Res.*, **20**: 57-75.

PERES J. M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **31** (47): 137 pp.

SHANNON C.E., WEAVER W. (1949) - *The Mathematical Theory of Communication.* Urbana, University of Illinois Press: 117 pp.

SORENSEN T. (1948) - A Method of Establishing Groups of Equal Amplitude in Plant Sociology. *Vid. Selsk. Biol. Skr.*, **5**: 4 pp.

STATISTICA StatSoft, Inc. (1995) - *For Windows [Computer program manual].* Tulsa.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 713-714

A.C. PATI, F. CATINO, S. SEI*, G. BELMONTE, F. BOERO

Dipartimento di Biologia, Università di Lecce, Via Prov.le
Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.
* Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma, Italia.

COMPOSITION OF THE EGG BANK IN THE VALLE SMARLACCA LAGOON (NORTH ADRIATIC SEA, ITALY)

COMPOSIZIONE DELLA BANCA DI UOVA NELLA LAGUNA DI VALLE SMARLACCA (NORD ADRIATICO, ITALIA)

Abstract

Egg abundance and diversity in sediments of a lagoon environment were different in two sampling periods, and varied also with the depth into the sediment. These changes have been attributed to both life-cycle patterns, linked to seasonality, and to specific "histories" in the composition of both plankton and meiobenthos of the lagoon.

Key-words: *plankton, meiobenthos, resting stages, lagoon.*

Introduction

Sediments of coastal confined environments contain many encapsulated organisms representing inactive (often resting) stages of both plankton and meiofauna (Pati *et al.*, 1999)and their study is essential for an exhaustive understanding of benthic-pelagic coupling. Different composition of egg bank in different periods are probably linked to the presence of active stages producing and deriving from resting stages (Marcus, 1984).

Materials and methods

The study site (Valle Smarlacca) is a portion of the Valli di Comacchio lagoon-system, North Adriatic Sea. Twelve zooplankton samples were collected monthly in 1996. Eight sediment cores (3 cm high and 2.8 cm ID) were collected on two dates (four cores on July 18th 1996; four cores on November 11st 1997). Four additional cores (12 cm high and 2:8 cm ID, collected on November 1997), were cut at 1 cm intervals to separate successive layers of sediment. All samples were preserved in 8% buffered formalin, and sieved through both 1 and 0,050 mm mesh size. Abundances were reported to a sediment surface of 1 m^2.

Results and disçussion

Seven types of inactive forms were identified. They were attributed to planktonic Rotifera (*Synchaeta* sp. and *Brachionus* sp.), Copepoda Calanoida (*Acartia* sp.), Ciliophora Tintinnina, and to meiobenthic Rotifera, Harpacticoida, and Nematoda.

The resting eggs of *Synchaeta* sp. and Nematoda, and the eggs of *Acartia* sp. and Harpacticoida were more abundant in summer cores than in the winter ones

(46000 vs 17000, 5000 vs 0, 6000 vs 800, and 4000 vs 2000 Ind.m^{-2} in the uppermost 3 cm, respectively), whereas the resting stages of Tintinnina, *Brachionus* sp. and of an unidentified benthic rotifer were more abundant in the autumn samples (1000 vs 0, 8000 vs 3000, and 6000 vs 300 Ind.m^{-2} in the uppermost 3 cm, in autumn and summer, respectively).

Vertical distributions, reported from a 12 cm sediment-column, were different for different species: almost all were present up to the depth of 12 cm, but eggs of *Synchaeta* and *Brachionus* were very abundant in the 1st and 2nd cm from the surface. Calanoida eggs were present only in 3rd and 4th cm. Resting forms of meiobenthic unidentified Rotifera were present from 1st up to 12th cm, whereas eggs of Harpacticoida and resting eggs of Nematoda were present only in the 1st and in the 4th cm, respectively.

The abundance of active forms in the plankton varies during the year: *Synchaeta* sp. was present with a maximum density in the cold season, *Brachionus* sp. in the warm season, Tintinnina were absent in autumn (see also Sei *et al.*, 1998). Even though the sampling was inadequate for a statistic analysis, it seems that, for each species, an inverse correlation exists between the abundance of benthic forms and the presence of the active ones in the plankton. In fact, during the summer *Synchaeta* sp. was absent from the water column, but its resting eggs were very abundant in the sediment. In the same way, *Brachionus* sp. and Tintinnina were absent in the plankton in the autumn when their inactive stages were abundant in the benthos. This pattern suggests that benthic bank is "filled up" by propagules produced by plankters and it is depleted in consequence of the recruitment into the plankton, confirming a model proposed also by other authors (see Marcus, 1984). The rarity of resting eggs of Calanoida could be justified with the continue presence (e.g., during the whole year, see Sei *et al.*, 1998) in the plankton of the active stages of the more abundant species, *Acartia tonsa*, which, as a consequence, has not a resting period. The calanoid eggs found (morphologically different from those of *A. tonsa*) probably belong to *A. clausi*, a species which cannot be considered well adapted to this confined environment.

The presence of Nematoda resting forms was restricted to the summer, suggesting that they were probably produced as a response to environmental disturbance occurring in the warm season, such as eutrofication and anoxia.

The different vertical distribution of inactive forms in the sediment cores stimulates more detailed investigations in order to precise long-term changes of the abundance of the active populations that produced them.

References

MARCUS N. (1984) - Recruitment of copepod nauplii into the plankton: importance of diapause eggs and benthic processes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **15**: 47-54

PATI A.C., BELMONTE G., CECCHERELLI V.U., BOERO F. (1999) - The inactive temporary component: an unexplored fraction of meiobenthos. *Mar. Biol.*, **134**: 419-427

SEI S., FERRARI I., GHION F. (1998) - Monitoraggio delle condizioni ambientali delle Valli di Comacchio. Lo zooplancton. *Laguna*, **5** (Suppl.): 28-35.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 715-717

L. Piazzi, F. Rindi, F. Cinelli

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

COMPOSIZIONE FLORISTICA DI UN FONDALE A CORALLIGENO DEL LITORALE LAZIALE SETTENTRIONALE

ALGAL FLORA OF A CORALLIGENOUS BOTTOM OF THE NORTHERN SHORE OF LAZIO

Abstract

The macroalgal assemblage of a rocky sublittoral bottom of a shore of North Western Italy is described. The composition of assemblage corresponds to the biocoenosis named coralligenous; 93 species were recorded (7 green algae, 11 brown algae and 75 red algae), among which Cottoniella filamentosa, Polysiphonia perforans *and* Myriactula arabica *are interesting by a floristic point of view.*

***Key-words**: coralligenous, marine algae, Western Mediterranean.*

Introduzione

Il coralligeno rappresenta la biocenosi caratteristica del piano circalitorale mediterraneo (Pérès et Picard, 1964). Tale biocenosi occupa un'ampia porzione della piattaforma continentale mediterranea ove riveste un ruolo fondamentale, legato all'alta diversità biologica e alle capacità strutturanti che la caratterizzano (Hong, 1980). Nonostante l'estensione e l'importanza ecologica dei fondali a coralligeno, queste formazioni sono meno conosciute rispetto ad altre comunità bentoniche e i dati disponibili sulla loro composizione e dinamica spazio-temporale sono limitati. La scarsa disponibilità di informazioni sui fondi a coralligeno sta assumendo una notevole gravità in particolare negli ultimi anni; studi recenti sembrano infatti indicare fenomeni di degradazione legati all'impatto antropico (Bourcier, 1986). Il presente lavoro riporta dati concernenti la vegetazione macroalgale di un fondale a coralligeno situato lungo il litorale laziale, nei pressi di Civitavecchia.

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto su un fondale antistante le coste laziali settentrionali, 10 km a nord di Civitavecchia, a profondità comprese tra 17 e 22 metri. I campioni sono stati raccolti mediante grattaggio completo di superfici di 400 cm^2. I campionamenti sono stati effettuati nell'agosto 1995, nel maggio 1996 e nell'ottobre 1997. Il materiale è stato conservato in una soluzione di acqua di mare e formalina al 5% e successivamente esaminato in laboratorio. Per ogni campione sono state determinate le specie macroalgali presenti; per la maggior parte delle specie sono stati preparati fogli di erbario e vetrini permanenti conservati presso l'Erbario personale Fabio Rindi.

Risultati

L'esame dei campioni ha portato all'identificazione di 93 taxa, a livello specifico e infraspecifico, di macroalghe, tra i quali 7 Chlorophyta, 11 Heterokontophyta

(tutti appartenenti alle Fucophyceae) e 75 Rhodophyta. Il popolamento era dominato soprattutto da specie incrostanti quali *Peyssonnelia* spp. [tra cui *Peyssonnelia rubra* (Greville) J. Agardh era la specie più comune], *Contarinia squamariae* (Meneghini) Denizot, *Lithophyllum frondosum* (Dufour) G. Furnari, Cormaci *et* Alongi ed altre Corallinaceae. Le specie a tallo eretto più abbondanti sono risultate *Sebdenia monardiana* (Montagne) Berthold, *Meredithia microphylla* (J. Agardh) J. Agardh e *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse. Sebbene non altrettanto abbondanti, sono state comunemente osservate anche *Bornetia secundiflora* (J. Agardh) Thuret, *Tricleocarpa fragilis* (Linnaeus) Huisman *et* R. A. Townsend, *Platoma cyclocolpum* (Montagne) F. Schmitz e *Halymenia floresia* (Clemente) C. Agardh. La componente filamentosa non era particolarmente cospicua e risultava rappresentata soprattutto da *Wrangelia penicillata* (C. Agardh) C. Agardh, *Pterothamnion plumula* (J. Ellis) Nägeli e *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R. E. Norris.

Sono state rilevate alcune specie interessanti dal punto di vista floristico quali *Cottoniella filamentosa* (M. Howe) Boergesen var. *algeriensis* (Schotter) Cormaci *et* G. Furnari, *Polysiphonia perforans* Cormaci, G. Furnari, Pizzuto *et* Serio, *Myriactula arabica* (Kützing) J. Feldmann.

Discussione e conclusioni

Nel complesso la composizione del popolamento corrisponde a quella riportata per questo tipo di biocenosi (Laubier, 1966), con forte dominanza di alghe rosse a tallo prostrato (Corallinacee incrostanti e *Peyssonnelia* spp.). La distribuzione batimetrica del popolamento studiato risulta piuttosto superficiale in confronto a quella tipicamente riportata per la biocenosi coralligena; tale fenomeno, descritto anche per altre zone del Mediterraneo occidentale (Laubier, 1966; Hong, 1980), è probabilmente legato alla generale torbidità delle acque nell'area di studio.

Tra le specie rilevate la presenza di *Polysiphonia perforans* è di particolare interesse in quanto si tratta della seconda segnalazione dopo la descrizione di questa specie (Cormaci *et al.,* 1998) per la Sicilia orientale e le Isole Tremiti. Anche a Civitavecchia tale specie è stata ritrovata epifita su *Peyssonnelia rubra.* Sebbene riportata in altre regioni del Mediterraneo, *Cottoniella filamentosa* var. *algeriensis* non era stata finora segnalata nella parte nord occidentale del bacino mediterraneo. Talli di questa specie sono stati trovati nell'ottobre 1997 sia nell'area di studio che epifiti su rizomi di *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile in una zona poco distante. Anche *Myriactula arabica* è una specie rara e le segnalazioni per il Mediterraneo occidentale sono scarse (Ribera *et al.*, 1992).

Bibliografia

BOURCIER M. (1986) - Evolution, en cinq années, des herbiers à *Posidonia oceanica* et du macrobenthos circalittoral. Action conjuguée des activités humaines et des modifications climatiques. *Vie Milieu*, **36** (1): 1-8.

CORMACI M., FURNARI G., PIZZUTO F., SERIO D. (1998) - *Polysiphonia perforans* sp. nova (Ceramiales, Rhodophyta) from the Mediterranean Sea. *Plant Biosyst.*, **132** (1): 77-81.

HONG J.S. (1980) - *Etude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos).* Thèse 3ème cycle Océanologie. Univ. Aix-Marseille II, 137 + 108 pp.

LAUBIER L. (1966) - Le coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Ann. Inst. Océanogr. Paris,* **43** (2): 137-316.

PÉRÈS J. M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume,* **14** (23): 5-122.

RIBERA M.A., GOMEZ GARRETA A., GALLARDO T., CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G. (1992) - Check-list of Mediterranean Seaweeds. I. Fucophyceae (Warming, 1884). *Bot. Mar.,* **35**: 109-130.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 718-722

G. Piscitelli, G. Barone

Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Bari,
Via Orabona, 4 – 70125 Bari, Italia.

PRIMA NOTA SUI PICNOGONIDI DELLE ISOLE TREMITI

PYCNOGONIDS FROM THE TREMITI ISLANDS: A PRELIMINARY NOTE

Abstract

The present paper deals with pycnogonids collected during several surveys on the benthic fauna of the Tremiti Islands on the South-Adriatic coast of Italy; the collected samples from the superior fringe of the infralittoral hard substrates, included 75 pycnogonids which were identified for this study. Ten species were found. The dominant species are Tanystylum conirostre *and* Callipallene brevirostris.

***Key-words**: Pycnogonids, benthos, Tremiti Islands, Adriatic sea.*

Introduzione

Le Isole Tremiti, situate tra il Medio ed il Basso Adriatico a Nord del promontorio del Gargano, sono parte integrante del Parco Nazionale del Gargano, le cui aree sommerse costituiscono la *"Riserva marina delle Isole Tremiti"* istituita ai sensi della L. 979/79. La fauna a picnogonidi di quest'area, non ci risulta sia stata studiata fino ad ora. La letteratura riguardante questo taxon infatti, abbastanza ampia per alcuni distretti geografici delle coste mediterranee, è generalmente piuttosto lacunosa per molte aree del bacino orientale (Arnaud, 1987).

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati in immersione sui substrati duri del piano infralitorale superiore lungo le pareti a falesia che in genere caratterizzano il profilo delle isole, in corrispondenza di otto transetti già individuati per altre tipologie di prelievo e a profondità non superiori a –5 m; la tecnica adottata è stata quella del grattaggio totale delle superfici di 400 cm^2.

Delle otto stazioni campionate, caratterizzate da diversa esposizione e idrodinamismo, cinque sono collocate presso l'isola più grande di S. Domino e precisamente in località Punta del Diavolo (T1), Grotta del Sale (T2), i Pagliai (T6), Punta Diamante (T7) e tra Cala degli Inglesi e Punta Secca (T8); due presso l'isola di S. Nicola in località Grotta del Ferraio (T3) e Punta del Cimitero (T4), l'ultima presso l'isola di Caprara in località Cala dei Turchi (T5).

Risultati e conclusioni

Nel corso delle indagini sui popolamenti bentonici lungo la fascia costiera delle Isole Tremiti, effettuate nell'ambito del progetto di ricerca *"Prisma 2 – Sottoprogetto 3 – Alterazioni delle comunità"*, sono stati raccolti 75 esemplari di picnogonidi.

Tab. 1 - Distribuzione dei Picnogonidi nelle stazioni campionate.
Pycnogonid frequency distribution in the sampled stations.

Specie	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	Totali	%
Achelia echinata (Hodge, 1864)				1		4	1		6	8,0
Achelia langi (Dohrn, 1881)						2			2	2,7
Achelia simplex (Giltay, 1934)			1	1					2	2,7
Anoplodactylus angulatus (Dohrn, 1881)			1			5			6	8,0
Anoplodactylus petiolatus (Kroyer, 1844)	1		1	1		1			4	5,3
Callipallene brevirostris (Johnston, 1837)						14			14	18,7
Callipallene emaciata (Dohrn,1881)						1			1	1,3
Callipallene spectrum (Dohrn, 1881)	1				1			1	3	4,0
Pycnogonum pusillum (Dohrn, 1881)	1								1	1,3
Tanystylum conirostre (Dohrn, 1881)	4	2	2	18	1	5		4	36	48,0
Totali	7	2	5	21	2	32	1	5	75	

I picnogonidi sono stati identificati in tutte le stazioni campionate (Tab. 1) e sono risultati appartenenti a 10 specie, a 5 generi e a 4 famiglie: *Phoxichilidiidae, Callipallenidae, Ammotheidae* e *Pycnogonidae*. Per la determinazione abbiamo adottato le opere di Dohrn (1881), Bouvier (1923), Stock (1968) e King (1974) ed articoli, elenchi e descrizioni originali citati di seguito nel testo. Le specie raccolte sono specie ad ampia distribuzione già segnalate nel Mediterraneo (Chimenz-Gusso, 1995) ma per la prima volta in quest'area geografica. Le specie più abbondanti sono *Tanystylum conirostre* (Dohrn, 1881) con 36 individui pari al 48.0% e *Callipallene brevirostris* (Johnston, 1837) con il 18.7%.

I picnogonidi costituiscono in genere una non trascurabile frazione delle comunità bentoniche in biotopi diversi (Arnaud & Bamber, 1987) e nel nostro caso sono associati prevalentemente alla morfologia della componente algale fotofila superficiale.

Di seguito vengono riportati i dati raccolti e alcune brevi considerazioni su aspetti della ecologia e della distribuzione delle 10 specie identificate.

Fam. *PHOXICHILIDIIDAE*

Anoplodactylus angulatus (Dohrn, 1881)

6 individui: 1 maschio in T3 e 2 maschi, 2 femmine e 1 giovane in T6. Questa specie vive a scarse profondità, ma è stata raccolta anche a 35 m (Krapp, 1973). Si trova associata alla biocenosi ad Alghe Fotofile e nella prateria di *Posidonia oceanica* (Chimenz-Gusso *et al.*, 1978). È stata raccolta nella grotta del Mago ad Ischia a -6 m di profondità (Chimenz *et al.*, 1978), nel porto di Civitavecchia

(Chimenz *et al.*, 1979), lungo la costa pugliese presso Brindisi (Chimenz e Tosti, 1989; Chimenz *et al.*, 1993), nel Golfo di Marsiglia (Bourdillon, 1954) e nelle Isole Canarie (Sanchez y Munilla,1989).

Anoplodactylus petiolatus (Kröyer, 1844)

4 individui: 1 femmina in T1, 1 giovane in T3, 1 femmina in T4 e 1 femmina in T6. È questa una specie ad ampia valenza ecologica e diffusione in Mediterraneo; è stata reperita a diverse profondità e su diversi substrati tra i quali sembra preferire quelli fangosi. Le larve parassitano varie specie di idroidi (Chimenz *et al.*, 1979). È nota ad Haifa (Stock, 1958), a Izmir (Arnaud, 1976), nel Mar Nero (Bacescu, 1959), a Banyuls (Stock, 1966), a Marsiglia (Bourdillon, 1954; Arnaud, 1987), nel porto di Civitavecchia (Chimenz *et al.*, 1979), a Catania (Krapp, 1973), nel Golfo di Salerno (Chimenz e Cottarelli, 1986), nel Golfo di Policastro (Chimenz, 1990), presso Brindisi (Chimenz e Tosti, 1989; Chimenz *et al.*, 1993), nel Mar Egeo (Arnaud, 1976). Stock (1978) ha osservato *A. petiolatus* anche in prelievi fatti a profondità abissali nell'Oceano Atlantico.

Fam. *CALLIPALLENIDAE*

Callipallene brevirostris (Johnston, 1837)

14 individui in T6, 8 femmine, 4 maschi (3 ovigeri) e 2 giovani. Largamente diffusa nell'Europa occidentale, dalla Norvegia al Mediterraneo (Bourdillon, 1953). Vive nelle zone di marea, associata a varie alghe (Arnaud, 1976). È stata ritrovata nel porto di Civitavecchia (Chimenz *et al.*, 1979), a Banyuls (Stock, 1966), nei Golfi di Guascogna e di Marsiglia (Arnaud, 1973, 1987).

Callipallene emaciata (Dohrn, 1881)

Un solo individuo giovane è stato raccolto in T6. Si tratta di una specie distribuita nel Mediterraneo e lungo la costa Atlantica della Francia (King, 1974). È stata rinvenuta nel Nord-Adriatico (Krapp-Schickel *et* Krapp, 1975), nel Mar Egeo (Arnaud, 1976), nel Golfo di Marsiglia (Arnaud, 1987), nelle Isole Canarie (Sanchez y Munilla, 1989) e nel Golfo di Napoli (Dohrn, 1881).

Callipallene spectrum (Dohrn, 1881)

3 individui: 1 maschio in T1, 1 maschio con uova in T5 e 1 femmina in T8. Questa specie è presente nel Nord-Adriatico (Krapp-Schickel *et* Krapp, 1975), nel Golfo di Napoli (Dohrn, 1881) e nel Golfo di Marsiglia (Arnaud, 1987).

Fam. *AMMOTHEIDAE*

Achelia echinata (Hodge, 1864)

6 individui: 1 femmina in T4, 3 maschi (1 ovigero) e 1 femmina in T6 e 1 maschio con uova in T7. Specie ad ampia distribuzione, si trova generalmente in acque poco profonde, raccolta anche nel coralligeno (Krapp, 1973; Arnaud, 1976), è spesso associata alle alghe fotofile, alle praterie di posidonia, ad idroidi e briozoi (Chimenz *et. al*, 1979). Molto comune, è presente anche in ambienti portuali (Chimenz *et al.*, 1979), lungo la costa pugliese presso Brindisi (Chimenz e Tosti, 1989; Chimenz *et al.*, 1993), a Banyuls (Stock, 1966), nel Mar Egeo (Arnaud, 1976), nel Golfo di Guascogna (Arnaud, 1973), nelle Isole Canarie (Sanchez y Munilla, 1989), nel Nord-Adriatico (Krapp-Schickel *et* Krapp, 1975) e nel Golfo di Marsiglia (Arnaud, 1987).

Achelia langi (Dohrn, 1881)

Sono state raccolte solo 2 femmine in T6. È specie reperita raramente. Nota nel Golfo di Napoli (Dohrn, 1881), nel porto di Civitavecchia (Chimenz *et al.*,

1979), lungo la costa pugliese presso Brindisi (Chimenz e Tosti, 1989; Chimenz *et al.*, 1993), nelle Isole Canarie (Sanchez y Munilla, 1989) e nel Golfo di Marsiglia (Arnaud, 1987).

Achelia simplex (Giltay, 1934)

Sono stati campionati 2 individui: 1 maschio in T3 e 1 femmina in T4.

Raccolta e studiata da Krapp-Schickel *et* Krapp (1975) nel Nord-Adriatico e da Arnaud (1987) nella laguna veneta.

Tanystylum conirostre (Dohrn, 1881)

È la specie più rappresentata con 36 individui di cui 4 maschi in T1, 2 maschi (1 con uova) in T2, 2 maschi in T3, 18 maschi (4 con uova) in T4, 1 maschio con uova in T5, 5 maschi (1 con uova) in T6 e 4 maschi in T8. Questa specie è presente nel Golfo di Napoli (Dohrn, 1881), a Pantelleria e Catania (Krapp, 1973), nel Nord-Adriatico (Krapp-Schickel *et* Krapp, 1975), nel Golfo di Izmir (Arnaud, 1976), nel Mar Nero (Bacescu, 1953), nel porto di Civitavecchia (Chimenz *et al.*, 1979), lungo la costa pugliese (Chimenz e Tosti, 1989; Chimenz *et al.*, 1993), nella grotta del Mago a Ischia (Chimenz *et al.*, 1978) e nel Golfo di Marsiglia (Arnaud, 1987). È considerata specie abbondante, diffusa però in ambienti a forte idrodinamismo.

Fam. *PYCNOGONIDAE*

Pycnogonum pusillum Dohrn, 1881

Nella stazione T1 è stata raccolta solo 1 femmina. Dohrn (1881) la riporta per il Golfo di Napoli; è stata individuata inoltre lungo la costa pugliese (Chimenz e Tosti, 1989; Chimenz *et al.*, 1993), a Banyuls (Stock,1966) e nel Golfo di Marsiglia (Arnaud, 1987).

Per quanto esposto, la taxocenosi a Picnogonidi delle Isole Tremiti, a seguito di queste osservazioni preliminari, non ha evidenziato caratteristiche particolari malgrado l'abbondanza relativa degli individui in un ristretto numero di campioni; riteniamo però che tale indagine possa rappresentare un primo contributo ad una più diffusa conoscenza di questo taxon in Mediterraneo da un punto di vista tassonomico e biogeografico.

Bibliografia

ARNAUD F. (1973 - Les Pycnogonides du Golfe de Gascogne (Atlantique Nord-Est). *Tethys*, **5** (1): 147-154.

ARNAUD F. (1976) - Sur quelques Pycnogonides de Turquie et de la Mer Egée (Méditerranée orientale). *Acta Ecol. Iranica*, **1**: 68-72.

ARNAUD F. (1987) - Les Pycnogonides (Chelicerata) de Méditerranée: distribution écologique, bathymétrique et biogéographie. *Mésogée*, **47**: 37-58.

ARNAUD F., BAMBER R.N. (1987) - The biology of Pycnogonida. *Adv. Mar. Biol.*, **24:** 1-96.

BACESCU M. (1953) - Contributions à la connaissance des Pycnogonides de la Mer Noire. *Bul. St. Acad. R.P.R., Sect. st. biol. agron. geol., geogr.*, **5** (2): 263-270.

BACESCU M. (1959) - Pycnogonides nouveaux pour la faune de la Mer Noire: *Anoplodactylus petiolatus, A. sticki* n.sp et *Callipallene brevirostris*. *Rev. Biol. Acad. Rép. Pop. Roumaine*, **1** (4): 117-128.

BOURDILLON A. (1953) - Note sur *Pallene brevirostris* Johnston (Pycnogonida). *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **8**: 37-41.

BOURDILLON A. (1954) - Les Pycnogonides de Marseille et ses environs. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **12**: 145-158.

BOUVIER E.L. (1923) - Pycnogonides. In *Faune de France*, **7**: 1-70.

CHIMENZ C. (1990) - Picnogonidi di fondo mobile del Golfo di Policastro. *Oebalia*, **16-2**: 639-641.

CHIMENZ C., BRIGNOLI P. M., BASCIANO G. (1979) - Pantopodi del porto di Civitavecchia e dintorni (Italia centrale). *Cah. Biol. Mar.*, **20**: 471-497.

CHIMENZ C., COTTARELLI V. (1986) - Soft bottom Pycnogonida from the gulf of Salerno (Italy). *Oebalia*, **13**: 137-146.

CHIMENZ C., TOSTI M. (1989) - Popolamento a Picnogonidi del litorale di Brindisi. *Nova Thalassia*, **10** (Suppl. 1): 581-583.

CHIMENZ C., TOSTI M., COTTARELLI V. (1993) - Taxonomical and ecological observation on Pycnogonida from Apulian coasts (southern Italy). *Boll. Zool.*, **60**: 339-347.

CHIMENZ-GUSSO C., (1995) - Pycnogonida. In: Minelli A., Ruffo S. e La Posta S. (eds), *Checklist delle specie della fauna italiana*, 25, Calderini, Bologna.

CHIMENZ-GUSSO C., FRESI E., CINELLI F., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R. (1978) - Evoluzione delle biocenosi bentoniche di substrato duro contro un gradiente di luce in una grotta marina superficiale. Pantopodi. *Mem. Biol. Mar. e Ocean.*, **8** (IV): 91-103.

DOHRN A. (1881) - Die Pantopoden des Golfes von Neapel. *Fauna u. Flora des Golfes von Neapel*, **3**: 1-252.

KING P.E. (1974) - British Sea Spiders. *Synopses of the British Fauna (New Series)* N° 5. *Academic Press*: 1-68.

KRAPP F. (1973) - Pycnogonida from Pantelleria and Catania, Sicily. *Beauf.*, **277** (21): 55-74.

KRAPP-SCHICKEL G., KRAPP F. (1975) - Quelques traits de l'écologie d'Amphipodes et de Pycnogonides provenant d'un ilot Nord-Adriatique. *Vie Milieu*, **25** (1): 1-32.

SANCHEZ E., MUNILLA T. (1989) - Estudio ecologico de los primeros Picnogonidos litorales de las islas Canarias. *Cah. Biol. Mar.*, **30**: 49-67.

STOCK J.H. (1958) - Pycnogonida from the Mediterranean coast of Israel. *Bull. Res. Counc. Israel*, **7 B**: 137-142.

STOCK J.H. (1966) - Sur quelques Pycnogonides de la région de Banyuls (3e note). *Vie Milieu*, **17 B**: 407-417.

STOCK J.H. (1978) - Abyssal Pycnogonida from the North-Eastern Atlantic basin, part I. *Cah. Biol. Mar.*, **19**: 189-219.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 723-727

G. Piscitelli, L. Scalera Liaci, G. Barone, G. Giovine

Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Bari,
Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

MACROBENTHOS DEI FONDI MOBILI DELLA LAGUNA DI LESINA

MACROBENTHOS OF SOFT BOTTOMS OF THE LESINA LAGOON

Abstract

The spatial and temporal variations in macrozoobenthic soft bottom communities of the Lesina lagoon were studied in 1997. Community structure was studied on the basis of a set of 90 samples. The results provided evidences for low species diversity and strong relative dominance that are probably due to severe environmental stress.

Key-words: *Benthic communities, coastal lagoon, Adriatic sea.*

Introduzione

Le lagune costiere per la loro conformazione e per le loro peculiari caratteristiche chimico-fisiche e biologiche risultano essere ambienti di grande interesse scientifico ed economico: molte di esse sono però soggette a gravi situazioni di degrado. Esse sono colonizzate da una macrofauna costituita da invertebrati e vertebrati il cui reclutamento si effettua in parte attraverso gli scambi che si attuano con l'ambiente marino attraverso foci o canali, in parte attraverso il contributo di popolazioni sedentarie.

La laguna di Lesina (De Angelis R., 1953), con una superficie di 5130 ha, fa parte del comprensorio del Parco Nazionale del Gargano. Essa è un ambiente salmastro costiero lungo circa 23 km e largo 3 km, dalla profondità media di 0.80 m. Solo due canali, Acquarotta e Schiapparo, a diversa efficienza, consentono la comunicazione con il prospiciente mare. Essa è inoltre caratterizzata da un gradiente negativo della salinità, procedendo da ovest verso est. Questo specchio d'acqua in passato è stato oggetto di studi sporadici (De Angelis R., 1953; De Angelis C.M., 1963; Solazzi *et al.*, 1972; Corbetta, 1970). L'indagine da noi effettuata rappresenta uno dei primi contributi allo studio delle comunità di questo bacino salmastro. In particolare essa, ha mirato ad analizzare l'evoluzione della diversità e delle biomasse dei popolamenti della macrofauna bentonica.

Materiali e metodi

La serie di prelievi oggetto dell'indagine nella laguna di Lesina è stata effettuata nel corso del 1997. I siti prescelti, "Lesina", "Acquarotta" e "La Punta" (Fig. 1), situati nel settore più occidentale del bacino, sono stati campionati con periodicità trimestrale (18 febbraio, 28 aprile, 21 luglio e 18 novembre), mediante benna Ekman con superficie di 400 cm^2, con almeno sei repliche per stazione. Nella scelta dei siti è stata attentamente valutata la situazione idrico-morfologica del bacino; molti autori infatti enfatizzano il ruolo degli scambi in rapporto alla grande variabilità dei parametri biotici e abiotici (Carrada *et al.*, 1988; Gravina *et al.*, 1989). La stazione "Lesina" è localizzata nel settore più

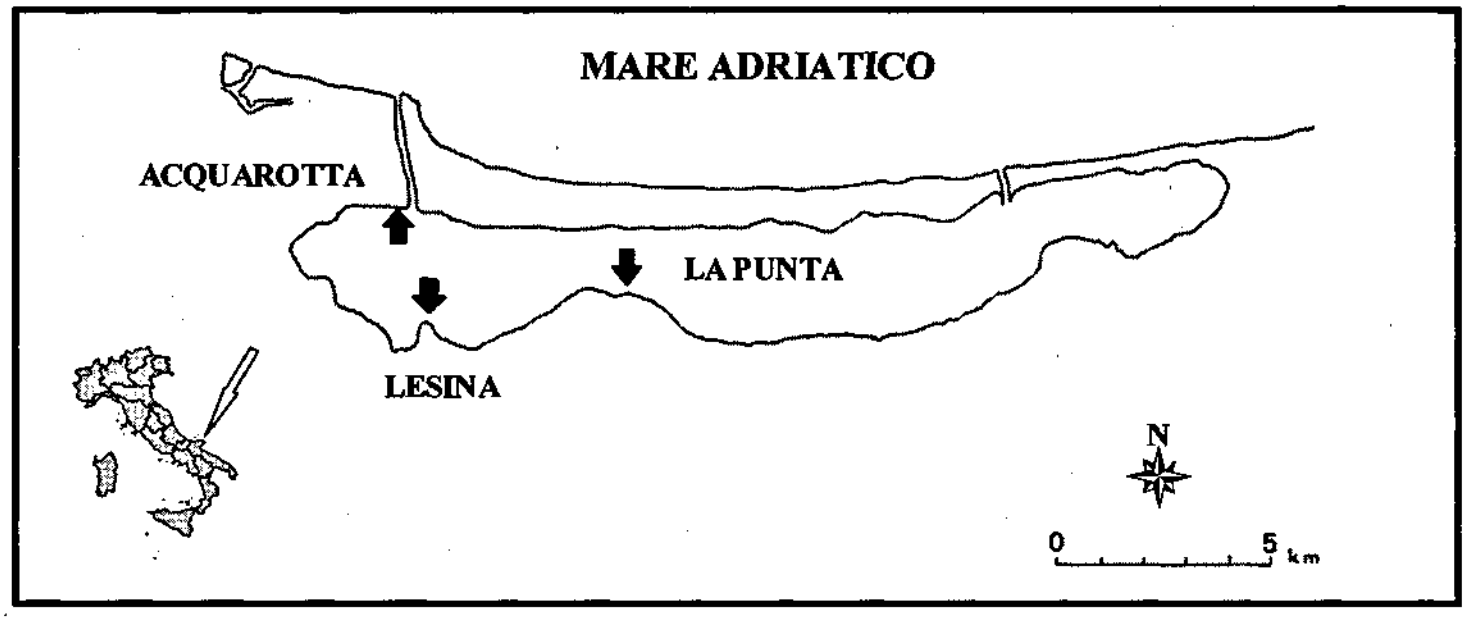


Fig. 1 - Laguna di Lesina: ubicazione dei siti di campionamento.
Map of the Lesina lagoon showing the positions of the sampling stations.

occidentale della laguna ed è prossima all'abitato. *Gracilaria confervoides*, *Valonia utricularis* e *Zostera noltii* sono le macrofite più rappresentate su estesi fondi melmosi alternati a substrati con dense tanatocenosi a molluschi. La stazione "Acquarotta" è prospiciente l'agglomerato urbano di Lesina, da cui dista circa 3 km; essa è caratterizzata da un canale che dovrebbe mettere in comunicazione l'area occidentale della laguna con il tratto di mare antistante in corrispondenza di Punta Pietre Nere, ma che non assicura uno scambio regolare in quanto è spesso insabbiato. Questa precaria situazione crea cicliche e ricorrenti modificazioni delle condizioni chimico fisiche e situazioni di grave distrofia che si ripercuotono sui popolamenti macrobentonici della laguna. Gli aspetti vegetazionali sono caratterizzati in prevalenza dalla presenza di *Cladophora prolifera* e *Zostera noltii.* La stazione "La Punta" è localizzata nel tratto più stretto che divide il settore occidentale da quello centrale, in prossimità di una idrovora che immette saltuariamente acque di bonifica nel lago e direttamente influenzata da essa. Il fondo presenta una vegetazione rada ma abbastanza diffusa, caratterizzata prevalentemente da *Cladophora prolifera* e da praterie di *Zostera noltii, Ruppia marittima* e *Potamogeton pectinatus.*

Per quanto riguarda il ricambio idrico della laguna con il mare, l'unica comunicazione stabilmente aperta è il canale Schiapparo, al limite tra la sacca orientale e la parte centrale del bacino.

Gli organismi campionati, selezionati dopo aver eliminato i sedimenti previo setacciamento umido su maglia di 2 mm, fissati in formalina al 4%, sono stati identificati laddove possibile, a livello di specie. Quindi sono stati contati ed essiccati per 48 ore a 80°C. I molluschi sono stati trattati preliminarmente in soluzione cloridrica. Le biomasse delle varie categorie sistematiche sono state quindi riferite al peso secco della sostanza organica decalcificata per m^2 di superficie campionata.

Per ciascun prelievo, i parametri utilizzati sono stati: numero di specie identificate per sito campionato, valori medi di densità e biomassa (peso secco decalcificato) espressi rispettivamente come ind m^{-2} e g m^{-2}, dominanza quantitativa

espressa dalla formula di Mac Naughton (frazione del popolamento rappresentata dalle due specie più abbondanti), indice di diversità di Shannon (H') ed indice di equiripartizione di Piélou (J), calcolati sia per gli individui che per le biomasse.

Risultati e discussione

I risultati ottenuti (Tab. 1) hanno evidenziato complessivamente una elevata paucispecificità dei popolamenti macrozoobentonici. Questi sono scarsamente diversificati e costituiti principalmente da molluschi, anellidi, crostacei e larve bentoniche di chironomidi. Altre categorie sistematiche sono poco rappresentate.

Tab. 1 - Evoluzione degli indici biocenotici applicati alla macrofauna bentonica.
Seasonal evolution of biocoenotic parameters.

Acquarotta 1997	**febbraio**	**aprile**	**luglio**	**novembre**
n° repliche	6	8	8	8
n° specie	20	19	8	14
Densità - ind/m^2	27.526	24.056	15.206	15.500
Biomasse - gr/m^2	9,64	7,61	13,59	25,68
Dominanza $_{individui}$	84,01	89,95	96,05	88,89
Dominanza $_{biomasse}$	64,18	66,92	92,19	77,71
(H') $_{individui}$	1,57	1,07	0,88	1,43
H'_{min} - H'_{max}	4,32-0,01	4,25-0,01	3,00-0,01	3,81-0,01
(J) $_{individui}$	0,36	0,25	0,29	0,38

Lesina 1997	**febbraio**	**aprile**	**luglio**	**novembre**
n° repliche	6	8	8	8
n° specie	16	20	7	14
Densità - ind/m^2	38.221	41.279	11.250	24.640
Biomasse - gr/m^2	18,95	17,75	3,89	8,59
Dominanza $_{individui}$	82,38	89,95	95,6	88,89
Dominanza $_{biomasse}$	60,3	45,06	70,76	60,95
(H') $_{individui}$	1,76	1,07	0,71	1,43
H'_{min} - H'_{max}	4,00-0,01	4,32-0,01	2,81-0,01	3,81-0,01
(J) $_{individui}$	0,44	0,25	0,25	0,38

La Punta 1997	**febbraio**	**aprile**	**luglio**	**novembre**
n° repliche	6	8	8	8
n° specie	13	17	11	18
Densità - ind/m^2	25.456	22.670	21.052	16.457
Biomasse - gr/m^2	10,16	11,19	16,39	25,96
Dominanza $_{individui}$	93,67	86,03	85,65	93,82
Dominanza $_{biomasse}$	61,31	52,45	76,99	79,39
(H') $_{individui}$	1,23	1,77	1,31	1,19
H'_{min} - H'_{max}	3,70-0,01	4,09-0,01	3,46-0,01	4,17-0,02
(J) $_{individui}$	0,33	0,43	0,38	0,29

Hydrobia spp, *Cyclope neritea, Mytilaster minimus, Abra ovata, Cerastoderma glaucum, Ficopomatus enigmaticus, Corophium insidiosum, Gammarus aequicauda, Chironomus salinarius,* sono gli elementi più rappresentati delle comunità delle stazioni campionate, tra le quali non sono state evidenziate variazioni importanti della composizione specifica. Sono state notate invece modificazioni della densità, peraltro solo in rapporto alle variazioni stagionali.

Le variazioni relativamente più consistenti rispetto alla composizione specifica si sono verificate solo nei prelievi effettuati in luglio, in cui è stato rinvenuto il numero minimo di specie (7). Per quanto concerne l'evoluzione dei valori di densità (ind m^{-2}) solo la stazione di "Lesina" si discosta in maniera consistente dalle altre, con più elevate concentrazioni di biomasse nei campionamenti effettuati in febbraio e aprile ad opera di *Hydrobia* spp, *Chironomus salinarius, Corophium insidiosum* e *Gammarus aequicauda*; nella stessa stazione una sensibile riduzione delle biomasse viene rilevata nei prelievi estivi e tardo autunnali con 3,89 gr m^{-2} e 8,59 gr m^{-2}. Tale drastica riduzione è fortemente condizionata dalle ricorrenti crisi distrofiche estive e da forti variazioni dei parametri ambientali e antropici. Tale riduzione contrasta con la graduale evoluzione delle biomasse negli altri due siti, favoriti in questo dall'azione mitigatrice che i deboli scambi con l'ambiente marino producono ad "Acquarotta", oppure attraverso l'apporto di acque continentali, nella stazione "La Punta".

I valori degli indici di dominanza sono in genere molto elevati in relazione alle diverse epoche di campionamento con un massimo del 96%. La categoria sistematica più direttamente responsabile degli alti valori di dominanza è *Hydrobia* spp. Essa è sempre associata a densità elevate di *Chironomus salinarius* nei primi due campionamenti. Nei successivi prelievi, a luglio e a novembre, è particolarmente abbondante *Abra ovata* che in tale fase contribuisce in maniera fondamentale al computo delle biomasse.

Scarso in questa indagine è stato il contributo dei policheti in tutti i siti campionati. In alcuni prelievi è stata addirittura osservata una scarsa presenza persino di molte specie così dette opportuniste e ciò è abbastanza inusuale in ambienti così eutrofizzati.

Le variazioni della diversità specifica e dell'equitabilità riferite alle abbondanze e alle biomasse riflettono la struttura del popolamento e permettono di seguirne l'evoluzione.

In Fig. 2 è riportato l'andamento temporale dell'indice di diversità di Shannon calcolato sulle abbondanze; a ciascun valore osservato sono associati i valori minimi e massimi teorici. Si può notare come in tutti i casi i valori osservati siano molto lontani dai massimi teorici e tendano a diminuire al diminuire di questi ultimi.

Alla luce di quanto evidenziato dall'analisi e dal confronto dei popolamenti bentonici, sembra emergere una situazione relativa ad un ecosistema in continua fase di organizzazione e lontano da situazioni di stabilità. La laguna sembra essere caratterizzata da uno stato di severo stress ambientale e sembra pertanto difficile poter prevedere il recupero di tale ambiente senza piani di risanamento che passino attraverso la completa eliminazione degli scarichi, che migliorino la circolazione, in particolare mediante attività di dragaggio per una migliore efficienza degli scambi attraverso le foci.

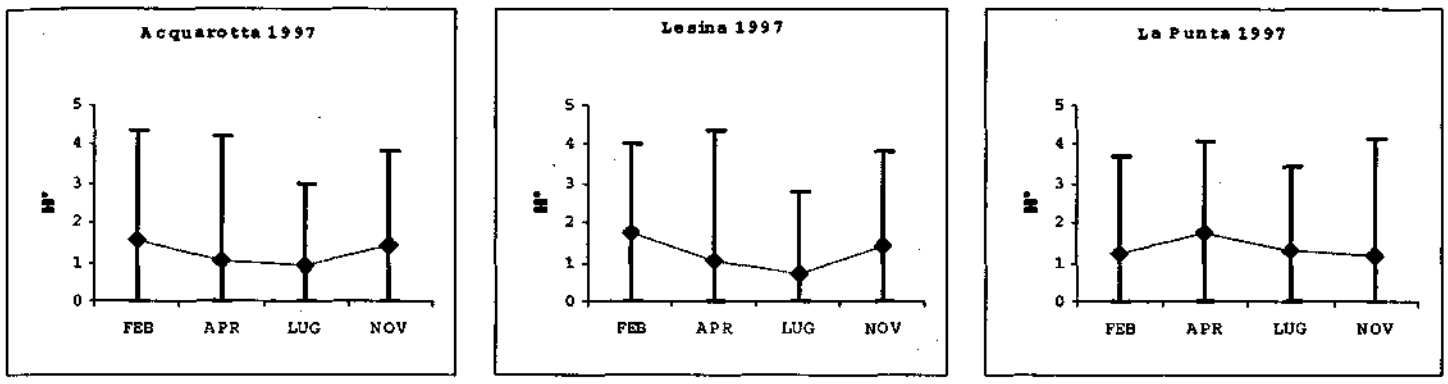


Fig. 2 - Evoluzione dell'indice di diversità nelle stazioni campionate. Le barre indicano i valori massimi e minimi teorici dell'indice di diversità.

Variation of the diversity index in the sampling stations. Vertical bars indicate max and min theoretical values of the diversity index.

Bibliografia

CARRADA G.C., CICOGNA F., FRESI E. (Eds) (1988) - *Le lagune costiere: ricerca e gestione*. CLEM, Massa Lubrense (Napoli): 1-254.

CORBETTA F. (1970) - Lineamenti della vegetazione macrofitica dei laghi di Lesina e di Varano. *Giorn. Bot. Ital.*, **104**: 165-191.

GRAVINA M.F., ARDIZZONE G.D., SCALETTA F., CHIMENZ C. (1989) - Descriptive analysis and classification of benthic communities in some Mediterranean coastal lagoons (Central Italy). *P.S.Z.N.I: Marine Ecology,* **10** (2): 141-166.

DE ANGELIS C.M. (1963) - Notizie fisico-chimiche e biologiche sui laghi di Lesina e Varano. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* **18**: 107-124.

DE ANGELIS R. (1963) - Il Lago di Lesina. *Mem. Min. Marina Mercantile, Roma,* **9**: 1-110.

SOLAZZI A., TOLOMIO C., ANDREOLI C., CANIGLIA G., COLLIVA V. (1972) - La laguna di Lesina (Foggia). Carico microfitico in un ciclo annuale. *Mem. Biogeogr. Adriatica,* **9**: 1-42.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 728-730

P. RINELLI

Istituto Sperimentale Talassografico – CNR, Spianata San Raineri, 86
98122 Messina, Italia.

DISTRIBUZIONE ED HABITAT DI *ASTROSPARTUS MEDITERRANEUS* (ECHINODERMATA: OPHIUROIDEA) NEL MAR TIRRENO MERIDIONALE

DISTIBUTION AND HABITAT OF ASTROSPARTUS MEDITERRANEUS *(ECHINODERMATA: OPHIUROIDEA) IN THE SOUTHERN TYRRHENIAN SEA*

Abstract

Eleven specimens of Astrospartus mediterraneus *(Echinodermata, Gorgonocephalidae) were collected during four trawl surveys carried out in 1997 and 1998 in the Southern Tyrrhenian Sea. The specimens were collected on muddy bottoms between 77 and 550 meters of depth. The data presented in this paper contribute to the knowledge on this rare species.*

Key-words: Astrospartus mediterraneus, *Echinodermata, trawlable bottoms, Tyrrhenian Sea.*

Introduzione

Astrospartus mediterraneus è l'unica specie della famiglia Gorgonocephalidae presente in Mediterraneo. Rare e frammentarie sono le notizie relative alla sua distribuzione nei mari italiani ed in generale nel Mediterraneo, in cui la specie è stata segnalata con certezza solo limitatamente ai settori occidentale e centrale (Zibrowius, 1978; Ocana *et al.*, 1982; Zavodnick, 1995).

Da quanto noto in letteratura, l'habitat elettivo di questo ofiuroide è costituito da fondi coralligeni colonizzati da gorgonie (*Eunicella cavolinii, Paramuricea clavata*), situati fra 30 e 50 m di profondità (Rodriguez e Ibanez, 1976); più raramente *A. mediterraneus* è stato segnalato su fondi sabbiosi e fangosi fino a 200 (Cherbonnier e Guille, 1967).

I rinvenimenti, qui riportati, contribuiscono ad ampliare le scarse conoscenze esistenti sulla distribuzione e sull'ecologia di questa specie.

Materiali e metodi

I dati provengono da quattro campagne di pesca a strascico, due estive e due autunnali, eseguite nel 1997 e nel 1998 in un'area del Basso Tirreno, compresa fra Capo Suvero (CZ) e Capo San Vito (TP). Gli esemplari di *A. mediterraneus* sono stati raccolti con rete a strascico, con maglia stirata al sacco di 36 mm. Per una più accurata definizione bionomica e sedimentologica dell'area sono stati eseguiti campionamenti con benna Van Veen avente capacità di campionamento di 25 dm^3 di volume e 0,25 m^2 di superfice. Sui campioni di sedimento sono state eseguite le analisi granulometriche in accordo alle metodiche di Buchanan e Kain (1971); i dati ottenuti sono stati elaborati mediante l'analisi statistica proposta da Folk e Ward (1957). In questa sede verranno

riportati solamente i valori di diametro medio (Mz), espresso in Φ (Φ = $-\log_2$ Ø del granulo in mm).

Risultati e discussione

Complessivamente, 11 esemplari di *A. mediterraneus* sono stati rinvenuti in otto delle 164 cale eseguite nell'intera area. Gli individui sono stati ritrovati ad una profondità compresa fra 77 e 550 m, su fondali siltosi (Mz compreso fra 6 e 8 Φ), caratterizzati da sedimenti a matrice prevalentemente pelitica (95-100%) con scarsa componente sabbiosa (0-5%)(Tab. 1). I popolamenti macrobentonici riscontrati, non hanno in generale una connotazione biocenotica ben evidente. Le specie rinvenute sono per lo più pelofile e mostrano, nella maggior parte dei casi, affinità verso ambienti fangosi circalitorali e batiali (*Scaphander lignarius, Dardanus arrosor, Macropodia longipes, Pontocaris cataphracta, Echinus acutus*). Solamente in due siti (cale: "12B" e "195B") le comunità presenti sono assimilabili ai Fanghi Terrigeni Costieri (VTC, Pérès e Picard, 1964), come testimoniato dalla presenza di specie caratteristiche quali i crostacei decapodi *Goneplax rhomboides* ed *Alpheus glaber* e gli echinodermi *Trachythyone tergestina* e *Stichopus regalis*.

Tab. 1 - Periodo, luogo di rinvenimento, profondità, valori di abbondanza (N.) e caratteristiche sedimentologiche (Mz, % sabbia, % peliti) delle stazioni in cui è stato rinvenuto *Astrospartus mediterraneus*.

Seasonal period, finding site, depth, abundance values (N.) and sedimentological features (Mz, % sand, % silt) of the stations in which Astrospartus mediterraneus *was collected.*

Stagione	Cala	Località	Prof. m	N.	Mz Φ	Sabbia %	Peliti %
Estate '97	70C	Castellammare	114	2	6,05	2	98
Estate '97	78E	Capo Zafferano	540	1	7,6	0	100
Estate '98	70C	Castellammare	107	3	6,41	2	98
Estate '98	84E	Castellammare	550	1	7,12	0	100
Autunno '97	24 D	Capo Rama	377	1	6,52	3	97
Autunno '97	12 B	Castellammare	77	1	6,25	2	98
Autunno '97	195 B	S. Eufemia	78	1	6,95	5	95
Autunno '98	3E	Castellammare	500	1	7,81	1	99

Conclusioni

Dai dati osservati, *A. mediterraneus* risulta essere assente nei fondi mobili di gran parte dell'area oggetto di studio. Il sito in cui è risultata più frequente ed abbondante è il Golfo di Castellammare, in cui le peculiari caratteristiche edafiche (Giacobbe *et al.*, 1994) sembrano meglio soddisfare le esigenze ecologiche di questa specie.

Alla luce di questi nuovi rinvenimenti risulta evidente che *A. mediterraneus*, benchè frequente nei fondi coralligeni, è specie ubiquista ed euribata che vive anche in sedimenti fangosi fin oltre 500 m di profondità.

È possibile inoltre ipotizzare che la distribuzione irregolare di questo ofiuroide, ritenuto "raro" da molti Autori, sia comunque da imputare alle differenti tecniche di campionamento e di rilevamento adottate nei vari casi.

Bibliografia

BUCHANAN J.B., KAIN J. M. (1971) - Measurement of the physical and chemical environment. In: Holme & McIntyre (eds), *Methods for the study of marine benthos*: 334 pp.

CHERBONNIER G., GUILLE A. (1967) - Complément a la faune des èchinodermes de la Mer de Banyuls. *Vie et Milieu*, **22** (2A): 317-330.

FOLK R.L., WARD W.C. (1957) - Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petr.*, **27** (1): 2-26.

GIACOBBE S., LEONARDI M., RINELLI P., SPANÒ N. (1994) - Tanatocenosi wurmiane ed evoluzione del biotopo nel Golfo di Castellammmare (Trapani). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 231-236.

OCANA A., DE LA MORENA A., MORIANA M., ALONSO M.R., IBANEZ M. (1982) - Algunos echinodermos de la costa de Màlaga (Mar de Alboràn). *Inv. Pesq.*, **46** (3): 433-442.

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. End. Marseille*, **36** (52): 160 pp.

RODRIGUEZ J., IBANEZ M. (1976) - Contribucion al conocimiento de los equinodermos (Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea) de la bahhia de Almeria (Espana). *Inv. Pesq.*, **40** (2): 455-462.

ZAVODNIK D. (1995) - Additions to adriatic Sea ophiuroid fauna and its diversity. *Nat. croat.*, **4** (2): 107-111.

ZIBROWIUS H. (1978) - Nouvelles observations de l'ophiure gorgonocéphale Astrospartus mediterraneus sur la cote Méditerranéenne de France Bibliographie annotée et répartition. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, **4**: 157-169

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 731-733

R. SANDULLI, S. DE ZIO GRIMALDI

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via E. Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

STATUS OF INTERTIDAL MEIOFAUNA ALONG AN ALBANIAN COASTLINE EXPOSED TO THE POSSIBLE INFLUENCE OF DURRES SEWER

STATO DELLA MEIOFAUNA INTERTIDALE LUNGO UN TRATTO DELLA COSTA ALBANESE ESPOSTO ALLA POSSIBILE INFLUENZA DELLA CONDOTTA FOGNARIA DI DURAZZO

Abstract

The composition of meiofauna along about 10 km of Albanian coast was studied in order to establish possible effects of organic pollution induced by the Durres sewer (South Durres). Intertidal sediment samples for meiofaunal and physico-chemical analyses were collected in May 1998. Most of the investigated area shows rather poor meiobenthic communities, both qualitatively and quantitatively, as demonstrated by the low number of taxa, low number of individuals per taxon, and low diversity indices (Shannon-Wiener and Pielou). However, Transect 1 (pipeline outfall) seems to be clearly affected by organic pollution effects on the composition of meiofauna and on the considered environmental parameters.

Key-words: *Meiofauna, organic pollution, Redox potential, Albanian coasts.*

Introduction

Due to their particular biological characteristics (short generation times, continuous reproduction throughout the year, and *in situ* direct benthic development without planktonic larval stage, meiobenthic communities are often considered a valuable tool in pollution effects studies (see Coull and Chandler, 1992, for an exhaustive review). This has stimulated much research effort also in the Mediterranean area (e.g. Keller, 1985; Sandulli and de Nicola, 1991; Lampadariou *et al.*, 1997; Papadopoulou *et al.*, 1998). The composition of meiofauna along about 10 km of Albanian coast, from Durres to Kavaje, was studied in order to establish possible effects of pollution induced by the Durres sewer.

Materials and methods

Intertidal (0 m depth) sediments hand-core samples (internal diameter: 4.4 cm; surface area: 15.2 cm^2; height of sediment core: 10 cm) were collected in May 1998 for meiobenthic, particle size, and physico-chemical analyses (Eh profiles, POC) along 4 transects (T1-T4) parallel to the coastline (5 sampling stations distant 100 m from each other), at the pipeline outfall, and at 2, 8 and 10 km from it. Biological samples were immediately anaesthetized, and then preserved (borax neutralized 5% formalin-seawater). Meiofaunal organisms were extracted by elutriation or decantation; filtration was performed through a 45 μm mesh size sieve (Higgins and Thiel, 1988), and all individuals were identified to main taxa and enumerated by means of a stereomicroscope. Shannon-Wiener diversity index (H') and Pielou evenness (J) were calculated for total taxa.

Results and discussion

All investigated sites share similar sediment grain size composition (mean diameter: 3.25 φ, 61% very fine sand), which may indicate comparable hydrodynamic conditions. Results of environmental parameters (Fig. 1) indicate

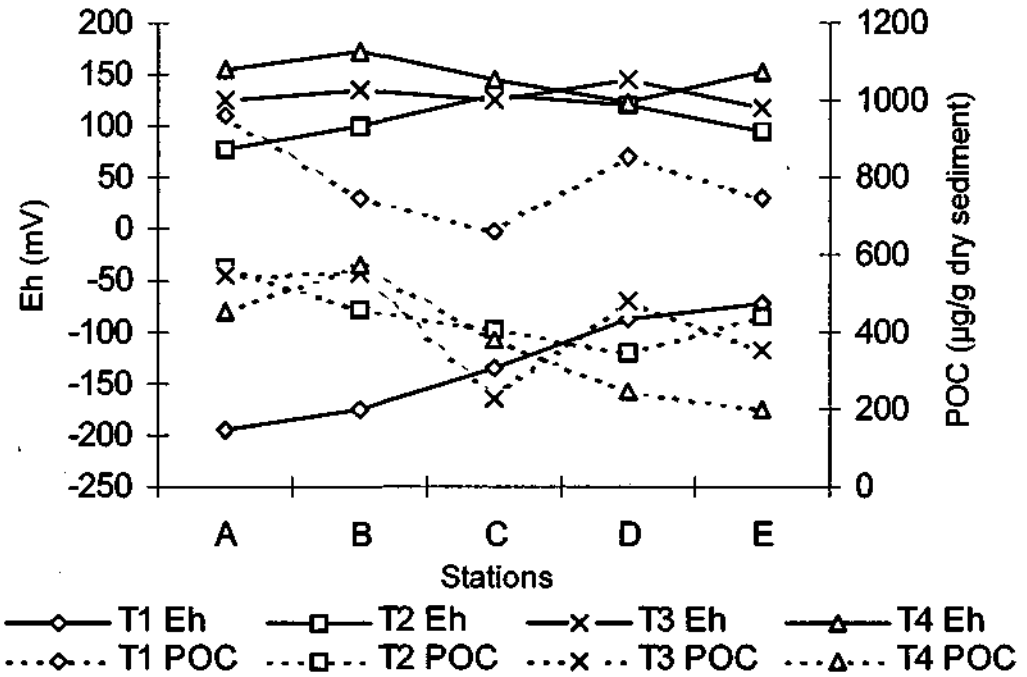


Fig. 1 - Valori Redox ad 1 cm di profondità nel sedimento e POC nei primi 4 cm in tutte le stazioni.
Redox values at 1 cm sediment depth and POC in the top 4 cm sand at all sites.

that Traverse 1 (T1) is affected by increasingly stressed conditions (high organic levels and low Eh values) moving towards the pipeline outfall. A similar consideration may apply to meiofaunal data, that in this area show very low densities (Tab. 1). T2, about 2 km south-eastward from Durres, presents the highest

Tab. 1 - Abbondanza della Meiofauna (media di due replicati) in tutte le stazioni.
Meiofaunal abundance (mean number between two replicates) at all sites.

	Traverse 1 - Site					Traverse 2 - Site					Traverse 3 - Site					Traverse 4 - Site				
Taxon	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Nematoda	16	14	12	58	112	335	276	214	197	285	46	133	180	117	88	131	83	64	145	107
Copepoda int.	2	1	1	3	5	16	18	21	17	15	8	11	20	14	18	22	9	11	17	13
Copepoda epi.	7	15	13	23	25	18	36	21	14	22	24	26	33	46	38	28	25	21	18	23
Turbellaria						11	9	18	4	10	4	31	35	35	17	11	15	6	18	4
Gastrotricha				2	7	3				2	8	10	56	76	21	28	12	6	16	10
Tardigrada					1						1			1	1		1	1	1	1
Oligochaeta									2	7		1	1	1		1		1	1	
Polychaeta				3	2	3	7	1	3	6		1		2	5		4		5	2
Ostracoda	2	4	5	4	6	12	20	9	61	24	5		21	4	43		12		4	
TOTALE	27	34	31	93	158	398	366	284	298	371	96	213	346	296	231	221	161	110	225	160
Shannon *H'*	1.51	1.56	1.64	1.55	1.43	1.00	1.32	1.30	1.50	1.36	2.09	1.70	2.08	2.21	2.44	1.78	2.20	1.82	1.84	1.59
Pielou *J*	0.75	0.78	0.82	0.60	0.51	0.36	0.51	0.50	0.58	0.48	0.74	0.61	0.74	0.70	0.87	0.69	0.73	0.65	0.58	0.57

abundance of meiofauna, and physico-chemical variables values are within the range of enriched environments, though considerably better than those of T1. T3, localized 8 km south-eastward from the port, and T4, at about 10 km from Durres, show comparable meiofaunal densities (Tab. 1), and do not seem to be directly affected by Durres sewer.

Overall, it can be postulated that, at the present status of this research, most of the investigated area shows rather poor meiobenthic communities both qualitatively and quantitatively as demonstrated by the low number of taxa, low number of individuals per taxon, and low diversity indices (Shannon-Wiener and Pielou). However, T1 seems to suffer organic pollution effects on the composition of meiofauna and on the considered environmental parameters.

References

COULL B.C., CHANDLER G.T. (1992) - Pollution and meiofauna: field, laboratory, and mesocosm studies. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **30**: 191-271.

HIGGINS R.P., THIEL H. (1988) - *Introduction to the study of Meiofauna.* Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 488 pp.

KELLER M. (1985) - Quantitative distribution of the meiofauna in the vicinity of Marseilles sewage outfall. *Marine Biology* (Berlin), **89**: 293-302.

LAMPADARIOU N., AUSTEN M.C., ROBERTSON N., VLACHONIS G. (1997) - Analysis of meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Iraklion Harbour, Greece. *Vie Milieu,* **47**: 9-24.

PAPADOPOULOU K.-N., KARAKASSIS I., OTEGUI A. (1998) - Harbour meiofaunal communities and organic enrichment effects. *Fresenius Envir. Bull.*, **7**: 34-41.

SANDULLI R., DE NICOLA M. (1991) - Responses of meiobenthic communities along a gradient of sewage pollution. *Mar. Pollut. Bull.*, **22**: 463-467.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 734-736

M. SARTO, M. BACCHELLI, D. PREVEDELLI

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Università, 4
41100 Modena, Italia.

OSSERVAZIONI SU RIPRODUZIONE E SVILUPPO LARVALE DI *DESDEMONA ORNATA* (BANSE) (POLYCHAETA: SABELLIDAE)

OBSERVATIONS ON REPRODUCTION AND LARVAL DEVELOPMENT OF DESDEMONA ORNATA *(BANSE) (POLYCHAETA: SABELLIDAE)*

Abstract

Reproductive biology and larval development of the polychaete Desdemona ornata *(Banse) (Sabellidae) is described on a population collected in a brackish habitat of the island Elba.* D. ornata *is a gonocoric species, mature eggs measure 132x66 mm. Embryos and larvae are brooded in the maternal tube. Larvae hatched at 3 setigerous segments.*

***Key-words**: Polychaeta, Sabellidae,* Desdemona ornata, *reproduction, larval development.*

Introduzione

Molti tratti delle life history e in particolare riproduzione e dispersione determinano la risposta delle specie a fenomeni di disturbo ambientale e dipendono da caratteri morfologici, da vincoli filogenetici ed anche da caratteristiche degli ambienti in cui le specie vivono. I Sabellidae a fronte di una elevata semplicità ed uniformità anatomica presentano diverse modalità riproduttive. Un'analisi cladistica, comprensiva dei caratteri riproduttivi, ha evidenziato una sinapomorfia nel tipo di sviluppo lecitotrofico di questa famiglia, ed ha ipotizzato che la forma ancestrale potesse essere incubante con sviluppo diretto e non free-spawner a ciclo bifasico (Rouse e Fitzhugh, 1994). Alcune forme di piccole dimensioni, tuttavia con caratteri derivati pare abbiano riacquisito l'habitus incubante per "constraints" legati alla taglia ridotta; infatti le specie di grossa taglia sono tipicamente free-spawner.

Nel presente lavoro sono state studiate la riproduzione e lo sviluppo larvale di una popolazione di *Desdemona ornata* (Banse, 1957) (Polychaeta, Sabellidae) proveniente da un ambiente salmastro dell'isola d'Elba. *D. ornata* è una specie alloctona, che fino alla metà degli anni '80 era stata segnalata in ambienti salmastri solo in Australia ed in Sud Africa. La prima segnalazione nell'emisfero boreale è avvenuta lungo le coste dell'Isola d'Elba (Lardicci e Castelli, 1986). Da allora è stata segnalata in tutto il bacino mediterraneo anche in ambienti inquinati (Panagopulos e Nicolaidu, 1989).

Materiali e metodi

Gli esemplari di *D. ornata* utilizzati per questo studio provengono da un bacino salmastro denominato "Salina" situato nei pressi di Portoferraio, lungo la costa nord dell'isola d'Elba. Lo studio del ciclo biologico è stato effettuato in laboratorio. *D. ornata* è stata allevata a temperatura di 16°C, a fotoperiodo costante di 12 h di luce e 12 h di buio e alimentata con diatomee liofilizzate. Per stu-

diare la morfologia e la disposizione degli organi riproduttivi, gli animali sono stati inclusi in istoresina, tagliati, colorati con blu di toluidina e montati con Eukitt. Gli stadi dello sviluppo larvale sono stati studiati sia al microscopio ottico che al microscopio elettronico a scansione.

Risultati

D. ornata è una specie gonocorica che non presenta dimorfismo sessuale ma, nelle femmine mature, sono ben evidenti gli ovociti mentre i maschi a maturità diventano opachi probabilmente per la presenza degli spermatozoi nelle cavità celomatiche. Le gonadi sia maschili che femminili si formano a livello dei vasi intersegmentali e dal momento che i setti intersegmentali sono completi ci sono due gonadi per ogni metamero. L'ovogenesi è extraovarica, infatti gli ovociti vengono rilasciati dagli ovari prima che inizi la vitellogenesi. Nelle cavità celomatiche delle femmine mature è presente un solo ovocita che ha completato la vitellogenesi insieme con alcuni ovociti in previtellogenesi. Nei maschi utilizzati per le analisi istologiche non sono mai state osservate cavità celomatiche piene di elementi germinali. In ogni femmina sono state osservate da un minimo di 2 ad un massimo di 6 uova mature che misurano mediamente 132x66 mm. La deposizione e la fecondazione delle uova avvengono all'interno del tubo materno dove si completano anche le prime fasi dello sviluppo larvale; all'interno dei tubi infatti si trovano sia uova fecondate sia gli stadi larvali più precoci (larve fino a tre segmenti setigeri). Tutte le uova fecondate che sono state ritrovate sono più o meno delle stesse dimensioni ed in numero massimo di 5-6 per ogni tubo. Gli stadi di sviluppo sono: embrione, trocofora, larva e giovane. I primi due si completano all'interno del tubo materno. La trocofora si trasforma in larva a 3 setigeri che perfora il tubo della madre e può nuotare per la presenza di setole. A questo stadio, di breve durata, è legata la fase di dispersione che è estremamente ridotta. Lo sviluppo continua con l'allungamento della larva per la comparsa di nuovi setigeri e con la formazione dei radioli della corona. Nella larva a 4 setigeri è già presente una piccola corona costituita da due parti simmetriche ognuna delle quali è formata da 3 radioli. Nella larva a 6 setigeri cominciano a differenziarsi le regioni toracica ed addominale. A 9 setigeri lo sviluppo larvale è finito, infatti la corona radiolare è completa, e, a questo stadio gli individui sono dei giovani. A 15 setigeri nelle cavità celomatiche sono visibili, per trasparenza, elementi germinali e quindi, da questo stadio possono essere considerati adulti.

Discussione

D. ornata, come tutti i sabellidi di piccole dimensioni, è una specie iteropara semicontinua che produce e depone poche uova a brevi intervalli di tempo durante una stagione riproduttiva molto estesa (Rouse e Fitzugh, 1994). Gli ovociti sono grossi e lo sviluppo è lecitotrofico; le nostre osservazioni sono in accordo con quelle di Rouse e Fitzugh (1994) che sostengono che nei sabellidi sono sconosciute forme larvali che si alimentano. I primi stadi larvali si completano all'interno del tubo della madre. Il tubo mucoso dell'adulto può costituire una forma di protezione sia nei confronti della predazione che delle fluttuazioni dei parametri ambientali ed, in particolare, della temperatura e della salinità. Quasi tutte

le specie estuariali hanno forme di protezione dei primi stadi larvali, e queste forme di protezione, che vanno dalla gelatina periovulare all'incubazione all'interno del tubo materno, richiedono che nell'uovo sia contenuta una grande quantità di sostanze di riserva. Infatti il completamento della fase di trocofora all'interno del tubo e la breve durata di questo stadio devono avvenire utilizzando come fonte di energia sostanze contenute nell'uovo. La scomparsa della fase pelagica riduce drasticamente la dispersione. Strathmann (1980) ritiene che la dispersione può essere un adattamento alle condizioni locali e che le popolazioni di estuario ed insulari tendono a trattenere le larve in prossimità degli adulti. Questa caratteristica è stata osservata in moltissime specie estuariali, indipendentemente dalla strategia riproduttiva. Nei policheti è comunque molto difficile trovare correlazioni tra le strategie riproduttive e le caratteristiche dell'ambiente in cui la specie vive, dal momento che i vincoli filogenetici presenti principalmente a livello di famiglia sembrano rappresentare la variabile principale (Giangrande, 1997). La presenza di vincoli filogenetici su caratteristiche delle life history alle quali invece tradizionalmente è stato dato un grande significato adattativo è stata evidenziata da Brooks e Mc Lennan (1991) che puntualizzano anche che i processi evolutivi sono il risultato di continue interazioni tra vincoli e adattamenti e quindi quelli che attualmente sono dei vincoli potrebbero essere adattamenti del passato. Se, come ritengono Rouse e Fitzugh (1994) nei sabellidi la condizione plesiomorfica è rappresentata da piccole dimensioni del corpo e lecitotrofia, le caratteristiche riproduttive di *D. ornata* difficilmente possono rappresentare un adattamento agli ambienti salmastri ma costituiscono piuttosto un prerequisito che ha reso possibile la colonizzazione di questi ambienti.

Bibliografia

BANSE K. (1957) - Die Gattungen *Oriopsis, Desdemona* und *Augeriella* (Sabellidae, Polychaeta). *Vidensk. Medd. Fra. Dansk naturh. Foren.*, **119**: 67-105.

BROOKS R.D., MC LENNAN D.A. (1991) - *Phylogeny, ecology, and behaviour.* University of Chicago Press.

GIANGRANDE A. (1997) - Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: an overview. *Ocean. Mar. Biol. annu. Rev.*, **35**: 323-386.

LARDICCI C., CASTELLI A. (1986) - *Desdemona ornata* Banse 1957, (Polychaeta, Sabellidae, Fabricinae) new record in the Mediterranean Sea. *Oebalia*, **13**: 195-200.

PANAGOPOULOS D., NICOLAIDU A. (1989) - A population of *Desdemona ornata* Banse, 1957 (Polychaeta, Sabellidae) settled in a fully marine habitat of the Mediterranean. *Oebalia*, **16**: 35-39.

ROUSE G., FITZHUG K. (1994) - Broadcasting fables: is external fertilization really primitive? Sex, size, and larvae in Sabellid polychaetes. *Zoologica Scripta*, **23**: 271-312.

STRATHMANN R.R. (1980) - Why does a larva swim so long? *Paleobiology*, **6**: 373-376.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 737-740

D. SERIO, M. CORMACI, G. FURNARI

Dipartimento di Botanica, Università di Catania, Via A. Longo, 19 - 95125 Catania, Italy.

LAURENCIA MAJUSCULA (HARVEY) LUCAS (RHODOPHYTA, RHODOMELACEAE): A LITTLE KNOWN, BUT PROBABLY WIDELY DISTRIBUTED SPECIES IN THE MEDITERRANEAN SEA

LAURENCIA MAJUSCULA *(HARVEY) LUCAS (RHODOPHYTA, RHODOMELACEAE): UNA SPECIE POCO CONOSCIUTA, MA PROBABILMENTE AMPIAMENTE DISTRIBUITA IN MEDITERRANEO*

Abstract

On the basis of numerous specimens collected along Sicilian coast, the main features of Laurencia majuscula *(Harvey) Lucas (Rhodophyta, Rhodomelaceae), a species widespread from tropical to warm temperate regions but little known from the Mediterranean Sea, are illustrated.*

Key-words: Laurencia majuscula, *Ceramiales, Mediterranean Sea.*

Introduction

The genus *Laurencia* Lamouroux (Ceramiales, Rhodomelaceae) comprehends about 140 species reported worldwide from temperate to tropical waters. Species live epiphytically or epilithically, in several different habitats from midlittoral to circalittoral zones. The genus is well characterised, within the Rhodomelaceae, by branch apices ending in a depression provided with trichoblasts; axial and pericentral cells recognisable in such depressions only near the apical cell; extensive cortication throughout the thallus.

As pointed out by Furnari & Serio (1995), the taxonomy of this genus, based for a long time mainly on external morphology, has made progress by the use of both anatomical and reproductive characters (Yamada, 1931; Saito, 1967; Saito & Womersley, 1974) and afterwards by the use of new diacritic characters among which: number of pericentral cells per axial segment, origin of tetrasporangia, origin of spermatangial branches (Nam & Saito, 1990). On the basis of the above quoted characters, some species were transferred to the genus *Osmundea* Stackhouse *emend.* Nam *et al.*, and some others to the genus *Chondrophycus* (Tokida & Saito) Garbary *et* Harper by Nam *et al.* (1994) and Garbary & Harper (1998), respectively. Therefore, at present the following species of the *Laurencia* complex are confirmed to occur in the Mediterranean Sea: *Chondrophycus papillosus* (C. Agardh) Garbary *et* T. Harper; *Laurencia chondrioides* Børgesen; *L. epiphylla* Boisset *et* Lino; *L. glandulifera* (Kützing) Kützing; *L. majuscula* (Harvey) Lucas;- *L. microcladia* Kützing; *L. minuta* Vandermeulen *et al.* subsp. *scammaccae* G. Furnari *et* Cormaci; *L. obtusa* (Hudson) J. V. Lamouroux; *L. paniculata* (C. Agardh) J. Agardh (*nom. illeg.*); *O. pelagiensis* G. Furnari; *O. pelagosae* (Schiffner) Nam; *O. pinnatifida* (Hudson) Stackhouse; *O. ramosissima* (Oeder) Athanasiadis; *O. verlaquei* G. Furnari.

Laurencia majuscula (Harvey) Lucas [type locality: Rottnest Island (Western Australia)], is a species widespread from tropical to warm temperate regions but

little known from the Mediterranean Sea. The first record of this species from that Sea is that by Caccamese *et al.* (1986) who studied, from a chemical point of view, specimens collected at Castelluccio (Eastern coast of Sicily) and sent for the identification to Saito. Afterwards, *L. majuscula* was recorded by Cormaci *et al.* (1992) from Salina Island, Scammacca *et al.* (1993) from Lampedusa Island and by Giaccone e Di Martino (1995) from near Syracuse. More recently, specimens of that species were found near Livorno and at Capraia Island (Tuscan Archipelago) (Papi, pers. comm.) and in several stations along Sicilian coast by us (this study).

Since *L. majuscula*, in gross morphology can be confused with either *L. obtusa* or *L. microcladia*, it seemed opportune to illustrate its main features.

Material and methods

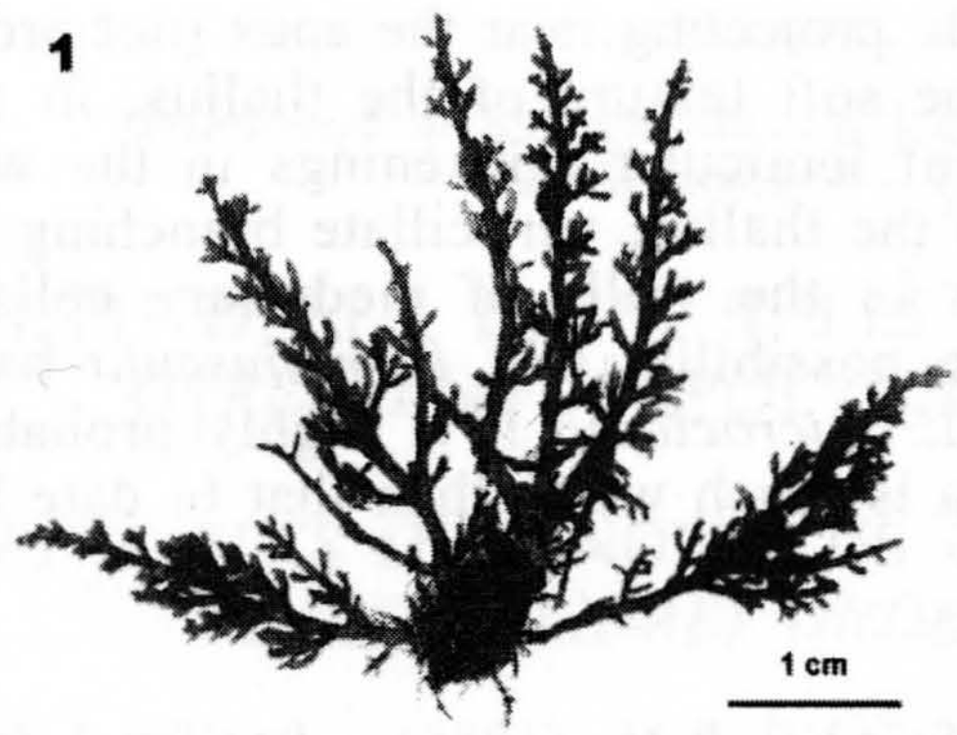
Investigations were carried out on tetrasporic, male and cystocarpic specimens collected at the following localities: Castelluccio, Cape Murro di Porco and Fontane Bianche (Syracuse) (-0.1m); Ustica (Palermo) (-0.1 m); Cape San Vito (Trapani) (-0.2 m); Taormina (Messina) (-0.5 m). Observations were made on both fluid-preserved in 4% formaldehyde-seawater and fresh materials. For microscopical observations, the material was stained on glass slides with 1% aqueous aniline blue acidified with 1% HCl. Sections were made by razor blade.

Results and discussion

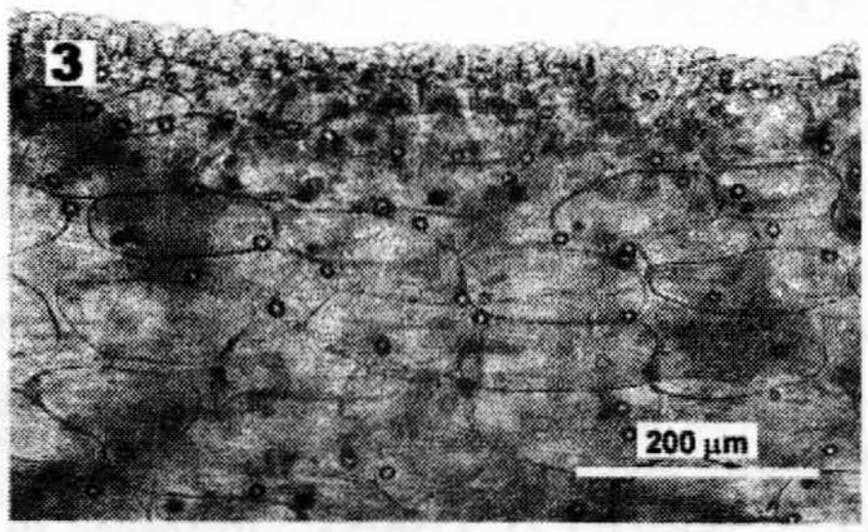
Italian thalli of *L. majuscula* are 6-8 cm high (Fig. 1), orange in colour (reddish in shaded habitats), terete, soft in texture, attached to substrate by a single primary discoid holdfast becoming stoloniferous by the growth of numerous stolon-like branches (Fig. 2). Axes are spirally ramified with branches and branchlets spirally ramified giving a pyramidal outline. Cortical cells are markedly projecting in apical to subapical portions of the thallus (Fig. 3) and show secondary pit-connections (Fig. 4). In fresh material, one (occasionally two) "corps en cerise" are detectable in both cortical cells (Fig. 5) and trichoblasts [rarely, also in medullary cells (Fig. 3)]. In transverse section cortical cells don't show palisade arrangement. Lenticular thickenings are absent in the walls of medullary cells (Fig. 3). Four periaxial cells are produced by each vegetative axial segment (Fig. 6). Tetrasporangial initials are cut off abaxially (Fig. 7) from the 3rd (2nd) and 4th periaxial cells. No additional tetrasporangial pericentral cells are produced. Tetrasporangia show a parallel arrangement along the axis of the stichidium (Fig. 8). Spermatangial branches are produced from trichoblasts arising from axial cells in the apical pit of branchlets ("trichoblast type") (Fig. 9). Mature cystocarps are flask-shaped with a prominent ostiole (Fig. 10).

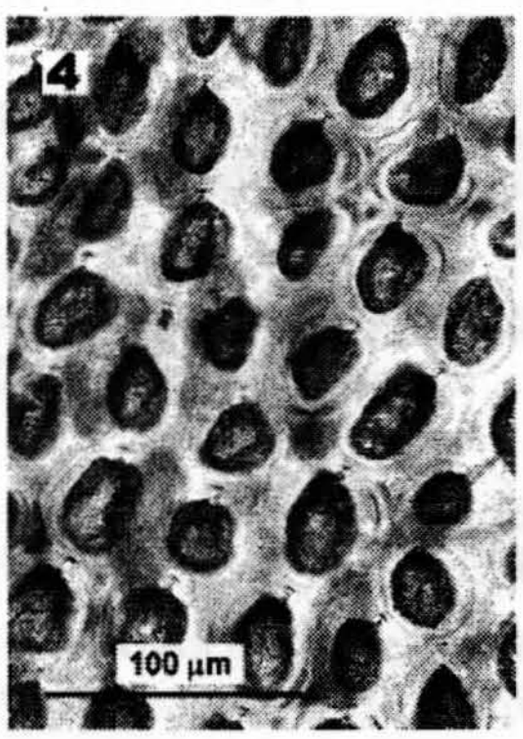
The above characters correspond to those reported by Saito & Womersley (1974), who studied specimens from southern Australia and by Masuda *et al.* (1997) and Masuda *et al.* (1998) who studied specimens from Japan and from the Canary Islands, respectively. The only differences observed consist in the height of thalli (6-8 cm in ours vs. to 20 cm in the Australian ones) and in the number of "corps en cerise" (one, occasionally two in ours vs. two to four in specimens from both Japan and the Canary Islands).

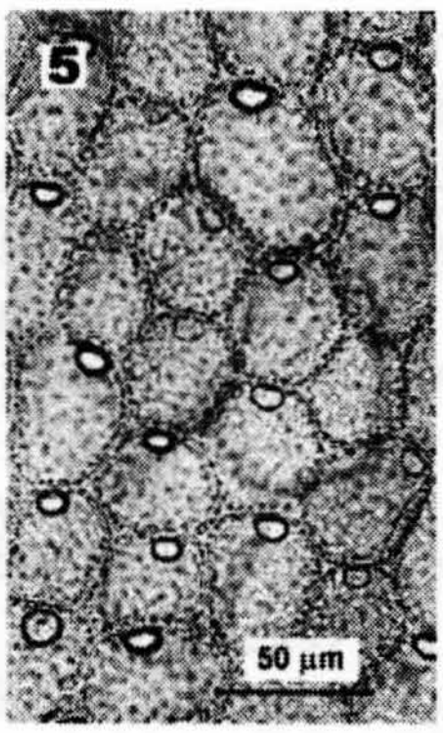
From both literature data and the present study it results that *L. majuscula* is very similar to both *L. obtusa* and *L. microcladia* in near all features differing

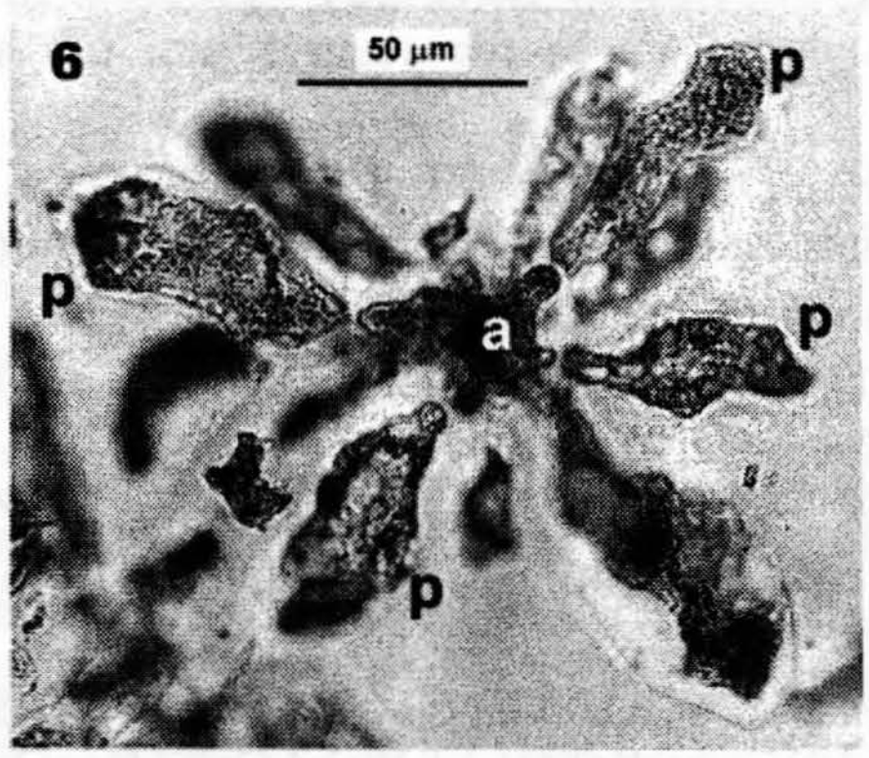


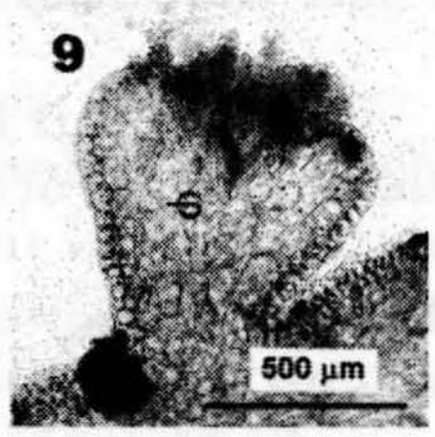












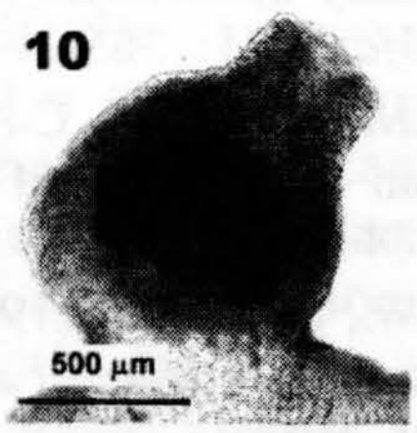


Fig. 1 - Habit; *Habitus.* Fig. 2 - Attachment system; *Sistema di ancoraggio.* Fig. 3 - Longitudinal section in the subapical portion of a branch showing cortical cells projecting and medullary cells with "corps en cerise"; *Sezione longitudinale della regione subapicale di un ramo mostrante le cellule corticali sporgenti e le cellule midollari contenenti "corps en cerise".* Fig. 4 - Secondary pit-connections between cortical cells in surface view; *Sinapsi secondarie fra le cellule corticali in visione superficiale.* Fig. 5 - Surface view of a branch showing cortical cells containing one "corp en cerise" per cell. *Visione superficiale di un ramo mostrante le cellule corticali contenenti un "corp en cerise" per cellula.* Fig. 6 - Transverse section of an upper portion of a branch showing an axial cell (a) connected with four pericentral cells (p). *Sezione trasversale della parte apicale di un ramo mostrante una cellula assiale (a) connessa con quattro cellule pericentrali (p).* Fig. 7 - Detail of a tetrasporangial branch in longitudinal section showing a tetrasporangium cut off abaxially from a fertile pericentral cell. *Dettaglio di un ramo tetrasporifero in sezione longitudinale mostrante una tetrasporocisti tagliata abassialmente dalla cellula pericentrale.* Fig. 8 - Longitudinal section of a tetrasporangial branch showing parallel arrangement of tetrasporangia. *Sezione longitudinale di un ramo tetrasporifero mostrante la disposizione parallela delle tetrasporocisti.* Fig. 9 - Longitudinal section of an apical spermatangial pit showing fertile trichoblasts. A row of axial cells is present on the bottom of the pit (arrow). *Sezione longitudinale di una depressione spermatangiale apicale mostrante i tricoblasti fertili. Una fila di cellule assiali è visibile alla base della fossetta apicale (freccia).* Fig. 10 - Cystocarp with prominent

from the former in cortical cells markedly projecting near the apex (not projecting in *L. obtusa*) and from the latter in the soft texture of the thallus, in spirally arranged branches and in the absence of lenticular thickenings in the walls of medullary cells (cartilaginous texture of the thallus, verticillate branching pattern and presence of lenticular thickenings in the walls of medullary cells in *L. microcladia*). Therefore, because of the possibility that *L. majuscula* has been misidentified with either *L. obtusa* or *L. microcladia* it is highly probable that its distribution in the Mediterranean Sea is much wider than that to date known.

References

CACCAMESE S., COMPAGNINI A., TOSCANO R.M. (1986) - Pacifenol from the Mediterranean red alga *Laurencia majuscula. J. Nat. Prod.*, **49**: 173-174.

CORMACI M., FURNARI G., SCAMMACCA B., SERIO D., PIZZUTO F., ALONGI G., DINARO R. (1992) - La vegetazione marina di substrato duro dell'isola di Salina (Isole Eolie). *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania,* **25**: 115-144.

FURNARI G., SERIO D. (1995) - Progress in the taxonomy of the genus *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta) up to the resurrection of the genus *Osmundea*. *Giorn. Bot. Ital.*, **129**: 185-188.

GARBARY D.J., HARPER J.T. (1998) - A phylogenetic analysis of the *Laurencia* complex (Rhodomelaceae) of the red algae. *Cryptog. Algol.*, **19**: 185-200.

GIACCONE G., DI MARTINO V. (1995) - La vegetazione a *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh nella Baia di S. Panagia (Sicilia sud-orientale). *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania,* **28**: 59-73.

MASUDA M., ITOH T., MATSUO Y., SUZUKI M. (1997) - Sesquiterpenoids of *Laurencia majuscula* (Ceramiales, Rhodophyta) from the Ryukyu Islands, Japan. *Phycol. Res.*, **45**: 59-64.

MASUDA M., KOGAME K., ARISAWA S., SUZUKI M. (1998) - Morphology and Halogenated Secondary metabolites of three Gran Canarian Species of *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta). *Bot. Mar.*, **41**: 265-277.

NAM K.M., MAGGS C.A., GARBARY D.J. (1994) - Resurrection of the genus *Osmundea* with an emendation of the delineation of *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta). *Phycologia*, **33**: 384-395.

NAM K.W., SAITO Y. (1990) - Morphology of *Laurencia cartilaginea* Yamada (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **41**: 107-120.

SAITO Y. (1967) - Studies on Japanese species of *Laurencia*, with special reference to their comparative morphology. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **15**: 1-81.

SAITO Y., WOMERSLEY H.B.S. (1974) - The southern Australian species of *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta). *Austral. J. Bot.*, **22**: 815-874, 27 figs.

SCAMMACCA B. GIACCONE G., PIZZUTO F., ALONGI G. (1993) - La vegetazione marina di substrato duro dell'isola di Lampedusa (Isole Pelagie). *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania,* **26**: 85-126.

YAMADA Y. (1931) - Notes on *Laurencia*, with special reference to the Japanese species. *Univ. Calif. Publ. Bot.*, **16**: 185-310, including 20 figs, pls 1-29 + pl. 30.

This work was supported by a Grant of the University of Catania.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 741-743

R. SIMONINI, D. PREVEDELLI

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena e Reggio Emilia,
Via Università, 4 - 41100 Modena, Italia.

EFFETTI DELLA DIETA SULLE *LIFE TABLES* DI *DINOPHILUS GYROCILIATUS* (POLYCHAETA: DINOPHILIDAE)

LIFE TABLES OF DINOPHILUS GYROCILIATUS *(POLYCHAETA: DINOPHILIDAE) UNDER DIFFERENT DIETS*

Abstract

The diet influences the rate of natural increaser in Dinophilus gyrociliatus. *Two laboratory experiments were performed: the first in 1996 with animals just collected from the natural environment and the second in 1998 with animals reared in laboratory and fed with spinach or Tetramin since 1996. The values of r are 1,21 and 1,50 respectively for spinach and Tetramin in 1996; about 50 generation later in 1998 these values increase to 1,29 and 2,66 respectively for spinach and Tetramin.*

Key-words: *Polychaeta,* Dinophilus gyrociliatus, *diet, life tables.*

Introduzione

Nei policheti è presente una grande differenziazione delle caratteristiche delle life history e la pressione selettiva che le ha diversificate ha portato, nelle diverse specie, a variazioni riguardanti le dimensioni e il contenuto energetico degli ovociti, la fecondità, l'età a cui gli individui cominciano a riprodursi e il numero e gli intervalli tra gli episodi riproduttivi (Cole, 1954; Pianka, 1970; Stearns, 1976, 1992). L'insieme di queste caratteristiche e i trade-off che si instaurano tra alcune di esse determinano la fitness di una popolazione. Lo studio comparativo dei tassi di accrescimento in differenti popolazioni potrebbe dare indicazioni sui fattori ambientali e genetici che influenzano la distribuzione e l'abbondanza delle specie (Lotka, 1925; Fisher, 1930; Goodman, 1968; Michod e Anderson, 1980). L'effetto della temperatura e della dieta sulla sopravvivenza, la fecondità e il contenuto energetico degli ovociti è stato evidenziato in più specie (Levin e Creed, 1986; Gremare *et al.*, 1988; Akesson e Costlow, 1991; Qian e Chia, 1992; Qian, 1994; Prevedelli e Zunarelli Vandini, 1998, 1999) ma non sono mai stati calcolati i tassi di accrescimento delle popolazioni in diverse condizioni ambientali. Infatti sebbene gli andamenti della sopravvivenza e della fecondità alle diverse età siano la base per il calcolo del tasso di accrescimento delle popolazioni questo tipo di analisi non è molto frequente negli studi di tipo ecologico.

In questo lavoro sono state analizzate le variazioni del tasso di accrescimento di una popolazione di *Dinophilus gyrociliatus* per effetto della dieta e dell'allevamento in condizioni controllate.

Materiali e metodi

Dinophilus gyrociliatus è una specie di ridotte dimensioni con vita breve, riproduzione semicontinua e determinazione progamica del sesso: le femmine

depongono delle capsule ovigere al cui interno si distinguono uova piccole (40 μm) dalle quali si originano i maschi e uova grosse (80 μm) dalle quali si sviluppano le femmine. Alcuni individui sono stati prelevati dal porto di Genova alla fine del 1995 e nel 1996 è stato condotto un esperimento in condizioni controllate (24°C, fotoperiodo di 12/12 h luce/buio, salinità 30‰) per valutare l'effetto della dieta sulla sopravvivenza, la fecondità e la *sex ratio*. Un esperimento analogo è stato effettuato nel 1998 dopo che circa 50 generazioni si erano succedute in laboratorio. Gli animali utilizzati nei due esperimenti sono stati nutriti esclusivamente con spinaci (ceppo S) oppure Tetramin (ceppo T), un mangime liofilizzato ad elevato potere calorico e alto contenuto proteico. Con i dati relativi alla sopravvivenza e alla fecondità età specifici ottenuti nei due esperimenti sono state costruite le life-table e sono stati calcolati i valori del tasso di accrescimento intrinseco r e il valore riproduttivo settimanale VR_x per ogni dieta.

Risultati e discussione

Indipendentemente dalla dieta, la durata massima della vita, che nel primo esperimento era di 12 settimane, si è ridotta a 11 settimane nel secondo. Le differenze tra il primo e il secondo esperimento consistono essenzialmente nella riduzione della sopravvivenza e nell' aumento della fecondità. Queste modificazioni della sopravvivenza e della fecondità età specifica pur essendo presenti anche negli animali nutriti con spinaci sono particolarmente accentuate negli animali alimentati con Tetramin. In entrambi gli esperimenti tuttavia gli animali alimentati con Tetramin hanno fecondità decisamente superiori a quelli alimentati con spinaci infatti la fecondità individuale media osservata con dieta spinaci e Tetramin era rispettivamente di 24 e 36 uova femminili nel 1996 e di 29 e 67 nel 1998.

L'andamento del valore riproduttivo settimanale, che esprime il contributo alla crescita della popolazione di ogni individuo di età x, alle diverse diete nei due esperimenti è rappresentato in Fig. 1. In tutte le condizioni sperimentali testate la curva del valore riproduttivo ha un andamento simile a quello della fecondità individuale. Negli animali alimentati con spinaci i valori della fecondità si mantengono abbastanza stabili e quindi il tasso di accrescimento della popolazione non si modifica sostanzialmente nel tempo mentre negli animali alimentati con Tetramin il forte aumento della fecondità insieme con l'anticipo del periodo maggiormente fecondo provocano un forte innalzamento del tasso di accrescimento della popolazione. Il valore di r negli animali nutriti con spinaci varia, nei due esperimenti, da $r = 1.22$ a $r = 1.29$ mentre negli animali nutriti con Tetramin da $r = 1.50$ a $r = 2.64$.

Indipendentemente dalla dieta i valori di r relativi al primo esperimento sono inferiori a quelli del secondo: la maggiore fecondità individuale complessiva e l'incremento e l'anticipo del picco di maggiore fecondità compensano abbondantemente la riduzione del periodo fecondo e della sopravvivenza massima osservati nel secondo esperimento. La maggiore fecondità degli animali alimentati con Tetramin è da mettere in relazione alla disponibilità di una risorsa alimentare più calorica e proteica che permette di allocare più energia nella riproduzione. Probabilmente durante il lungo periodo di allevamento in laboratorio, in condizioni di cibo abbondante e in assenza di malattie, competizione interspecifica e predazione, è avvenuta una selezione degli individui più precoci e più fecondi che potrebbe essere all'origine dell'aumento di r osservato in entrambi i ceppi.

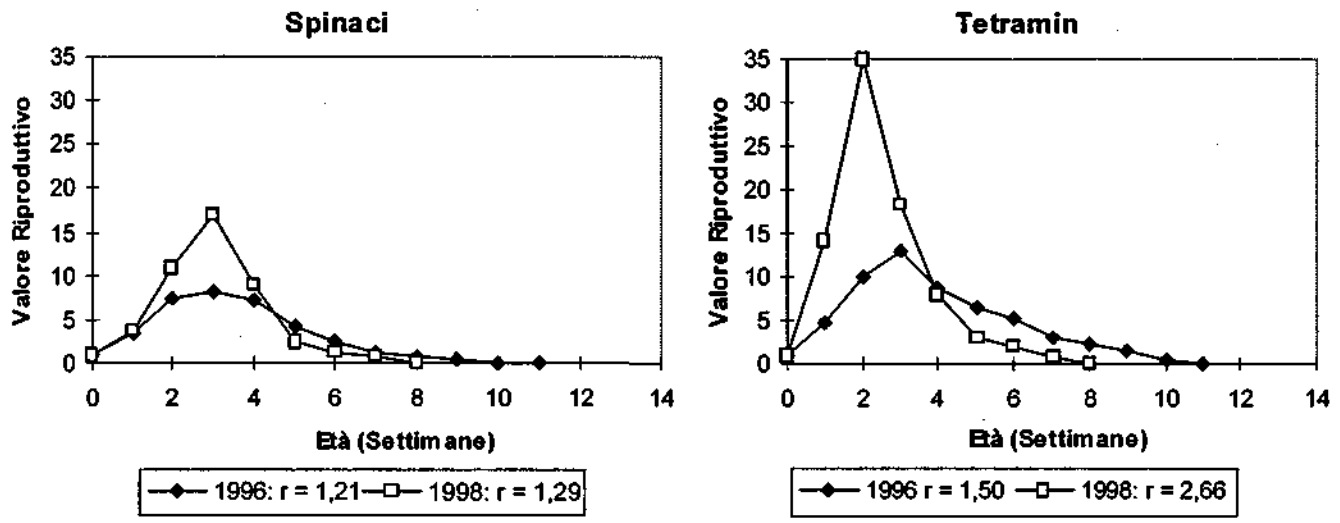


Fig. 1 - Andamento del valore riproduttivo nelle diverse condizioni sperimentali
Reproductive values at different tested conditions.

Bibliografia

ÅKESSON B., COSTLOW J.D. (1991) - Effects of constant and cyclic temperatures at different salinity levels on survival and reproduction in *Dinophilus gyrociliatus* (Polychaeta: Dinophilidae). *Bull. mar. Sci.*, **48** (2): 485-499.

COLE L.C. (1954) - The population consequences of life history phenomena. *Q. Rev. Biol.*, **29**: 103-137.

FISHER R.A. (1930) - *The genetical theory of natural selection.* Dover, New York.

GOODMAN L.A. (1968) - An elementary approach to the population projection-matrix, to the population reproductive value, and to related topics in the mathematical theory of population growth. *Demography*, **5**: 382-409.

GRÉMARE A., MARSH A.G., TENORE K.R. (1988) - Short-term reproductive responses of *Capitella* sp. I (Annelida: Polychaeta) fed on different diets. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **123**: 147-162.

LEVIN L.A., CREED E.L. (1986) - Effect of temperature and food availability on reproductive responses of *Streblospio benedicti* (Polychaeta: Spionidae) with planktotrophic or lecithotrophic development. *Mar. Biol.*, **92**: 103-113.

LOTKA, A.J. (1925) - *Elements of physical biology.* Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, USA.

MICHOD R.A., ANDERSON W.W. (1980) - On calculating demographic parameters from age frequency data. *Ecology*, **61**: 265-269.

PIANKA E.R. (1970) - On "*r*" and "*K* " selection. *Am. Nat.*, **104**: 453-464.

PREVEDELLI D., ZUNARELLI VANDINI R. (1998) - Effect of diet on reproductive characteristics of *Ophryotroca labronica* (Polychaeta: Dorvilleidae). *Mar. Biol.*, **132**: 163-170.

PREVEDELLI D., ZUNARELLI VANDINI R. (1999) - Survival, fecundity and sex ratio of *Dinophilus gyrociliatus* (Polychaeta: Dinophilidae) under different dietary conditions. *Mar. Biol.*, **133**: 231-236.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 744-747

N. UNGARO

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italy.

RITROVAMENTI DI *PAROMOLA CUVIERI* (RISSO, 1816) (DROMIACEA, HOMOLIDAE) NEL BACINO ADRIATICO MERIDIONALE

FINDINGS OF PAROMOLA CUVIERI *(RISSO, 1816) (DROMIACEA, HOMOLIDAE) IN THE SOUTHERN ADRIATIC BASIN*

Abstract

The presence of the box crab – Paromola cuvieri *(Risso, 1816) – is reported in the Adriatic Sea for the first time. Four specimens were collected by trawl net in the Southern Adriatic in the years 1996 (1 specimen) and 1998 (3 specimens) at depths ranging between 250-546 m; the same species wasn't caught in the previous years (1985-1995), in spite of 20 trawl surveys (796 trawling hauls) carried out in the same basin. Two undamaged specimens, a male and a female (ovigerous), measured 146 and 106 mm C.L., respectively.*

Key-words: *Crustacea,* Paromola cuvieri, *Distribution, Adriatic Sea.*

Introduzione

I crostacei decapodi, come noto, rappresentano uno dei taxa più frequenti presenti nelle catture della pesca a strascico mediterranea; nel Basso Adriatico inoltre i crostacei reptanti (in particolare i brachiuri) talvolta sono molto più abbondanti rispetto ai natanti (AA.VV., 1993; AA.VV., 1996). *Paromola cuvieri* (Risso, 1816) (Paromola), uno tra i crostacei brachiuri di maggiori dimensioni del Mediterraneo, si rinviene prevalentemente sui fondi incoerenti della platea inferiore e della scarpata superiore nel Mediterraneo Occidentale, mentre sporadiche segnalazioni provengono dalle acque greche (Fisher *et al.*, 1987). La stessa specie è inoltre presente in acque atlantiche, presso la Norvegia e le isole britanniche (Fisher *et al.*, 1987).

Per quanto riguarda le acque italiane, Paromola è presente in molte delle liste-specie relative ai mari occidentali e centrali (Ligure, Mare di Sardegna, Tirreno, Canale di Sicilia) (Relini-Orsi e Relini, 1972; Righini e Auteri, 1989; Mura e Cau, 1992; Pipitone e Tumbiolo, 1993; Spanò, 1998; Rinelli *et al.*, 1998), mentre sino ad oggi, almeno con riferimento alla bibliografia più recente consultata (Falciai e Minervini, 1992; Stevcic and Galil, 1994; Pastorelli *et al.*, 1996; Vaso and Gjknuri, 1993; Froglia e Gramitto, 1995), la specie in questione non era contemplata nella crustaceofauna dell'Adriatico. Nella Checklist dei decapodi della fauna d'Italia, Froglia (1995) riporta la presenza di questa specie nel bacino che include lo Stretto di Sicilia, lo Ionio, il Basso e parte del Medio Adriatico. Lo stesso Autore (comunicazione personale) ha confermato che non esistono precedenti segnalazioni di Paromola nell'Adriatico.

Materiali e metodi

I dati relativi alla presenza della specie sono stati ricavati dall'analisi delle catture globali riferite a venti campagne di pesca a strascico, effettuate stagionalmente nel

Basso Adriatico tra il 1985 ed il 1998. L'attrezzo di campionamento utilizzato era una rete a strascico con maglie al sacco di ampiezza variabile da 20 a 36 mm (stirata), mentre l'area di indagine comprendeva la zona meridionale dell'Adriatico (dal Promontorio del Gargano al Capo d'Otranto) accessibile alle attività di prelievo (fondi strascicabili da 10 a 700 m circa). Durante il periodo considerato sono state effettuate 796 cale di pesca in totale. In aggiunta ai menzionati dati sono state richieste informazioni alla marineria locale.

Misure morfometriche (al decimo di millimetro) sono state inoltre rilevate, utilizzando un calibro di precisione, su due esemplari raccolti nell'area; oltre alla lunghezza e larghezza carapace sono state misurate le lunghezze relative al primo paio di pereiopodi, l'addome, il telson ed il peduncolo oculare.

Risultati

Nelle campagne di pesca effettuate tra il 1985 ed il 1995 *P. cuvieri* non è mai risultata presente nelle catture; il primo ritrovamento è riportato per la campagna estiva del 1996, con un individuo raccolto ad una profondità di 396 m, nelle acque antistanti il litorale brindisino. Nei primi mesi del 1998 un esemplare è stato recapitato presso il Laboratorio di Biologia Marina di Bari da parte di un pescatore professionista, il quale comunicava che la cattura era stata effettuata a circa 250 m di profondità, in acque internazionali antistanti il Montenegro. Infine nella campagna estiva del 1998 due esemplari sono stati raccolti a profondità comprese tra 528 m e 546 m nelle acque antistanti la parte più settentrionale del litorale pugliese (Fig. 1).

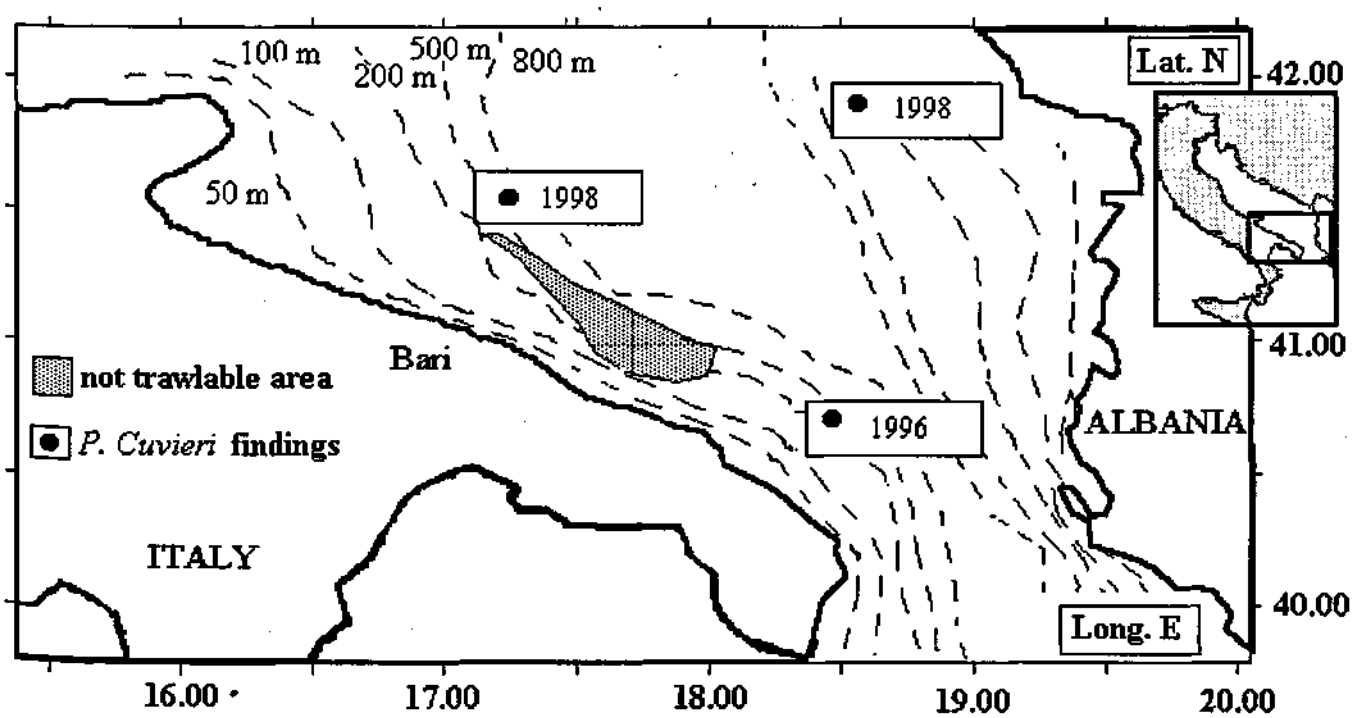


Fig. 1 - *P. cuvieri*: posizione geografica e anno di ritrovamento.
P. cuvieri: *geographic position and year of findings.*

Dei quattro esemplari raccolti, solo due erano in condizioni tali da permettere alcune misure morfometriche (Tab. 1); di questi ultimi il più grande (146 mm di lunghezza carapace) era di sesso maschile, il più piccolo (106,5 mm) di sesso femminile (ovigera). I due individui integri sono attualmente conservati presso il Laboratorio di Biologia Marina di Bari (il maschio) ed il Museo di Zoologia dell'Università di Bari (la femmina ovigera).

Tab. 1 - *P. cuvieri*: misure morfometriche relative a due esemplari raccolti in Adriatico.
P. cuvieri: *morphometrics of two specimens collected in the Adriatic Sea.*

Misure morfometriche (mm)	Maschio	Femmina
Lunghezza carapace	146	106.5
Larghezza carapace	138	98
Lunghezza addome	98	88
Lunghezza telson	28.1	26
Lunghezza propodio dx	197	52
Lunghezza propodio sin	200	68
Ampiezza propodio dx	43	10
Ampiezza propodio sin	42.8	10.5
Spessore propodio dx	32	0.6
Spessore propodio sin	32.5	0.7
Lunghezza carpo dx	88.5	30
Lunghezza carpo sin	89.3	32
Lunghezza mero dx	186	60
Lunghezza mero sin	190	61
Lunghezza peduncolo oculare dx	13.1	11.5
Lunghezza peduncolo oculare sin	14.2	11

Discussione e conclusioni

Le segnalazioni di *P. cuvieri* nell'Adriatico meridionale, relative al presente lavoro, aggiungono nuove informazioni riguardo la crustaceofauna del bacino in oggetto. La raccolta di quattro esemplari, a partire dal 1996, potrebbe condurre all'ipotesi di un inizio di colonizzazione dell'Adriatico, anche se il ridotto numero di esemplari segnalati potrebbe rientrare nei termini dell'occasionalità ed eccezionalità dell'evento (da confermare con nuovi dati).

Le informazioni ottenute dall'analisi morfometrica degli esemplari sono in accordo con quanto riportato in bibliografia, benché le dimensioni degli individui catturati (lunghezza carapace) siano inferiori a quelle massime raggiunte dalla specie (Zariquiei Alvarez, 1968; Falciai e Minervini, 1992).

Bibliografia

AA.VV. (1993) - Valutazione delle risorse demersali dell'Adriatico meridionale dal promontorio del Gargano al Capo d'Otranto: relazione finale triennio '90-'93. *Min. Mar. Mer., Roma.*

AA.VV. (1996) - Valutazione delle risorse demersali dell'Adriatico meridionale dal promontorio del Gargano al Capo d'Otranto: relazione finale triennio '94-'96. *M.R.A.A.F., Roma.*

FALCIAI L., MINERVINI R. (1992) - *Guida dei crostacei decapodi d'Europa.* Franco Muzio Editore: 282 pp.

FISHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I.* FAO, Rome: 1-760.

FROGLIA C. (1995) - Crustacea Malacostraca III (Decapoda). In: A. Minelli, S. Ruffo e S. La Posta (eds), *Checklist delle specie della fauna italiana*, Fascicolo 31, Edizioni Calderini Bologna.

FROGLIA C., GRAMITTO M.E. (1995) - Crustacea decapoda assemblage of the western Pomo Pit.I – Species composition. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **34**: 29.

MURA M., CAU A. (1992) - Osservazioni su alcune comunità di vertebrati e macroinvertebrati demersali mesobatiali del canale di Sardegna. *Oebalia*, **17** (Suppl.): 67-73.

PASTORELLI A.M., VACCARELLA R., MARANO G., UNGARO N. (1996) - I crostacei dei fondi strascicabili del Basso Adriatico. *Nova Thalassia*, **12**: 27-35.

PIPITONE C., TUMBIOLO M.L. (1993) - Decapod and stomatopod crustaceans from the trawlable bottoms of the Sicilian Channel (Central Mediterranean Sea). *Crustaceana*, **65** (3): 358-364.

RELINI-ORSI L., RELINI G. (1972) - Note sui crostacei decapodi batiali del Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **40**: 47-73.

RIGHINI P., AUTERI R. (1989) - Distribuzione batimetrica dei crostacei decapodi raccolti durante le campagne di pesca nel Tirreno meridionale. *Oebalia,* N.S. **15** (2): 763-767.

RINELLI P., SPANÒ N., GRECO S. (1998) - Distribuzione dei crostacei decapodi ed echinodermi dei fondi strascicabili del Mar Tirreno meridionale. *Biol. Mar. Medit,* **5** (2): 211-217.

SPANÒ N. (1998) - Decapoda crustacea in the Southern Tyrrhenian Sea – five years of research. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **35**: 488.

STEVCIC Z., GALIL B. (1994) - Checklist of the Mediterranean brachyuran crabs. *Acta Adriat.*, **34** (1/2): 65-76.

VASO A., GJIKNURI L. (1993) - Decapod crustaceans of the Albanian Coast. *Crustaceana,* **65** (3): 390-407.

ZARIQUIEY ALVAREZ R. (1968) - Crustaceos Decapodos Ibericos. *Invest. Pesq.*, **32**: 1-510.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 748-751

A. VLORA, M.C. MARZANO, G. STRIPPOLI

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

ABBONDANZA, DEMOGRAFIA E MORFOMETRIA DI *ASTROPECTEN IRREGULARIS PENTACANTHUS* (DELLE CHIAJE, 1825) - ECHINODERMATA ASTEROIDEA - NELL'ADRIATICO SUD-OCCIDENTALE

ABUNDANCE, DEMOGRAPHY AND MORPHOMETRY OF ASTROPECTEN IRREGULARIS PENTACANTHUS *(DELLE CHIAJE, 1825) - ECHINODERMATA ASTEROIDEA - IN THE SOUTH-WESTERN ADRIATIC SEA*

Abstract

This paper reports information on abundance, demography and morphometry of Astropecten irregularis pentacanthus *(Delle Chiaje, 1825) – Echinodermata Asteroidea - in South-Western Adriatic Sea sampled by trawl-surveys carried out from 1991 to 1997. The species is ubiquitous on soft bottoms, and is more abundant at 100-200 m depth; morphometric results (rays ratio) are in agreement with previous literature data.*

Key-words: Astropecten irregularis pentacanthus, *distribution, demography, morphometry, Adriatic Sea.*

Introduzione

Tra gli echinodermi asteroidei del Mediterraneo, *Astropecten irregularis pentacanthus* (Delle Chiaje, 1825) è probabilmente il più abbondante; la specie, polimorfa e politipica, si distribuisce prevalentemente su fondi incoerenti da pochi metri ad oltre 900 m di profondità (Tortonese, 1965). Questo asteroide è molto spesso catturato dalle reti a strascico, contribuendo talvolta in modo apprezzabile allo "sporco di pesca" (Ungaro, 1995).

La biologia generale della specie è abbastanza conosciuta, mentre scarse o assenti sono le informazioni sull'abbondanza relativa e sulla demografia delle popolazioni presenti nei differenti areali del Mediterraneo (Pellegrini, 1990; Pancucci-Papadopoulou, 1996; Rinelli *et al.*, 1998).

In questo lavoro si riportano informazioni sull'abbondanza, sulla struttura demografica e sulla morfometria dell'asteroide in oggetto nell'Adriatico Sud-occidentale.

Materiali e metodi

I dati analizzati sono stati ottenuti da campagne stagionali di pesca a strascico nel periodo 1991-1997, eseguite nell'Adriatico meridionale allo scopo di valutare l'entità quali-quantitativa delle risorse demersali. Per i campionamenti si è utilizzato un motopeschereccio professionale, armato con rete a strascico di tipo italiano con maglia al sacco di 36 mm per la campagna autunnale e di tipo francese con maglia di 20 mm per la campagna primaverile. Il disegno di

campionamento è stato, in entrambi i casi, di tipo random-stratificato (A.A.V.V., 1993; Bertrand, 1996).

Per ogni cala, standardizzata alla durata di un'ora, si sono identificate le specie appartenenti allo "scarto" e, per l'echinofauna, si è calcolato il numero ed il peso degli esemplari analizzando subcampioni rappresentativi della pescata. In particolare è stata raffigurata su base cartografica la densità (n° individui/h) della specie in oggetto.

Inoltre sono state effettuate alcune misure morfometriche relative ad un congruo numero di esemplari integri (selezionati indipendentemente dalla campagna di prelievo), quali la lunghezza dalla bocca all'estremità distale delle braccia (raggio maggiore, mm) e la lunghezza dalla bocca alla zona interadiale (raggio minore, mm). Gli istogrammi taglia (lunghezza raggio) / frequenza, sono stati, tuttavia, elaborati solo per le campagne "primavera 1993" ed "autunno 1995" in cui sono stati campionati un numero abbastanza alto di esemplari.

Risultati e discussione

Dall'elaborazione dei dati relativi alla densità di questo asteroide si osserva come *A. irregularis pentacanthus* sia presente a profondità variabili, da 0 fino ad oltre 500 m, con densità più elevata sui fondali tra 100 e 200 m di profondità (Fig. 1).

Il range di distribuzione della lunghezza del raggio maggiore è risultato compreso tra 8 e 78 mm, con taglie più rappresentate tra 20 e 30 mm (Fig. 2).

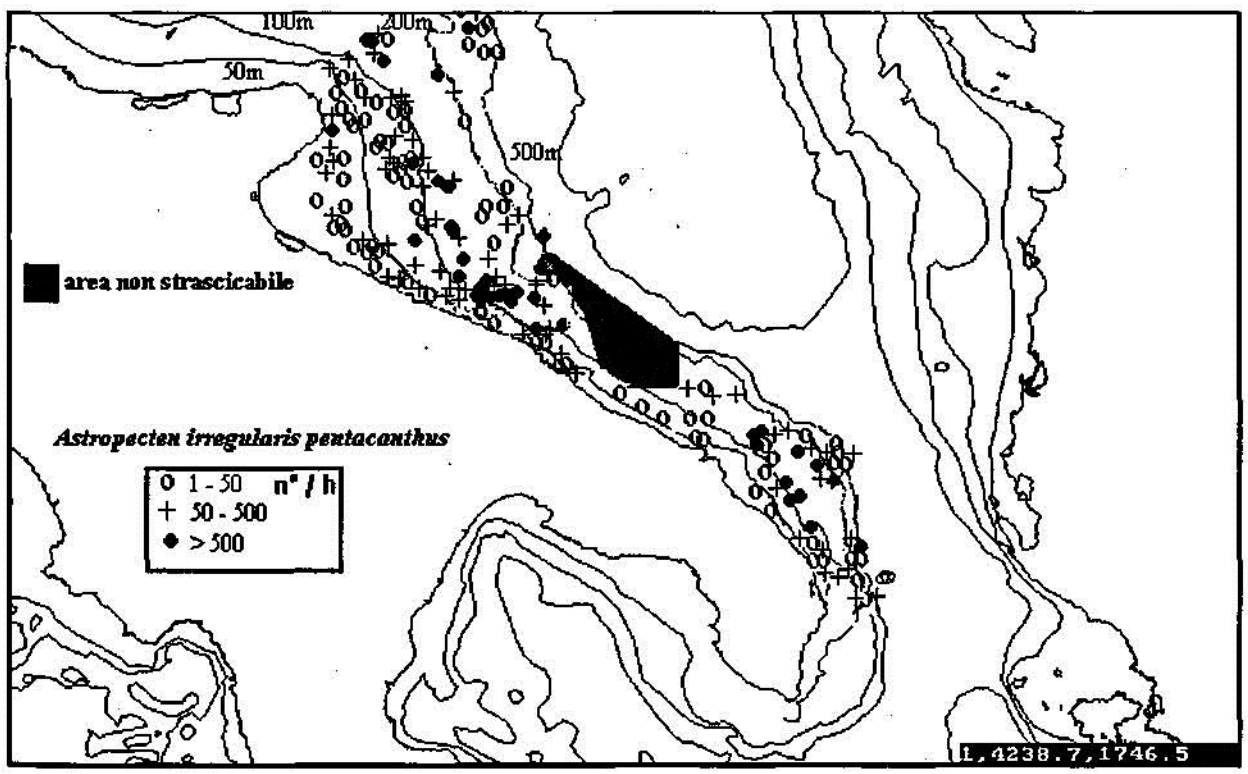
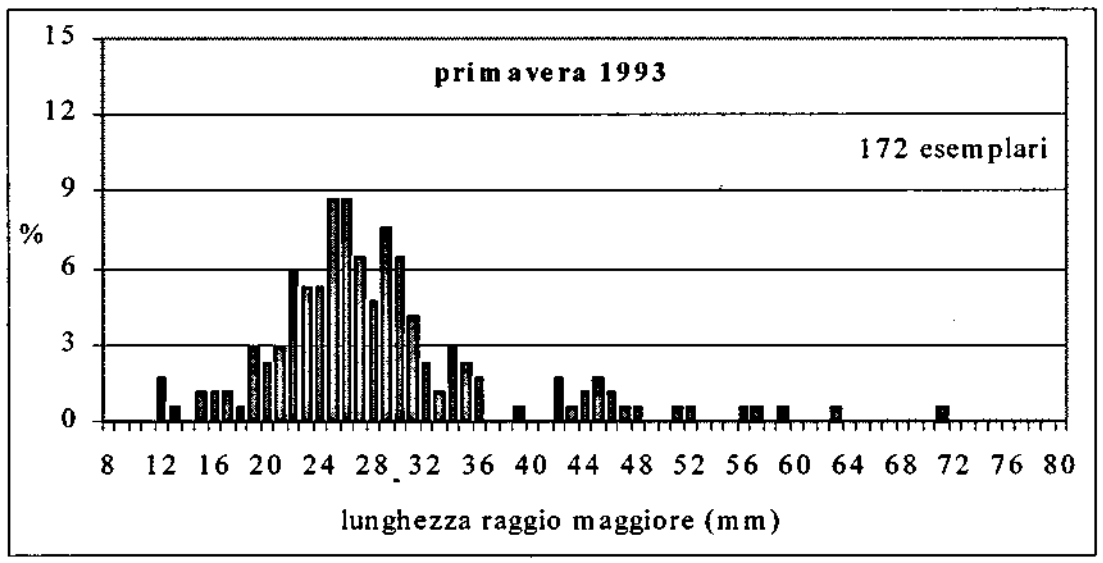


Fig. 1 - Distribuzione ed abbondanze di *Astropecten irregularis pentacanthus* nell'area di studio.
Astropecten irregularis pentacanthus: *distribution and abundance in the studied area.*



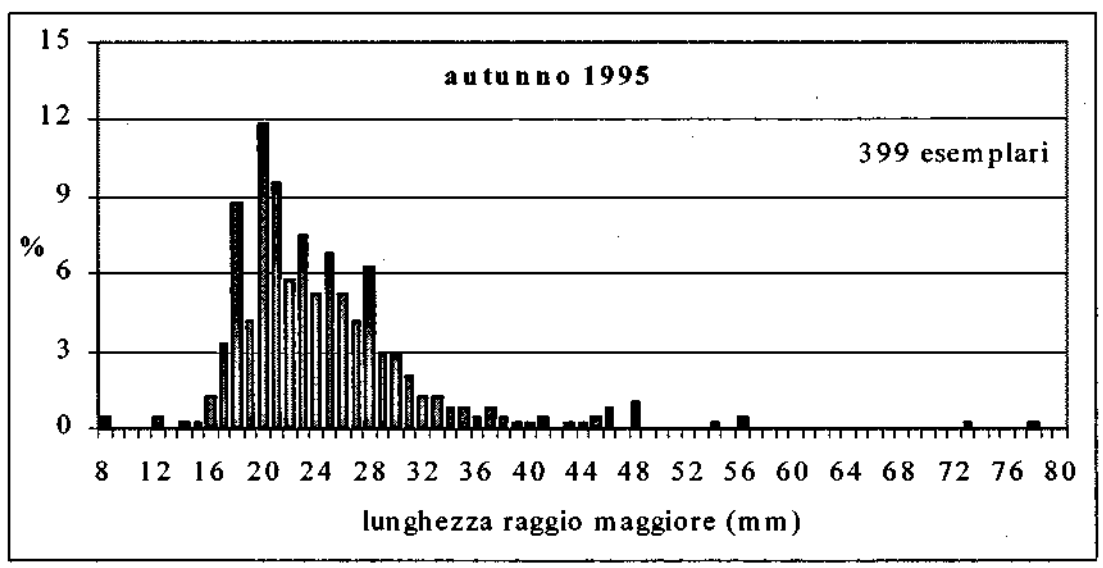


Fig. 2 - Distribuzione di taglia di *A. irregularis pentacanthus* in due differenti campagne di studio.

Length frequency distributions of A. irregularis pentacanthus *in two different trawl surveys.*

La differenza tra le distribuzioni dei due periodi, oltre che a fenomeni di accrescimento, potrebbe anche essere attribuita all'attrezzo di campionamento che, nelle due differenti stagioni, presentava caratteristiche distinte. Durante la campagna primaverile, infatti, la minore cattura degli esemplari di piccola taglia può essere attribuita alla maggiore ampiezza delle maglie nella porzione prossimale all'apertura rispetto a quella terminale, molto più limitata (20 mm); al contrario, la rete utilizzata nella campagna autunnale aveva una larghezza delle maglie costante, sebbene di ampiezza al sacco maggiore (36 mm) (Fiorentini e Dremiere, 1998). L'indagine morfometrica, condotta su 598 esemplari, ha permesso di formulare una relazione lineare esistente tra il raggio maggiore e minore:

$$R\ max\ (mm) = 4{,}9634 + 3{,}7681\ r\ min \qquad (r = 0{,}89;\ p < 0{,}01)$$

Il rapporto R max/r min è risultato mediamente pari a 4,76 (± 0,83), valore che conferma le stime di Tortonese (1965) per la popolazione mediterranea.

Conclusioni

I risultati confermano che *A. irregularis pentacanthus* predilige fondali incoerenti (sabbiosi, fangosi o misti) (Tortonese, 1965) dell'orizzonte inferiore del circalitorale (100-200 m), presentando una distribuzione di taglie piuttosto omogenea. I dati riguardanti l'indagine biometrica sono risultati in accordo con quanto riportato in bibliografia, anche se studi più approfonditi sarebbero auspicabili per una migliore definizione in ambito Adriatico sud-occidentale.

Ringraziamenti

Il presente lavoro è stato effettuato grazie ai finanziamenti ottenuti dal Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali nell'ambito del progetto nazionale "Valutazione delle Risorse Demersali", e dalla Comunità Europea (Progetto E.C. DG XIV MEDITS).

Bibliografia

AA.VV. (1993) - Valutazione delle risorse demersali dell'Adriatico meridionale dal promontorio del Gargano al Capo d'Otranto: relazione finale triennio 1990-1993. *Min. Mar. Mer.*, Roma.

BERTRAND J. (1996) - Campagne internationale de chalutage démersal en Méditerranée (MEDITS). Campagne 1996, Rapport final de contrat CEE-IFREMER-IEO-SIBM-NCMR (MED/95/19/54/65/27) 1-2: 1-71.

FIORENTINI L., DREMIERE P.Y. (1998) - Efficacy and selectivity of the trawl used for the Medits project. Final Report. Study proposal E.U., DG XIV No 95/29: 120 pp.

PANCUCCI-PAPADOPOULOU M.A. (1996) - *The Echinodermata of Greece. Fauna Graeciae (VI).* Hellenic Zoological Society, Atene: 162 pp.

PELLEGRINI D. (1990) - Echinodermi del mar Tirreno settentrionale. *Oebalia*, **16** (2): 721-724.

RINELLI P., SPANÒ N., GRECO S. (1998) - Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi dei fondi strascicabili del mar Tirreno meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 211-217.

TORTONESE E. (1965) - *Echinodermata*. Fauna d'Italia. Calderini, Bologna: 422 pp.

UNGARO N. (1995) - Gli Echinodermi dei fondi strascicabili dell'Adriatico pugliese. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 427-429.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 752-757

A.M. Bonvicini Pagliai, F. Frascari*, M.C. Bergamini*, R. Crema, G. Matteucci*, A. Valentini

Dipartimento di Biologia Animale, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via Università, 4 – 41100 Modena, Italia.
*Istituto di Geologia Marina, C.N.R. – Bologna, Italia.

EFFETTI BIOTICI ED ABIOTICI DELLO SCARICO DI MATERIALI DI DRAGAGGIO PORTUALE SUI FONDALI MARINI: UN CASO DI STUDIO IN ADRIATICO

BIOTIC AND ABIOTIC EFFECTS OF DUMPING HARBOUR DREDGING MATERIALS INTO MARINE BOTTOMS: A CASE STUDY IN THE ADRIATIC SEA

Abstract

The main results of an environmental study aimed to detect the impact of the discharge of dredged materials into coastal bottoms of the Adriatic sea are presented. At the end of the discharges the level of trace elements and aromatic polycyclic hydrocarbons in the sediments exhibited limited variations, with the remarkable exception of Hg whose concentration raised to a peak level of about 6 μg g^{-1} dry matter. Macrobenthic communities were impacted mainly by physical stress, mostly in the same area that suffered the greatest geochemical sediment variations.

Key-words: *dumping, dredged sediments, trace elements, Mercury, macrofauna.*

Introduzione

In Italia, ogni anno, il mantenimento dei porti e dei canali comporta la movimentazione di grandi quantità di materiali, dell'ordine di alcuni milioni di m^3, la cui destinazione è, per la maggior parte, lo scarico a mare. È quindi evidente che attraverso questa attività molti contaminanti possono essere diffusi nell'ambiente marino. Tuttavia, allo stato attuale, non si dispone di modelli generalizzati degli effetti di questo tipo di attività, e le nostre conoscenze poggiano essenzialmente sull'informazione raccolta nel corso di studi sito-specifici.

In questo lavoro vengono riportati i risultati più salienti di uno di questi studi relativo agli effetti dello scarico di 450.000 m^3 di materiale di dragaggio della canaletta di avamporto del porto di Ravenna, in un'area del mare Adriatico. Il porto di Ravenna è connesso ad un sistema lagunare e presenta diversi problemi ambientali che derivano, principalmente, da vecchi scarichi di un'industria petrolchimica che ha portato alla immissione di varie sostanze e metalli pesanti (soprattutto mercurio) nei sedimenti.

La localizzazione dell'area di scarico (Fig. 1) è stata stabilita, in sede di autorizzazione, in base alle sue caratteristiche chimico-sedimentologiche e biologiche, mentre la sua ampiezza è stata determinata in base all'opportunità di effettuare una distribuzione quanto possibile uniforme del materiale, con l'intento di ridurre al massimo l'intensità del suo impatto.

Essa è compresa tra 27 e 30 m di profondità e rientra all'interno del cuneo di progradazione dei materiali fini del delta del Po (Dinelli *et al.*, 1996). I suoi sedimenti sono composti da argilla e silt con assenza o quasi della componente

sabbiosa. In quest'area la distribuzione dei metalli in traccia, con particolare riferimento al Hg è stata studiata da Ferrara e Masetti (1992) e Frascari *et al.* (1988), mentre per i microinquinanti di origine antropica, quali i policlorobifenili e gli idrocarburi policiclici aromatici, sono disponibili studi su piccole aree (Frignani e Ravaioli, 1982; Frascari *et al.*, 1988) e caratterizzazioni bacinali a grande scala (Marcomini *et al.*, 1986; Galassi *et al.*, 1993; Guzzella e De Paolis, 1994). Le biocenosi zoobentoniche sono state studiate da Valentini (1998). Esse sono riconducibili, fondamentalmente, a quelle dei Fanghi Terrigeni Costieri, frequentemente arricchite da specie del Detritico Costiero e dei Fondi Mobili Instabili e con una vasta gamma di preferenze per il substrato.

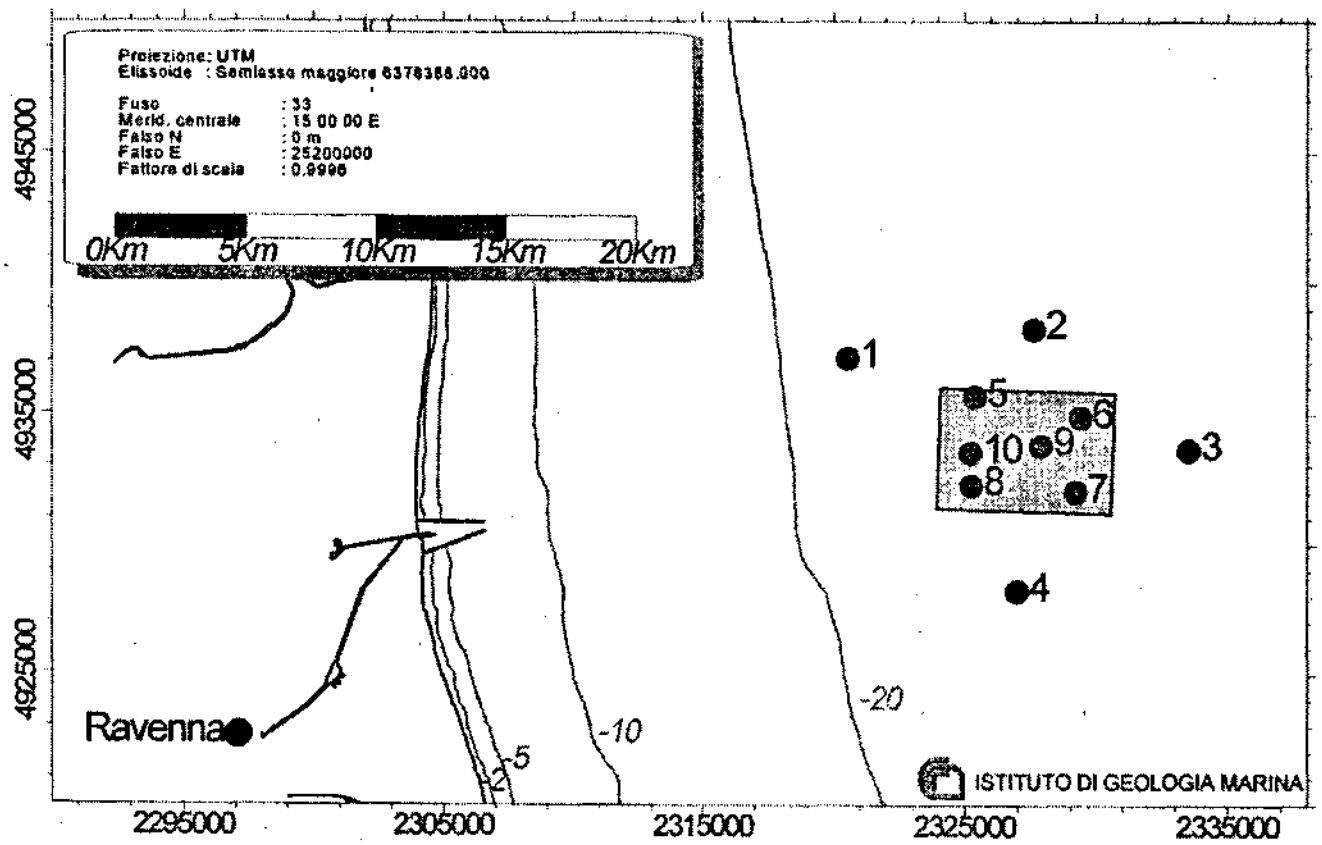


Fig. 1 - Area di discarica e stazioni di prelievo.
Location of discharge area and sampling stations.

Materiali e metodi

Dall'ottobre 1997 al luglio 1998 sono state effettuate 4 campagne di campionamento secondo lo stato di avanzamento delle operazioni di scarico e precisamente dopo 100.000, 200.000, 300.000 e 450.000 m^3 di materiale scaricato. Le stazioni di campionamento sono state disposte su una griglia comprendente 4 siti interni all'area di scarico e 4 all'esterno della stessa. Inoltre, per le indagini geochimico-sedimentologiche sono state fissate due ulteriori stazioni all'interno dell'area di scarico (stazioni 9 e 10). Oltre a questi prelievi in stazioni fisse, sono stati effettuati campionamenti aggiuntivi in punti intermedi tra queste, all'interno dell'area di scarico.

I prelievi sono stati effettuati mediante box-corer con una superficie di presa di 200 cm^2 per complessive otto repliche, di cui due per le indagini geochimico-sedimentologiche e sei per le indagini biologiche. Le prime hanno compreso la determinazione di Pb, Ni, Zn, Cu, As e Hg, degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e della granulometria. I metalli in tracce sono stati determinati me-

diante spettrofotometria ad assorbimento atomico, previa digestione con acido nitrico, tranne il mercurio, che è stato determinato previa decomposizione termica. Gli IPA sono stati determinati mediante gascromatografia accoppiata a spettrometria di massa, previa estrazione con diclorometano, secondo i protocolli dell'I.R.S.A. (1990). L'analisi granulometrica è stata eseguita mediante setacciatura ad umido dopo digestione del campione con acqua ossigenata.

Per le indagini biologiche è stata effettuata l'analisi della macrofauna. Il sedimento è stato vagliato attraverso setacci con luce delle maglie di 0.5 mm e la frazione trattenuta è stata fissata in formaldeide tamponata al 4% in acqua di mare. In laboratorio gli animali sono stati smistati allo stereomicroscopio, classificati, ove possibile, fino al livello di specie e conteggiati.

L'analisi statistica dei dati è stata effettuata mediante il package SPSS. Per l'analisi sulle abbondanze numeriche della macrofauna i dati sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica.

Risultati e discussione

Nella Tab. 1 sono riportate le medie dei valori relative agli elementi in tracce, agli idrocarburi policiclici aromatici ed alla percentuale della frazione sabbiosa nel sedimento (Ø >0.63 μm) per le stazioni esterne all'area di scarico (staz. 1, 2, 3 e 4), per quelle interne (staz. 5, 6, 7, 8, 9 e 10) e la significatività delle loro differenze. Tranne che per la percentuale di frazione sabbiosa, che risulta già aumentata, internamente all'area di scarico, nel terzo periodo, tutte le diffe-

Tab. 1 - Valori medi ± deviazioni standard delle concentrazioni dei metalli, degli idrocarburi policiclici aromatici e della percentuale di sabbia misurati nei vari periodi nelle stazioni esterne (est.) ed interne (int.) all'area di scarico e significatività delle loro differenze (Tind test; n.s.: $p > 0.05$).

Means ± standard deviations of metal and polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations and sand percentage measured in the different periods outside (est.) and inside (int.) the discharge area. The significance level (Tind test; n.s.: $p > 0.05$) of mean differences is reported.

Campagna	Area	Pb $\mu g\ g^{-1}$	Ni $\mu g\ g^{-1}$	Zn $\mu g\ g^{-1}$	Cu $\mu g\ g^{-1}$	As $\mu g\ g^{-1}$	Hg $\mu g\ g^{-1}$	IPA $\mu g\ g^{-1}$	Sabbia %
1	est.	29.9±5.8	81.7±3.1	116.2±5.2	25.2±4.7	5.9±0.8	0.3±0.06	0.017±0.001	0.5±0.3
1	int.	33.4±5.4	80.5±8.6	117.2±24.1	25.0±2.5	9.7±0.8	0.3±0.02	0.048±0.024	0.8±0.6
		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2	est.	35.8±1.6	77.3±1.6	127.3±2.9	27.1±2.5	12.2±5.9	0.4±0.08	0.043±0.013	0.6±0.5
2	int.	34.6±2.3	70.4±8.5	123.4±4.8	23.8±1.6	11.1±3.9	0.4±0.01	0.046±0.016	1.1±0.780
		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3	est.	40.2±2.5	74.5±4.8	114.5±10.1	23.5±3.9	9.5±1.8	0.4±0.04	0.022±0.008	0.9±0.6
3	int.	34.4±4.7	70.8±7.1	113.5±8.9	23.6±2.1	6.0±1.1	0.6±0.2	0.056±0.044	4.2±0.7
		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0.05
4	est.	35.1±1.9	67.3±1.9	126.5±10.2	24.1±1.3	14.3±3.9	0.4±0.03	0.096±0.032	1.4±0.9
4	int.	34.5±4.3	70.2±12.8	107.5±14.7	27.3±1.8	14.4±2.4	1.4±0.8	0.266±0.711	5.9±1.5
		n.s.	n.s.	<0.05	<0.05	n.s.	<0.01	<0.05.	<0.01

renze si sono manifestate solo al termine delle operazioni. Per alcuni elementi, quali Pb, Ni e As, non sono state osservate variazioni significative, per Zn si è assistito ad una lieve diminuzione mentre per Cu ed IPA si è evidenziato un aumento che, tuttavia, li ha mantenuti entro i limiti segnalati per l'area prossimale del delta del Po (Guzzella e De Paolis, 1994; Marcomini *et al.*, 1986). Al contrario, Hg ha mostrato un aumento molto più rilevante: oltre a quelle effettuate nelle stazioni fisse, una serie di misure, effettuate nell'area di scarico, ma al di fuori della griglia delle suddette stazioni, ha evidenziato valori vicini a 1 $\mu g\ g^{-1}$ su una superficie che comprende una parte del quadrante SW dell'area di scarico ed una piccola parte di quello NW, raggiungendo il valore massimo, molto localizzato arealmente, di 6 $\mu g\ g^{-1}$ in prossimità della staz. 10 (Fig. 1). Concentrazioni superiori ad 1 $\mu g\ g^{-1}$ sono al di sopra dei limiti riportati in letteratura per l'area in esame (Ferrara e Masetti, 1992; Frascari *et al.*, 1988). Valori di 6 $\mu g\ g^{-1}$ sono molto al di sopra dei limiti indicati dai criteri di qualità ambientale per i sedimenti, adottati da norme nazionali ed internazionali (Legge 360/91 Roma mar 93/art. 4/comma 6; NL Quality objective M-LIST; NL Provisional Warning Value).

Nella Tab. 2 sono riportate le medie del numero di specie ed individui della macrofauna nelle stazioni interne ed esterne all'area di scarico e la significatività

Tab. 2 - Valori medi ± deviazioni standard del numero di specie e delle abbondanze riscontrate nei vari periodi nelle stazioni esterne (est.) ed interne (int.) all'area di scarico e significatività delle loro differenze (Tind test; n.s.: $p>0.05$).

Means ± standard deviations of the of species number and abundance in the different periods outside (est.) and inside (int.) the discharge area. The significance level (Tind test; n.s.: $p>0.05$) of mean differences is reported.

Campagna	Area	n° specie	Abbondanza ind. 0.12 m^{-2}
1	est.	27.25±3.8	174.25±63.38
1	int.	23.50±3.8	155.00±75.28
		n.s.	n.s.
2	est.	28.66±3.5	213.00±35.00
2	int.	28.5±3.8	181.00±60.76
		n.s.	n.s.
3	est.	21.25±2.06	141.00±44.27
3	int.	25.25±3.30	148.75±80.25
		n.s.	n.s.
4	est.	18.00±6.21	107.50±42.56
4	int.	15.75±8.42	72.25±60.00
		n.s.	n.s.

delle loro differenze. Come si può osservare, non sono state evidenziate differenze significative nemmeno nell'ultima fase delle operazioni. Ciò è dovuto all'elevata variabilità che si riscontra all'interno dell'area di scarico. Infatti, in queste stazioni, una consistente riduzione del numero di specie e dell'abbondanza si è verificata solo nelle due stazioni più occidentali (staz. 5 ed 8). In esse entrambi questi parametri sono risultati significativamente ridotti sia nei confronti delle altre stazioni interne (staz. 6 e 7) che nei confronti di tutte le altre stazioni (Tab. 3). Le specie che permangono in queste stazioni fortemente depauperate sono, innanzitutto, specie sabulicole quali *Lumbrineris impatiens* e *Cylichna cylindracea*

Tab. 3 - Medie ± deviazioni standard del numero di specie e delle abbondanze numeriche riscontrate nell'ultimo periodo in differenti gruppi di stazioni e significatività delle loro differenze.

Means ± standard deviations of the of species number and abundance recorded in the last period in different groups of stations and significance level of their differences (Tind).

	n° specie	Abbondanza ind. 0.12 m^{-2}
A - Stazioni 5 e 8	8.50±0.70	24.5±10.6
B - Altre stazioni interne (6, 7)	23.00±1.41	120.0±39.6
C - Altre stazioni (1, 2, 3, 4, 6, 7)	19.66±5.50	111.6±37.9
Diff. A/B	$p < 0.01$	$p < 0.05$
Diff. A/C	$p < 0.05$	$p < 0.05$

la cui incidenza relativa è stata nettamente superiore rispetto a quanto riscontrato in tutte le altre stazioni e fasi. Oltre a queste permangono ben rappresentate alcune specie scavatrici quali *Monticellina dorsobranchialis* ed altre limicole o tipiche dei Fanghi Terrigeni Costieri quali *Aricidea assimilis*, *Magelona rosea* e *Sternaspis scutata*. Inoltre, persistono all'impatto le specie che colonizzano gli strati profondi del sedimento seguendo le gallerie seguite da altri organismi o le linee di discontinuità del sedimento stesso (Prevedelli *et al.*, 1997) quali *Aphelochaeta marioni* e *Mysella bidentata*. Al contrario, le specie esigenti alto contenuto di sostanza organica, che si collocano nei livelli più superficiali del sedimento, quali *Chaetozone setosa* e *Polydora ciliata*, sono state completamente eliminate dal popolamento.

I risultati ottenuti non indicano una rilevante modificazione dei fondali in tutta l'area di scarico, ma evidenziano piuttosto un impatto localizzato in una sola parte di essa, quella più occidentale. Ciò è dovuto, evidentemente, ad una non uniforme dispersione del materiale di scarico nell'area ad esso destinata, di cui solo la parte più vicina alla costa è stata, prevalentemente, utilizzata a questo scopo.

Questo ha certamente comportato dei vantaggi economici, riducendo per le navi il tragitto da percorrere, ma ha determinato, nel contempo, una più intensa alterazione dei fondali che avrebbe potuto essere minimizzata con una distribuzione più uniforme, in sintonia con quanto prescritto in sede di autorizzazione allo scarico.

Bibliografia

DINELLI E., FRASCARI F., MATTEUCCI G., ROFFI C., SPAGNOLI F. (1996) - Geochemical characterization of Northern and Central Adriatic Sea surface sediments. *Plinius*, **16**: 108-109.

FERRARA R., MASETTI B.E. (1992) - Mercury concentration in the water, particulate matter, plankton and sediment of the Adriatic Sea. *Marine Chemistry*, **38**: 237-249.

FRASCARI F., FRIGNANI M., GUERZONI S., RAVAIOLI M. (1988) - Sediment and pollution in the Northern Adriatic Sea. *Annals of the N.Y. Academy of Science*, **534**: 1000-1020.

FRIGNANI M., RAVAIOLI M. (1982) - Idrocarburi clorurati nei sedimenti dell'area di mare antistante il delta del Po. *Convegno P.F. Oceanografia e Fondi Marini (Risorse Biologiche e Inquinamento Marino). Roma, 10-11 Novembre 1981*: 815-828.

GALASSI S., GUZZELLA L., DE PAOLIS A. (1993) - PCB levels in sediments of the Adriatic Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, **2**: 25-30.

GUZZELLA L., DE PAOLIS A. (1994) - Polycyclic aromatics hydrocarbons in sediments of the Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **28**: 159-165.

I.R.S.A. (Istituto di Ricerca sulle Acque) – C.N.R. (1990) - Metodi analitici per i fanghi. Parametri chimico – fisici. *Quaderni I.R.S.A.*, **64** (3): metodo n°25.

MARCOMINI A., PAVONI B., DONAZZOLO R., ORIO A.A. (1986) - Combined preparative and analytical use of normal-phase and reverse-phase high-performance liquid chromatography for the determination of aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of the Adriatic Sea. *Marine Chemistry*, **18**: 71-84.

PREVEDELLI D., CREMA R., ZUNARELLI VANDINI R., BONVICINI PAGLIAI A.M. (1997) - Rapporti di commensalismo non specifico nella colonizzazione dei livelli profondi del sedimento. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 147-155.

VALENTINI A. (1998) - *Comunità zoobentoniche di fondi molli dell'Alto e del Medio Adriatico e loro sensibilità ad alterazioni di origine antropica.* Tesi di Dottorato di Ricerca in Biologia Animale, Università degli Studi di Modena: 192 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 758-761

G. CANCEMI[1 e 2], I. GUALA[1], M. BAROLI[1], G. DE FALCO[1],
S. FERRARI[1], G. PIERGALLINI[1]

[1] International Marine Centre, Gruppo Ecosistemi Costieri, Località Sa Mardini,
09072 Oristano, Italia.
[2] Eq.E.L., Univ. de Corse, Corte, France.

STUDIO SULLA VITALITÀ DELLA PRATERIA A *POSIDONIA OCEANICA* SITA IN PROSSIMITÀ DELLA FOCE DEL FIUME TIRSO (GgolfO DI ORISTANO, SARDEGNA)

STUDY OF THE STATE OF HEALTH OF THE P. OCEANICA *MEADOW NEARBY THE TIRSO RIVER MOUTH (GULF OF ORISTANO, SARDINIA)*

Abstract

Meadow structure and primary production of Posidonia oceanica *(Helobiae, Potamogetonaceae) were investigated in order to evaluate the state of health of the meadow in relationship to a river influence. Abiotic factors such as nutrient concentrations, organic matter level and water column turbidity were considered. The low levels of primary production, shoots density and leaves coverage of the meadow seem to be related to the high turbidity, due to the re-suspension of riverine sediments.*

Key-words: Posidonia oceanica, *primary production, river.*

Introduzione

La dinamica di crescita delle praterie marine è fortemente condizionata dal livello dei nutrienti presenti nell'ambiente e in particolare dei composti dell'azoto e del fosforo (Pirc e Wollenweber, 1988). In Mediterraneo, la crescente urbanizzazione delle aree costiere e la segnalazione di processi di regressione delle praterie a *Posidonia oceanica* (L.) Delile motivano l'importanza di studi che portino a una migliore conoscenza del rapporto pianta-nutrienti (Pergent-Martini, 1994; Cancemi *et al.*, 1998a).

L'obiettivo del presente studio è valutare la vitalità (Charbonnel *et al.*, 1993) di una prateria a *P. oceanica* in un'area costiera interessata dagli apporti di un fiume a portata stagionale. Il sito di studio è il settore nord del Golfo di Oristano, in prossimità della foce del fiume Tirso, ed è caratterizzato dalla presenza di un ampio prodelta formato da sedimenti fini di origine terrigena (De Falco *et al.*, 1997). La prateria a *P. oceanica,* che ricopre la maggior parte del fondale del Golfo, presenta nella zona antistante la foce del fiume una vasta area di discontinuità, con il limite superiore che si allontana in maniera netta dalla linea di costa. I parametri presi in considerazione per lo studio sono stati: alcuni descrittori della vitalità della prateria, come (i) livello di produzione primaria e (ii) densità e copertura fogliare, nonché i parametri chimico-fisici come (iii) nutrienti e materia organica nei sedimenti e (iv) torbidità della colonna d'acqua.

Materiali e metodi

Le stazioni di campionamento sono state scelte lungo un transetto ideale dalla foce del fiume (Stazione 1) verso la prateria a *P. oceanica* (Fig. 1). In prossi-

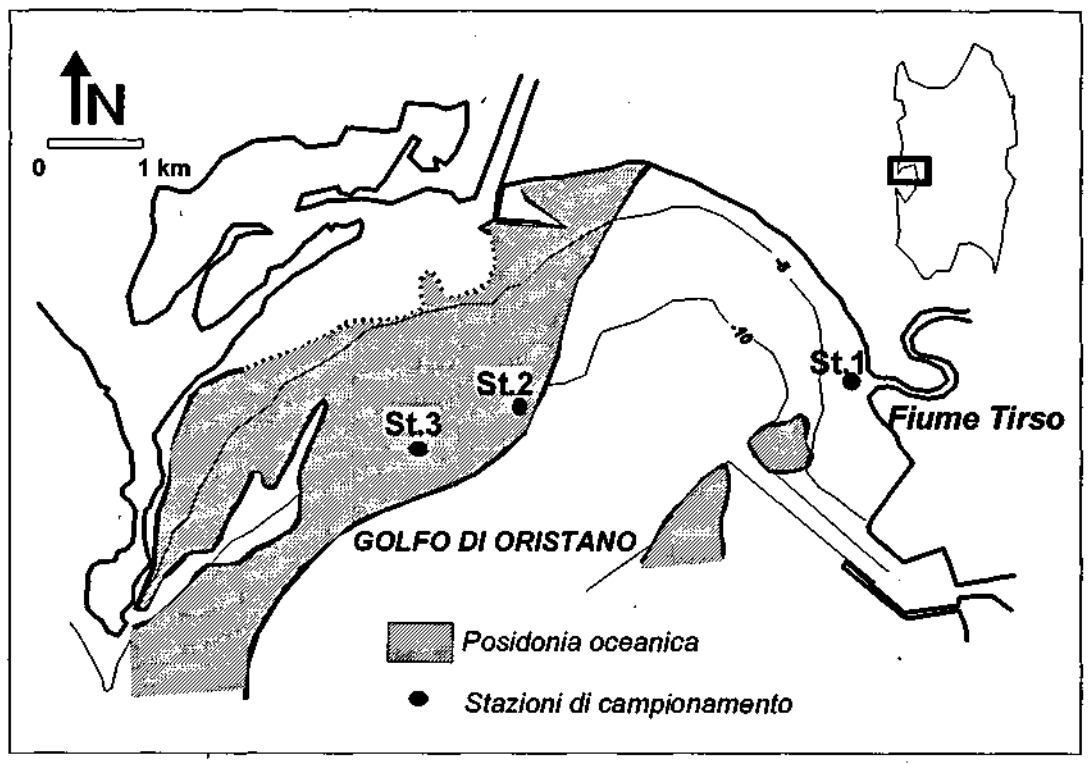


Fig. 1 - Area di studio e posizione delle stazioni di campionamento.
Study area with location of sampling stations.

mità del limite superiore del prato, a circa 2 miglia dalla foce, è stata fissata una seconda stazione (St. 2: 39° 52, 93' N; 008° 29, 51' E; profondità di circa 10 m) e nell'area più interna del prato, a circa 3 miglia, una terza (St. 3: 39° 52, 78' N; 008° 28, 89' E; profondità 9 m).

I parametri della prateria sono stati misurati con cadenza stagionale. La densità della prateria è stata misurata mediante un quadrato di 40 cm di lato (8-10 repliche); all'interno dello stesso quadrato è stata stimata la copertura fogliare, cioè la percentuale di superficie ricoperta dal manto fogliare. La produzione primaria della pianta è stata stimata mediante analisi lepidocronologiche su 15 rizomi ortotropi (Pergent *et al.*, 1983).

Sempre con cadenza stagionale, nelle 3 stazioni (dalla foce del fiume alla prateria; Fig. 1), sono state effettuate analisi dei nutrienti disciolti nell'acqua interstiziale del sedimento (NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-, PO_4^{-3}, metodo colorimetrico) e analisi della materia organica nel sedimento (perdita in peso per calcinazione, 550 °C per 6 ore). Le misure di torbidità mediante disco di Secchi sono state effettuate, mensilmente, lungo la colonna d'acqua sovrastante la prateria (St. 2 e 3).

Risultati

La densità dei ciuffi e il tasso di produzione primaria registrati nella prateria del Golfo di Oristano risultano molto bassi, specie per l'area in prossimità del limite superiore. Il valore medio di densità risulta infatti di 111 ± 39 ciuffi/m^2 con una copertura fogliare del 15-20 % nella St. 2, e di 300 ± 23 ciuffi/m^2 con una copertura fogliare del 60-70 % nella St. 3; il valore medio annuale della produzione risulta di circa 78 g/m^2 nella St. 2 e 230 g/m^2 nella St. 3.

Per quanto riguarda i parametri chimico-fisici, la materia organica presenta valori elevati alla foce del fiume (circa 12 %) e progressivamente decrescenti, con il 6 % nella St. 2 e il 4 % nella St. 3. I nutrienti disciolti presentano concentrazioni relativamente alte alla foce del fiume specie per lo ione ammonio, con una media annuale di 5,1 ± 6,8 mM; mentre i valori medi dei nitrati e dei fosfati sono rispettivamente 3,6 ± 3,8 e 2,1 ± 1,2 mM. All'interno della prateria le concentrazioni dei nutrienti sono più basse, soprattutto per l'NH_4^+ con 1,7 ± 1,8 e 2,5 ± 1,8 mM, rispettivamente nella St.2 e nella St.3. Infine, le misure con il disco di Secchi mostrano un'elevata torbidità della colonna d'acqua sovrastante la prateria, con i valori più alti registrati nella St. 2 (4,8 ± 2,0 metri)

Discussione e conclusioni

I risultati ottenuti dimostrano che la prateria a *P. oceanica* del settore nord del Golfo di Oristano è caratterizzata da una bassa vitalità con valori di produzione primaria, densità dei ciuffi e copertura fogliare inferiori alla norma. In particolare la produzione fogliare annua (78 e 230 g/m², rispettivamente nella St.2 e 3) è nettamente inferiore ai valori di altri siti del Mediterraneo (734,4 g/m² in Corsica, 463,3 g/m² a Ischia, 341,9 g/m² ad Alghero; in Pergent-Martini, 1994).

La produzione primaria della pianta non sembra essere condizionata dalle concentrazioni dei nutrienti che non raggiungono i livelli trovati in altre aree costiere eutrofiche (Cancemi *et al.*, 1998b). Il netto gradiente di materia organica trovato dalla foce del fiume alla prateria, indica un apporto di origine terrestre: i valori decrescenti nel contenuto in materia organica sono associati a una variazione della granulometria dei sedimenti, prevalentemente siltoso-argillosi alla foce del fiume (contenuto in pelite fino a 85%) e più marcatamente sabbiosi nelle St. 2 e 3 (contenuto in pelite rispettivamente 40% e 34 %) (De Falco *et al.*, 1997).

La presenza dei sedimenti fini del prodelta del fiume (De Falco *et al.*, 1997) e la loro frequente risospensione potrebbe condizionare negativamente l'estensione della prateria, a causa della elevata torbidità della colonna d'acqua che limita l'attività fotosintetica della pianta, nonché per problemi di tipo meccanico della componente ipogea (rizoma e radici).

Bibliografia

CANCEMI G., VILLEDIEU S., DE FALCO G., PERGENT G. (1998a) - Evaluation de la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* et caractérisation des conditions du milieu dans des sites présentant différents niveaux d'anthropisation. *Rapport Office de l'Environnement/Université de Corse, Eq.E.L. édit.*: 1-40 + annexes.

CANCEMI G., VILLEDIEU S., PERGENT-MARTINI C. (1998b) - Relation entre les niveaux en nutriments et la biomasse des épiphytes dans un herbier à *Posidonia oceanica. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., Dubrovnik (Croatie),* **35** (2): 526-527.

CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., BERTRANDY M.C., FORET P., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RICO-RAIMONDINO V., VITIELLO P. (1993) - Le Réseau de surveillance Posidonies en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Méditerranée, France) : premiers résultats. *Symp. Internation. Protection Milieu marin contre la Pollution urbaine, Marseille, 20-22 octobre 1993*, **3**: 1-10.

DE FALCO G., FERRARI S., PIERGALLINI G., CANCEMI G. (1997) - Relazione tra la granulometria dei sedimenti e la prateria a *Posidonia oceanica* del settore Nord del Golfo di Oristano (Sardegna occidentale). *Geoitalia, 1° Forum FIST*, **2**: 31-33.

PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A. (1983) - Variations cycliques dans les écailles des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica. Trav. Sci. Parc National de Port-Cros, Fr.,* **9** : 107-148.

PERGENT-MARTINI C. (1994) - *Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à Posidonia oceanica, avant et après la mise en service d'une station d'épuration.* Thèse Doctor., Univ. Corse, Fr.: 208 pp.

PIRC H., WOLLENWEBER B. (1988) - Seasonal changes in nitrogen, free amino acids, and C/N ratio in Mediterranean seagrasses. *Marine Ecology , P.S.Z.N.I.*, **9** (2): 167-179.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 762-764

G. CASTALDELLI, F. CAGNONI, E.A. FANO

Dipartimento di Biologia, Università di Ferrara, Via Luigi Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.

VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE ACQUE E DELLA BIOMASSA FITOPLANCTONICA E MACROALGALE NEL BACINO LAGUNARE "VALLE FATTIBELLO-SPAVOLA" (FERRARA)

SPATIAL AND TEMPORAL VARIATIONS OF WATER COLUMN HYDROCHEMISTRY, PHYTOPLANKTONIC AND MACROALGAL BIOMASS IN THE "VALLE FATTIBELLO-SPAVOLA" LAGOON (FERRARA, ITALY)

Abstract

Water column physical and chemical parameters and phytoplanktonic and macroalgal biomass were monthly measured, from May '97 to April '98, at 5 sampling stations in the eutrophicated lagoon "Valle Fattibello-Spavola" (Ferrara, Italy). The results have evidenced wide seasonal variations of the monitored parameters but only small differences among the stations at the same sampling dates. During the year of investigation the high hydrodynamism of the lagoon maintained the water column well oxygenated and did not allow severe anoxia and dystrophy to occur.

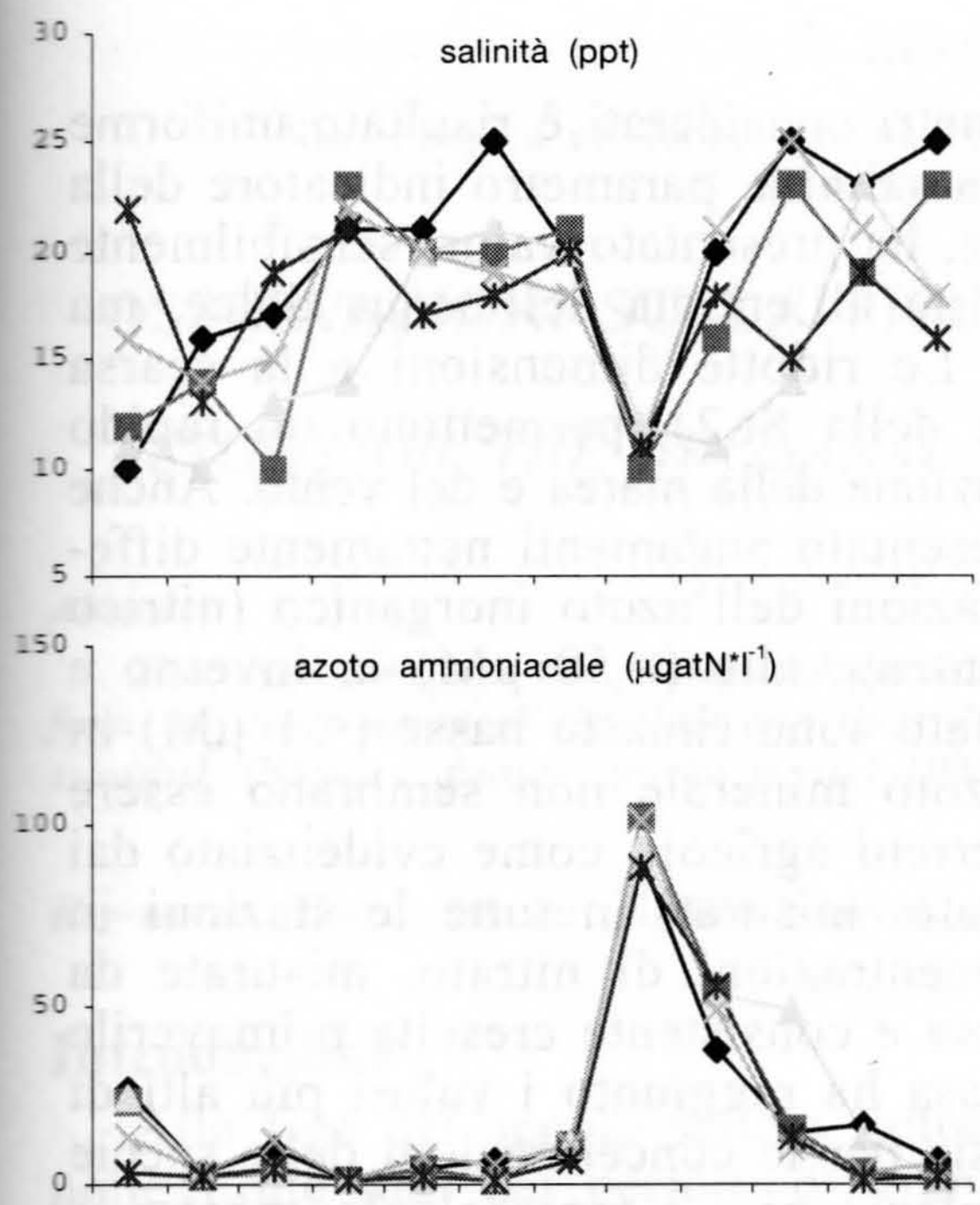
Key-words: *brackish lagoon, hydrochemistry, nutrients, eutrophication.*

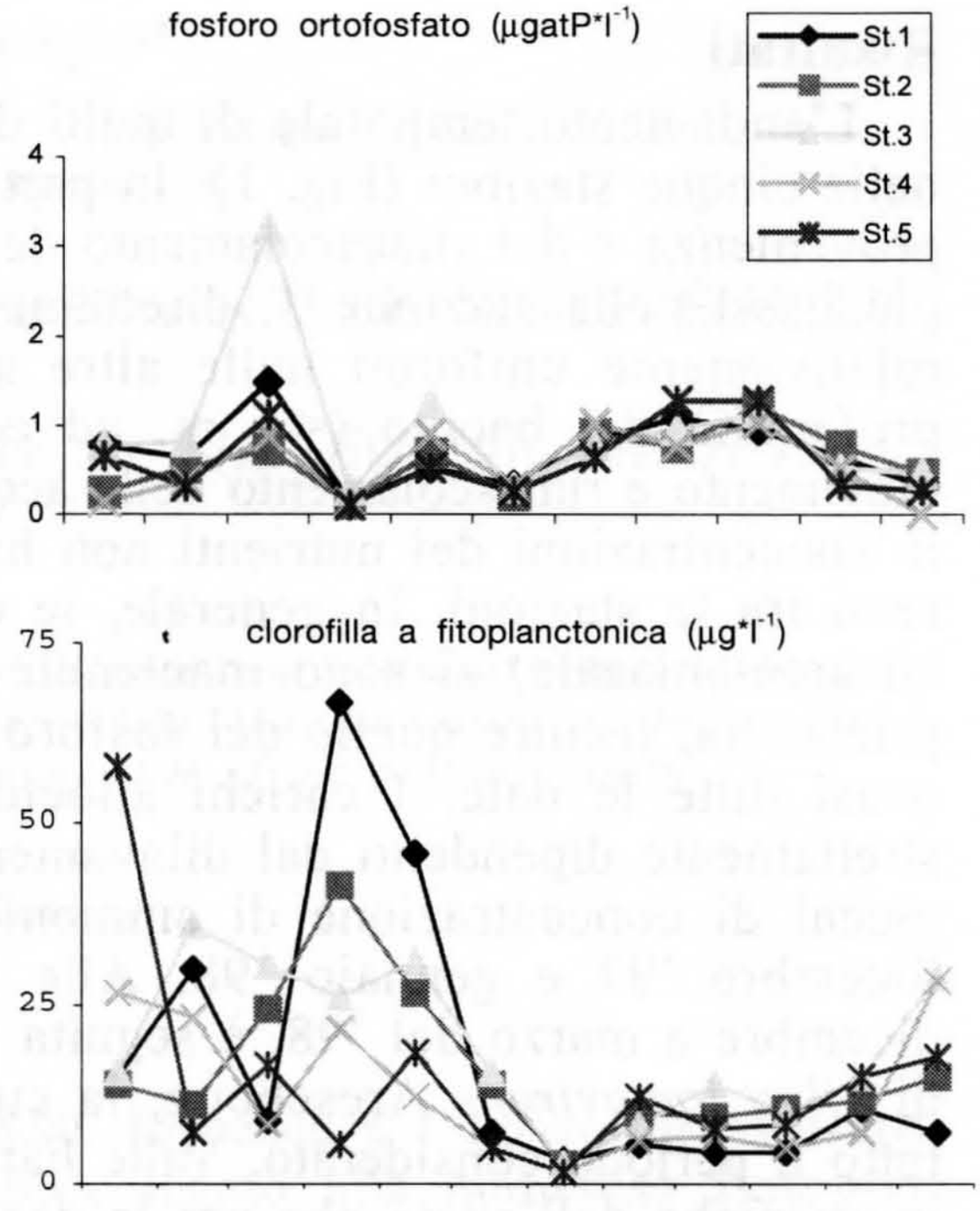
Introduzione

Il bacino lagunare Valle Fattibello–Valle Spavola ha una superficie complessiva di 800 ha e si trova a sud-ovest dell'abitato di Comacchio (Ferrara). Riceve acqua dolce dal canale navigabile Ferrara-Porto Garibaldi e da un canale di bonifica, mentre gli scambi con il mare avvengono attraverso un canale lungo alcuni km. Il monitoraggio idrochimico e della biomassa macroalgale è stato effettuato con cadenza mensile da maggio 1997 ad aprile 1998 in cinque stazioni di campionamento.

Materiali e metodi

Salinità (rifrattometro, Atago, cat. No. 2441); ossigeno disciolto (ossimetro da campo WTW, mod. Oxi 330); clorofilla *a* fitoplanctonica (estratti acetonici del fitoplancton trattenuto da filtri in fibra di vetro, Whatman GF/C, 1,2 µm; A.P.H.A., 1992); ortofosfato reattivo (in acqua filtrata, con il metodo colorimetrico automatico n°155-71 W della Technicon Industrial Systems, e AutoAnalyzer II; Murphy e Riley, 1962); fosforo totale (dosato come ortofosfato, in acqua non filtrata, dopo ossidazione con persolfato in ambiente acido a 120°C per 40'); azoto ammoniacale (metodica colorimetrica manuale e spettrofotometro Spectracomp 601, Carlo Erba Strumentazione; Bower e Holm-Hansen, 1980); azoto nitroso (metodo colorimetrico automatico n° 44-69 W della Technicon Industrial Systems e AutoAnalyser II; Bendscheneider & Robinson, 1952) azoto nitrico (dosato come nitrito dopo riduzione con colonna di cadmio attivato con rame; Armstrong *et al.*, 1967; A.P.H.A., 1992); azoto totale (dosato come nitrato in acqua non filtrata, dopo ossidazione con persolfato in ambiente basico, in autoclave a 120°C per 40').





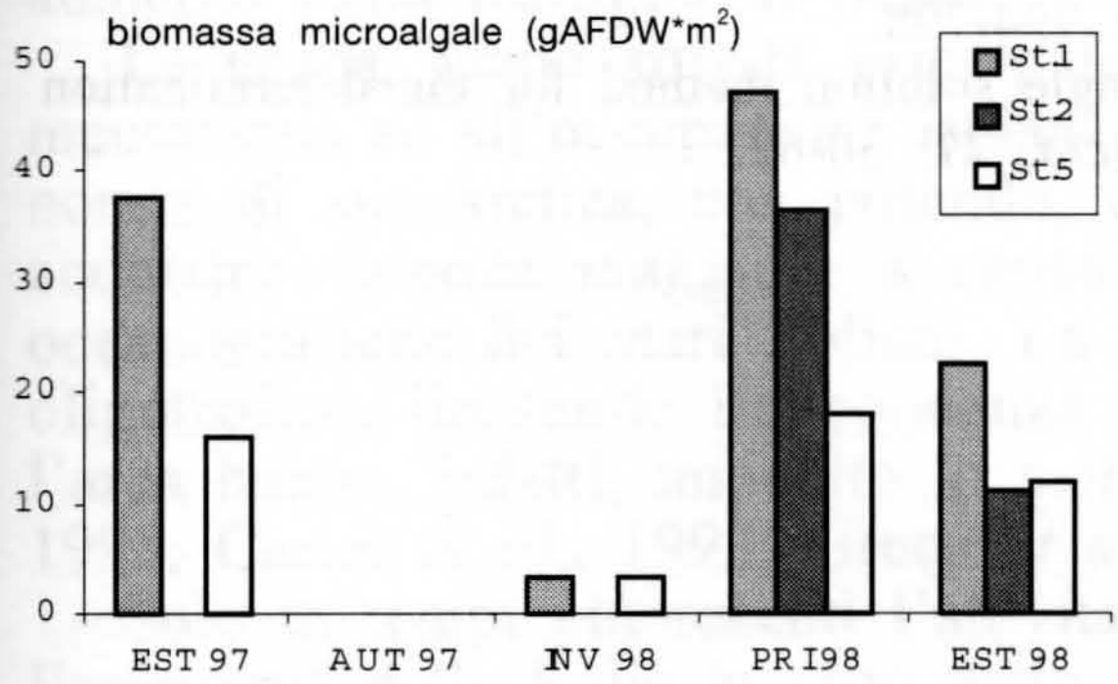


Fig. 1 - Andamenti della salinità, della concentrazione dell'azoto ammoniacale e nitrico, della biomassa macroalgale, della concentrazione del fosforo ortofosfato, della clorofilla a fitoplanctonica, e della saturazione dell'ossigeno, misurate mensilmente da maggio '97 ad aprile '98, nelle stazioni 1, 2, 3, 4, e 5 in Valle Fattibello.

Salinity, ammonium, nitrate, macroalgal biomass, orthophosphate, chlorophyll a and oxygen saturation monthly measured (May '97 - April '98) at 5 sampling stations in Valle Fattibello.

Risultati

L'andamento temporale di molti dei parametri considerati è risultato uniforme nelle cinque stazioni (Fig. 1). In particolare la salinità, parametro indicatore della provenienza e del rimescolamento delle acque, ha presentato valori sensibilmente più bassi nella stazione 3, direttamente esposta all'entrata dell'acqua dolce, ma relativamente uniformi nelle altre stazioni. Le ridotte dimensioni e la scarsa profondità del bacino (< 1 m, ad eccezione della St.2), permettono un rapido movimento e rimescolamento delle acque per azione della marea e del vento. Anche le concentrazioni dei nutrienti non hanno presentato andamenti nettamente differenti tra le stazioni. In generale, le concentrazioni dell'azoto inorganico (nitrico ed ammoniacale) si sono mantenute relativamente alte (> 50 μM) in inverno e primavera, mentre quelle del fosforo ortofosfato sono rimaste basse (< 1 μM) in quasi tutte le date. I carichi alloctoni di azoto minerale non sembrano essere strettamente dipendenti dal dilavamento di terreni agricoli, come evidenziato dai picchi di concentrazione di ammonio e nitrato, misurati in tutte le stazioni in dicembre '97 e gennaio '98. Alle alte concentrazioni di nitrato, misurate da dicembre a marzo del '98, è seguita una estesa e consistente crescita primaverile di *Ulva laetevirens* Areschoug, la cui biomassa ha raggiunto i valori più alti di tutto il periodo considerato. Valle Fattibello, sia per le concentrazioni delle specie inorganiche dell'azoto che per la densità fitoplanctonica e macroalgale, mostra le caratteristiche di un ambiente ipertrofico dove però, la scarsa profondità e la vivacità idrodinamica diminuiscono il rischio di estesi eventi anossici e distrofici.

Riferimenti bibliografici

A.P.H.A., A.W.W.A., W.E.F. (1992) - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th edn., APHA, Washington.

ARMSTRONG F.A.J., STERUS C.R., STRICKLAND J.D.H. (1967) - The measurement of upwelling and subsequent biological to be processed by means of the Technicon AutoAnalyzer and associated equipment. *Deep-Sea Res.*, **14** (3): 381-389.

BENDSCHNEIDER K., ROBINSON R.J. (1952) - A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J. Mar. Res.*, **11**: 87-96.

BOWER C.F., HOLM-HANSEN T. (1980) - A salicylate-hypoclorite method for determining ammonia in seawater. *Can J. Aquatic Sci.*, **37**: 794-798.

MURPHY Y., RILEY J.P. (1962) - A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta*, **27**: 30-62.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 765-769

F. LENTINI, T. ROMEO*

Soc. Coop. a r.l. Prometeo, Via Puritani, 36 - 95028 Valverde, Catania, Italia.
*Soc. Coop. a r.l Gaia, Messina

OSSERVAZIONI SULLA PICCOLA PESCA NELLE ISOLE EOLIE

STUDY ON THE ARTISANAL FISHERY IN THE EOLIAN ISLANDS

Abstract

*This work analyses the social and gestional aspects of the eolian "artisanal fishery", beginning from the composition of the fleet and the number of the workers. It is also analyzed the catches of swordish (*Xiphias gladius*) in the period 1996-1998, closing date of the drift-net fishery.*

Key-words: *Eolian Islands,* Xiphias gladius, *artisanal fishery.*

Introduzione

Alla fine del secolo scorso, intorno al 1880, la pesca e l'agricoltura vissero nelle Eolie uno dei periodi di grande sviluppo, legato alla numerosa flottiglia costituita da circa 200 imbarcazioni tra "Paranzieddi", adibite alla pesca e "Bovi", "Marticane", e "Briantini" per il trasporto di uomini e merci, che consentirono l'assorbimento della mano d'opera locale ed una fase di grande prosperità. Nel decennio successivo da una parte la presenza della "Fillossera" parassita dei vitigni e dall'altra l'attivazione della linea ferroviaria Napoli-Reggio Calabria insieme al fallimento della Società Eoliana di Estrazione, diedero un duro colpo all'economia dell'arcipelago ed innescarono dei flussi migratori verso l'Australia, gli Stati Uniti d'America, il Venezuela e l'Argentina, provocando un forte decremento demografico (a Lipari si passa da 12000 abitanti a 8.500 ed a Filicudi da 2500 a 200 abitanti) ed ad una conseguente riduzione dell'attività di pesca. Solo nel secondo dopoguerra in seguito alla creazione di bacini di raccolta dell'acqua di supporto all'agricoltura si è avuto con un incremento demografico anche un aumento della flottiglia di pesca.

La pesca, quale attività principale, ricopriva un ruolo indispensabile all'alimentazione ed all'occupazione isolana ma rimaneva attività marginale con un economia di sussistenza, non potendo, contrariamente ad altre marinerie siciliane, acquisire valenza maggiore a causa delle caratteristiche geo-morfologiche ed oceanografiche dei mari Eoliani. La natura dei fondali delle isole ed il regime oligotrofico, limitando l'abbondanza qualitativa e quantitativa delle risorse dell'area hanno, infatti, impedito lo sviluppo di una pesca industriale (CONISMA, 1995; Caridi *et al.*, 1992; Greco *et al.*, 1991; Greco, 1994; Greco *et al.*, 1998).

Solo in tempi più recenti l'attività alieutica ha assunto un ruolo portante per l'economia delle Eolie in virtù dello sviluppo della pesca al pesce spada, che ha caratterizzato la marineria, portando ad una crescita della flottiglia di pesca, grazie anche alla crescente domanda di prodotto legata al forte sviluppo turistico.

Materiali e metodi

Il presente studio è stato effettuato nel corso del 1998, ed ha preso in esame tutte le variabili della filiera; è stato effettuato il censimento della flottiglia e

delle tipologie di pesca; è stato seguito l'andamento delle catture di pesce spada negli anni 1996, 1997 e 1998. Sono state condotte inoltre indagini sugli aspetti sociali che caratterizzano la marineria ed in particolare, sul grado di scolarizzazione degli addetti e sulla composizione per età. Lo studio si è sviluppato su due linee integrate, la prima effettuando un'analisi dei dati esistenti presso la Capitaneria di Porto di Milazzo, l'Ufficio Circondariale Marittimo di Lipari, la Camera di Commercio di Messina, l'Assessorato Regionale Cooperazione e Pesca; la seconda attraverso rilevamenti sul campo con interviste a pescatori e cooperative.

Risultati

Dai dati raccolti è emerso che la flotta peschereccia è costituita da 197 imbarcazioni, di cui 136 sono comprese tra 6 e 10 m di LFT, che praticano la piccola pesca, 61 sono invece imbarcazioni ascrivibili allo sviluppo della pesca con la rete spadara, questo fino al piano di riconversione iniziato nel 1998 e che ha portato alla chiusura definitiva di tale attività, con questo attrezzo. In Tab. 1 vengono riportate le caratteristiche delle imbarcazioni.

Tab. 1 - Consistenza e caratteristiche medie della flottiglia peschereccia delle isole Eolie.
Mean consistency and characteristics of the fishing fleet in the Eolian islands.

ISOLE	N.barche	LFT	TSL	HP
LIPARI	141	9,66	6,94	97,44
SALINA	23	8,4	4,98	63,61
ALICUDI	7	12,45	15,91	167,56
FILICUDI	2	6,2	2,12	15
STROMBOLI	17	6,66	2,73	34,6
PANAREA	6	6,86	2,71	
VULCANO	1	6,54	1,65	20

La flotta Eoliana mostra un interessante tasso di ringiovanimento con il 25% delle imbarcazioni esistenti costruite nell'ultimo decennio. Gli attrezzi adoperati dalla pesca artigianale sono strumenti di cattura generalmente semplici, sviluppati empiricamente in base alla disponibilità delle risorse ed alle caratteristiche dell'area. Normalmente rispondono a caratteristiche d'opportunismo e stagionalità con capacità di rapida adattabilità agli eventi. In dettaglio si osserva come gli attrezzi più usati siano il palangaro con 167 licenze pari al 21%, le reti a circuizione con 148 licenze pari al 19%. I dati sono riportati in Tab. 2. Il numero di addetti alla pesca è pari a 347 unità variamente distribuiti nell'arcipelago.

Nelle Tabb. 3 e 4 vengono riportati rispettivamente l'età e la scolarizzazione della categoria. Da questi dati si dimostra la vitalità del settore e confortanti proiezioni di sviluppo futuro; il 65% dei pescatori ha un'età compresa tra i 25 e i 49 anni pari a 195 unità lavorative, sorretto da un 9% pari a 28 unità che

Tab. 2 - Tipologia degli attrezzi in termini di numero di licenze.
Fishing gears according to the number of the licenses.

Attrezzi	**Numero**
Reti circuizione	148
Palangari	167
Attrezzi posta	27
Spadara	58
Arpione	8
Nasse	68
Fiocina	28
Lenze	122
Sciabica	6

Tab. 3 - Stato sociale pescatori.
Social state of fishermen.

LOCALITA'	**N.**	**ETA' IN ANNI**			
		Sup. 70	50-69	25-49	Inf. 25
LIPARI	279		15%	72%	13%
SALINA	30		20%	70%	10%
ALICUDI	9			67%	33%
STROMBOLI	17		50%	50%	
VULCANO	2		100%		
FILICUDI	2		50%	50%	
PANAREA	8		50%	50%	

Tab. 4 - Scolarizzazione pescatori.
Tuition grade of fishermen.

LOCALITA'	**ISTRUZIONE**			
	nessuna	elementare	media	diploma
LIPARI	13%	24%	61%	2%
SALINA		40%	60%	
ALICUDI	50%	50%		
STROMBOLI	50%		50%	
VULCANO	50%		50%	
FILICUDI	50%	50%		

presentano un'età inferiore ai 25 anni. D'altronde, non può essere considerato totalmente negativo il 22% d'addetti con un'età compresa tra i 50 e i 69 anni, in quanto la peculiare attività esercitata è anche basata sulla memoria storica e sulla professionalità acquisita nel corso degli anni.

Per quanto concerne il grado di scolarizzazione della categoria, il 58% rappresentato da 201 addetti, possiede un diploma di scuola media inferiore, il 25% con 86 individui, possiede una licenza di scuola elementare il 2% rappresentato da 8 individui, un diploma di scuola superiore, solo il 15% con 52 pescatori non possiedono nessuna scolarizzazione; quest'ultimo dato tra l'altro trascurabile sul totale è rappresentato quasi totalmente dai pescatori con un'età compresa tra i 50 e i 69 anni.

Al contrario, il dato interessante è che il rimanente 85% possiede una scolarità di base.

Analizzando i dati relativi alle catture di pesce spada dell'ultimo triennio c'è da precisare che per il 1996-1997 si tratta di catture effettuate con rete derivante (spadara) per il 1998 con rete denominata "ferrettara" (rete derivante con maglia da 50 mm) e con palangari di superfice. I dati di cattura sono rappresentati in Fig. 1.

La produzione ittica globale è stata stimata in tonnellate 1800 annue.

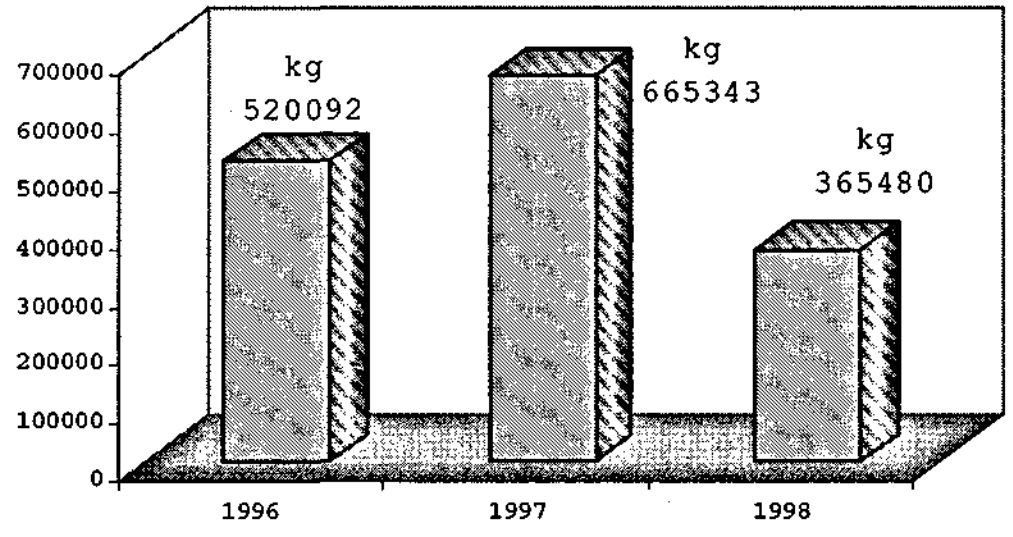


Fig. 1 - Andamento catture di *Xiphias gladius*.
Catches of Xiphias gladius.

Discussione e conclusioni

Alla luce dei dati e dei commenti presentati in questo studio, si evince come la marineria Eoliana stia oggi affrontando uno dei momenti più delicati della sua storia.

La normativa sulla riconversione delle reti derivanti sebbene accettata da quasi tutti gli operatori si presenta ancora poco credibile, per gli aspetti politici e per gli effetti, non ancora valutabili della stessa sugli altri mestieri della piccola pesca.

Fortunatamente non mancano i punti di forza; il primo è la forte motivazione personale degli addetti a continuare a svolgere quest'attività, supportato dal fatto

che il 65% degli stessi ha un'età compresa tra i 25 e i 49 anni. Segue il forte spirito d'aggregazione, basti pensare infatti che il 93% degli addetti e iscritto in cooperative, caso più che unico nel panorama Siciliano e che le centrali cooperative insieme agli Enti locali si sono costituiti in consorzio per favorire lo sviluppo della "filiera Pesca".

Lo scenario della pesca eoliana mostra quindi una flotta giovane ed una categoria numerosa e motivata che rappresenta, con il turismo, l'asse portante dell'economia isolana. Sono stati inoltre finanziati recentemente dallo S.F.O.P. attraverso la Legge 41/82 due impianti di maricoltura, ma di investitori non pescatori. Il rilancio del settore deve quindi prevedere la diversificazione delle attività, l'*up-grading* del prodotto e lo sviluppo del terziario, inteso come servizi alle imprese di pesca.

Bibliografia

CONISMA (1995) - Caratterizzazione ambientale marina del sistema Eolie e dei bacini limitrofi di Cefalù e Gioia. EOCUMM 94. Faranda Editor.

CARIDI D., GRECO S., LO PARO G., MICALE V., ARENA G. (1992) - Indagine di pesca per il reperimento di novellame di *Seriola dumerili* in un area del basso Tirreno. (Isole Eolie). *Oebalia,* **17** (2 Suppl.): 91-96.

GRECO S., ARENA G., CARIDI D., MICALE V. (1991) - An improved method of capture and trasport for juveniles of *Seriola dumerili. European Acquaculture Society, Special Publication* N°14, Dublin, Ireland.

GRECO S. (1994) - Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali.(Capo Suvero - San Vito lo Capo) *Biol. Mar. Medit.* **1** (2): 61-66.

GRECO S., RINELLI P., GIORDANO D., PERDICHIZZI F. (1998) - "Valutazione delle Risorse Demersali Capo Suvero a San Vito Lo Capo (Tirreno Meridionale). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 74-84.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 770-773

G. MARTINO, S. LO CAPUTO, P. DE RUGGIERI, P. PAPARELLA, A. SGOBBA

Provincia di Bari, Laboratorio di Biologia Marina
Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

MONITORAGGIO DELLE ACQUE COSTIERE MARINE NEL BASSO ADRIATICO NELL'ANNO 1998 - DATI PRELIMINARI

MONITORING OF THE SOUTHERN ADRIATIC COASTAL WATERS IN THE YEAR 1998 - PRELIMINARY RESULTS

Abstract

In the autumn of the year 1998 the waters of the southern Adriatic Sea were investigated. Nutrients and chloropheopigments concentrations were higher in the north, near the rivers, and lower in the southernmost part. The contamination by fecal bacteria was very low. The results obtained in this survey were similar to those found in the 1992 survey.

Key-words: *Southern Adriatic Sea, nutrients, chloropheopigments, enterobacteria.*

Introduzione

La Regione Puglia, su incarico del Ministero dell'Ambiente – Ispettorato per la Difesa del Mare - ha affidato al Laboratorio di Biologia Marina di Bari il compito di monitorare le acque costiere pugliesi, per gli anni 1998-2000, ai sensi della Legge n° 979/82 sulla difesa del mare, per il controllo dell'inquinamento e la tutela delle risorse marine.

Avendo svolto, nel 1992-93, lo stesso tipo di indagine nel medesimo tratto di costa, abbiamo potuto mettere a confronto il livello trofico delle acque riscontrato nelle due campagne autunnali, al fine di verificare se, durante il corso degli anni, ci siano state variazioni delle caratteristiche trofiche.

Materiali e metodi

Il tratto di costa, oggetto della nostra indagine (Fig. 1), si estende dalla foce del fiume Candelaro alla città di Brindisi. Sono stati individuati 22 transetti, lungo cui è stato effettuato un totale di 66 prelievi stagionali di acqua superficiale, alla distanza di 500, 1000 e 3000 metri dalla costa.

In ciascun punto di prelievo sono state rilevate le condizioni meteo-marine ed i valori di temperatura, pH, salinità, O_2, profondità. Sui campioni di acqua sono stati determinati i valori dei sali nutritivi di N e P, del P totale, (Strickland e Parsons, 1972), dei clorofeopigmenti (Lazzara *et al.* ,1990), dei coliformi fecali, degli streptococchi fecali e la presenza o assenza di salmonelle secondo le metodiche I.R.S.A. (1973).

Risultati

I risultati ottenuti durante l'autunno 1998 (Tab. 1) hanno evidenziato che, nei campioni di acqua prelevati a 500 metri dallo sbocco dei fiumi, la concentrazione dei nutrienti è maggiore rispetto alle altre stazioni esaminate. Anche la concentrazione di clorofilla *a* totale ha presentato i valori più elevati nelle aree costiere

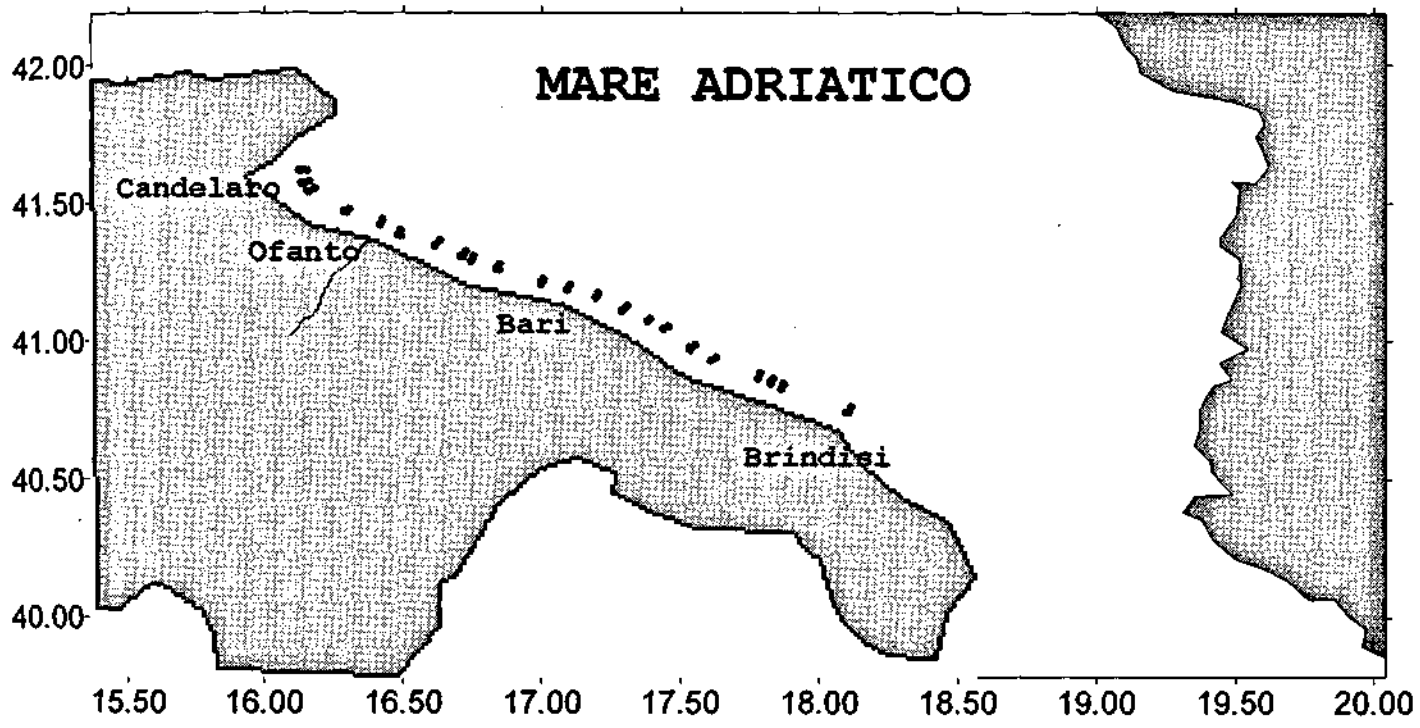


Fig. 1 – Stazioni di prelievo dell'area indagata.
Sampling stations in the investigated area.

antistanti la foce dei corsi d'acqua. Per quanto riguarda la concentrazione di coliformi e streptococchi fecali nelle acque, il valore più alto (460 MPN/100 ml) si è riscontrato solo nella stazione posta a 500 metri dalla costa di Polignano. La presenza di salmonelle non è stata mai riscontrata sulle acque.

Discussione

I dati preliminari dell'indagine Ministeriale hanno messo in evidenza la natura oligo-mesotrofica delle acque marine prospicienti lo sbocco dei fiumi; andando verso sud, le acque assumono le caratteristiche di acque decisamente oligotrofiche (OECD, 1982).

Confrontando i risultati ottenuti durante l'autunno '98 con quelli autunnali della precedente indagine Ministeriale svoltasi negli anni 1992-93 (AA.VV., 1993; Marano *et al.*, 1992; Paparella *et al.*, 1994; Rizzi *et al.*, 1993), si è potuto constatare che, nelle stesse stazioni, la concentrazione dei nutrienti, dei clorofeopigmenti e la presenza di enterobatteri sono risultati sostanzialmente paragonabili. Applicando il test del *t* di Student, alle due serie di dati, non si sono riscontrate differenze statisticamente significative fra le medie dei parametri relativi all'autunno 1992 e le medie dell'autunno 1998 (Tab. 2).

Pertanto, rimane confermata una condizione di maggior carico nutrizionale nella zona nord dell'area indagata, dovuto all'apporto dei fiumi (Malej e Fonda Umani, 1995), alle caratteristiche geomorfologiche dell'area in cui sboccano i fiumi, alle correnti, allo sversamento di acque reflue e, una condizione di minore livello trofico man mano che ci si sposta in direzione sud.

Tab. 1 - Valori dei nutrienti e della clorofilla "a" totale nell'autunno 1998.
Values of nutrients and total chlorofyll "a" obtained in autumn 1998.

Stazioni	PARAMETRI					
	N-NH3 (µM /l)	N-NO2 (µM /l)	N-NO3 (µM /l)	P-PO4 (µM /l)	P tot. (µM /l)	Chla tot.(µg/l)
Candelaro 500	0,10	0,51	1,78	0,03	0,06	2,24
Candelaro 1000	0,18	0,45	3,19	0,03	0,03	1,86
Candelaro 3000	0,79	0,66	3,13	0,02	0,03	1,26
Cervaro 500	3,97	1,22	14,87	0,32	0,44	1,90
Cervaro 1000	0,93	0,88	12,87	0,02	0,07	1,70
Cervaro 3000	0,82	0,67	6,51	0,02	0,05	1,48
Carapelle 500	6,83	3,46	22,19	0,13	0,14	1,50
Carapelle 1000	0,75	0,57	3,18	0,05	0,07	1,43
Carapelle 3000	2,00	0,78	5,61	0,01	0,04	1,46
Saline 500	2,49	0,67	7,24	0,03	0,12	3,19
Saline 1000	0,30	0,78	5,99	0,02	0,07	3,02
Saline 3000	0,36	0,66	5,07	0,03	0,06	2,58
Ofanto 500	0,98	0,67	7,48	0,05	0,13	3,70
Ofanto 1000	1,44	0,89	6,22	0,05	0,16	2,90
Ofanto 3000	0,14	0,98	5,01	0,01	0,07	1,40
Barletta 500	1,85	0,87	5,73	0,07	0,11	2,07
Barletta 1000	0,07	0,72	5,63	0,06	0,06	1,58
Barletta 3000	0,81	0,69	5,12	0,01	0,08	2,43
Trani 500	2,70	1,21	8,81	0,08	0,11	1,41
Trani 1000	0,48	0,63	13,23	0,03	0,36	0,91
Trani 3000	0,33	0,57	9,56	0,09	0,10	2,04
Bisceglie 500	5,16	0,76	5,94	0,16	0,18	1,89
Bisceglie 1000	0,37	1,25	5,55	0,10	0,12	2,32
Bisceglie 3000	5,13	0,60	3,57	0,15	0,16	3,68
Molfetta 500	1,30	0,54	10,92	0,14	0,15	1,58
Molfetta 1000	2,11	0,66	11,78	0,45	0,58	0,96
Molfetta 3000	2,46	0,79	7,52	0,11	0,12	1,19
Giovinazzo 500	0,37	0,61	3,91	0,23	0,35	0,08
Giovinazzo 1000	0,20	0,62	4,02	0,02	0,09	0,13
Giovinazzo 3000	1,13	0,55	1,94	0,11	0,12	0,16
Bari Lama Balice500	0,22	0,57	3,61	0,04	0,14	0,19
Bari Lama Balice1000	0,29	0,55	3,58	0,15	0,17	0,23
Bari Lama Balice3000	0,26	0,65	2,43	0,07	0,11	0,85
Bari sud 500	0,34	0,54	1,94	1,80	0,13	0,22
Bari sud 1000	0,26	0,66	1,45	0,90	0,07	0,12
Bari sud 3000	0,60	0,50	1,61	1,35	0,10	0,20
Motel Agip 500	0,36	0,36	2,45	0,04	0,07	0,87
Motel Agip 1000	0,85	0,26	2,15	0,05	0,07	1,08
Motel Agip 3000	0,35	0,63	2,06	0,15	0,16	0,93
Cozze 500	0,99	0,27	2,44	0,02	0,07	1,00
Cozze 1000	0,39	0,26	2,24	0,04	0,08	0,80
Cozze 3000	0,36	0,14	2,29	0,09	0,09	0,75
Polignano 500	1,28	0,24	2,29	0,04	0,08	1,52
Polignano 1000	1,02	0,24	2,57	0,06	0,07	1,44
Polignano 3000	0,70	0,13	2,55	0,02	0,04	0,93
Monopoli 500	0,41	0,10	2,33	0,01	0,08	1,47
Monopoli 1000	0,41	0,25	2,07	0,03	0,07	1,63
Monopoli 3000	0,46	0,13	1,81	0,01	0,08	0,98
Egnazia 500	0,79	0,40	1,71	0,01	0,10	1,43
Egnazia 1000	0,62	0,12	2,98	0,01	0,07	1,55
Egnazia 3000	1,17	0,22	2,12	0,02	0,08	1,19
Torre Canne 500	0,36	0,05	4,79	0,02	0,08	0,54
Torre Canne 1000	0,17	0,33	4,66	0,02	0,06	0,72
Torre Canne 3000	0,29	0,24	2,17	0,01	0,09	0,91
Villanova 500	0,82	0,08	2,20	0,01	0,26	0,57
Villanova 1000	0,25	0,12	1,90	0,01	0,05	0,51
Villanova 3000	0,19	0,16	2,08	0,04	0,07	0,61
Torre Santa Sabina 500	0,09	0,04	4,31	0,01	0,11	0,59
Torre Santa Sabina 1000	0,21	0,13	3,36	0,01	0,11	0,52
Torre Santa Sabina 3000	0,15	0,17	2,05	0,01	0,09	0,54
Specchiolla 500	0,18	0,67	2,54	0,01	0,12	0,73
Specchiolla 1000	0,47	0,16	2,61	0,01	0,09	0,64
Specchiolla 3000	0,16	0,14	1,97	0,01	0,07	0,36
Brindisi 500	0,14	0,18	3,05	0,01	0,09	0,54
Brindisi 1000	0,17	0,25	2,63	0,01	0,08	1,17
Brindisi 3000	0,25	0,37	1,85	0,01	0,07	0,72

Tab. 2 - Valori del t di Student calcolato per i parametri delle campagne 1992 e 1998.
Values of Student's t for the autumn 1992 and 1998 parameters.

Parametri	Valore medio 1992	Valore medio 1998	G.L.	t	p
NH3	1,279	1,136	58	0,111	>>0,1
NO2	0,286	0,713	58	0,826	>>0,1
NO3	1,695	6,303	58	1,085	>0,1
PO4	0,317	0,071	58	0,689	>0,1
Ptotale	0,317	0,071	58	1,009	>0,1
Chl"*a*"	1,209	1,436	58	0,369	>0,1

Bibliografia

AA.VV. (1993) - Monitoraggio acque costiere adriatiche Aprile '92 – Marzo '93. *Relazione finale. Regione Puglia.*

AA.VV. (1973) - Metodi analitici per le acque. Vol. III. *Quad. Ist. Ric. Acque*, 11. Istituto di ricerca sulle acque - C.N.R., Roma.

LAZZARA L., BIANCHI F., FALCUCCI M., HULL V., MODIGH M., RIBERA D'ALCALA' M. (1990) - Pigmenti clorofilliani. In: INNAMORATI M., FERRARI I., MARINO D., RIBERA D'ALCALA' M. (eds.) - Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thalassia*, 11: 207-224.

MALEJ A., FONDA UMANI S. (1995) - Evoluzione delle interazioni trofiche nell'ecosistema del Golfo di Trieste. Evoluzione dello stato trofico in Adriatico: analisi degli interventi attuati e future linee di intervento. *Atti del Convegno. Marina di Ravenna, 28-29 settembre 1995.*

MARANO G., PAPARELLA P., RIZZI E., DE ZIO V., MARTINO G., ROSITANI L. (1992) - Monitoraggio dell'Adriatico pugliese: nota preliminare. *Atti dell'Accademia europea per l'Ambiente. Conferenza Internazionale su "Problemi Ambientali e Sanitari di Suolo ed Acque Costiere nell'Area Mediterranea".* Napoli 8-9-10 Ottobre, 1992.

OECD, VOLLENWEIDER R.A., KEREKES J.J. (1982) - *Eutrophication of waters. Monitoring assessment and control.* Paris.

PAPARELLA P., MARANO G., MARTINO G., LO CAPUTO S. (1994) - Analisi delle acque costiere adriatiche pugliesi. *Atti Relaz. Acc. Pugliese Sci.*, 49: 175-182.

RIZZI E., PAPARELLA P., MARANO G., MARTINO G. (1994) - Popolamenti fitoplanctonici nell'Adriatico meridionale. *Biol. Mar, Medit.*, **1** (1): 195-199.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972) - A pratical handbook of seawater analyses. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **167**: 49-90.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 774-777

C. Virno Lamberti, M. Pulcini, M. Gabellini, S. De Ranieri*,
D. Pellegrini, A.M. De Biasi*, F. Gai*

ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.
*C.I.B.M., Livorno, Italia.

STUDIO DI UNA DISCARICA MARINA DI SEDIMENTI PORTUALI TRAMITE SIDE SCAN SONAR E ANALISI DEL POPOLAMENTO MACROZOOBENTONICO

STUDY OF A MARINE DISPOSAL SITE BY SIDE SCAN SONAR AND BENTHIC COMMUNITY ANALYSIS

Abstract

Sediment distribution, grain size and macrozoobenthic community were investigated in a disposal site nearby Tirrenia (Pisa) where 500.000 m³ of materials dredged from the Leghorn harbour were dumped. Clues of changes are the amounts of sediments recorded by SSS, the increased sand percent and rarefaction of the benthic communities.

Key-words: *SSS, zoobenthos, dumping, nMDS, Leghorn harbour.*

Introduzione

I problemi inerenti lo scarico in mare dei materiali provenienti dai dragaggi portuali, in passato sottovalutati sotto il profilo ambientale, sono attualmente oggetto di particolare attenzione.

Lo smaltimento a mare, infatti, se non regolamentato e monitorato, è fonte di alterazioni per l'ambiente (Pellegrini *et al.*, 1992; Aliani *et al.*, 1994). Controlli periodici mirati alla valutazione dell'impatto ambientale conseguente allo scarico sono necessari per una corretto controllo e gestione delle aree di smaltimento.

In tale lavoro sono riportati i risultati del monitoraggio di un'area di discarica svolto per verificare l'accumulo di sedimenti ed evidenziare gli eventuali effetti sul popolamento macrozoobentonico.

Materiali e metodi

Nel mese di luglio 1998 è stata investigata un'area antistante Tirrenia (PI) (Fig. 1), posta tra i 30 ed i 60 metri di profondità, indicata dal Ministero dell'Ambiente come sito di scarico di 500.000 m³ di sedimenti provenienti dal Porto di Livorno; tali attività di sversamento si sono concluse nell'anno 1993.

L'area in oggetto, di dimensioni 2 miglia per 2 miglia, è stata suddivisa in quattro subaree di un miglio di lato denominate A, B, C, D. Per valutare l'entità e la distribuzione dello scarico, i fondali dell'intera area sono stati indagati tramite side scan sonar, modello Data Sonic Chirp System SIS-1000, percorrendo 14 linee di navigazione in direzione N-S poste a 300 m di distanza l'una dall'altra, utilizzando un copertura di 180 m per lato ed una frequenza di 100 khz. Nello stesso periodo, allo scopo di studiare il popolamento macrozoobentonico dopo lo

scarico, i campioni di sedimento sono stati prelevati in 12 stazioni (3 per subarea) tramite benna Van Veen da 20 l, effettuando 2 repliche per stazione. I campioni sono stati trattati secondo le metodiche riportate in De Biasi *et al.*, 1997. La matrice speciexstazioni è stata sottoposta a cluster analysis ed a nMDS dopo aver trasformato i dati di abbondanza con log (x+1). Per ciascun cluster sono stati calcolati i valori medi di abbondanza e numero di specie. Sulle stesse stazioni sono stati campionati, tramite box-corer, i sedimenti da sottoporre ad analisi granulometriche; viene riportata unicamente la percentuale di sabbia, la quale mostra le variazioni più significative.

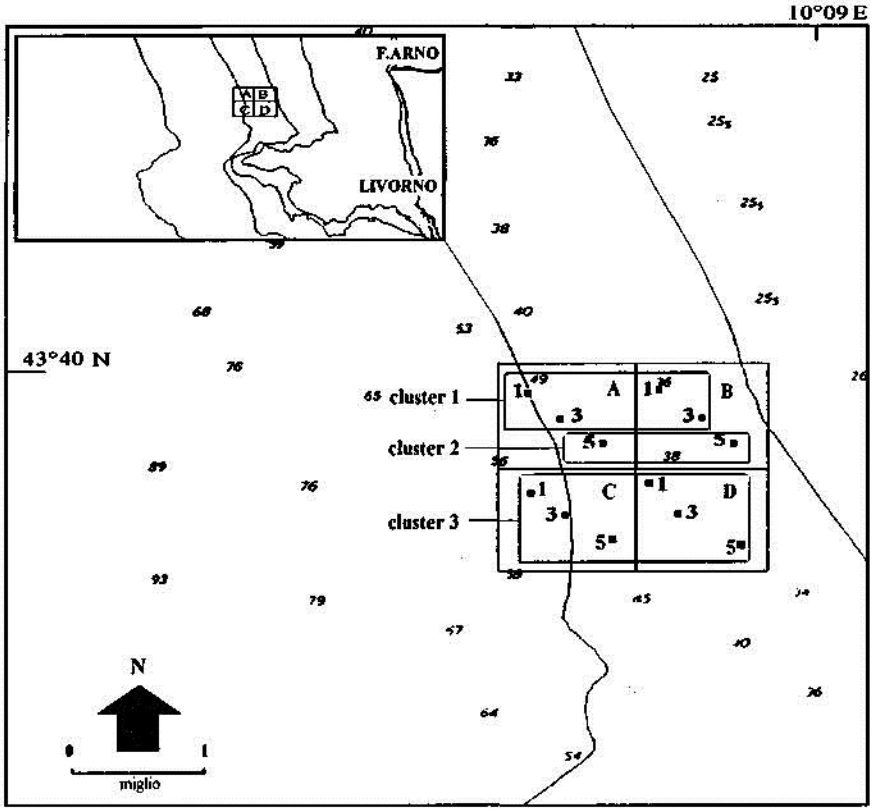


Fig. 1 - Area di studio e punti di campionamento.
Study area and sampling sites.

Risultati

L'analisi dei sonogrammi ha permesso di individuare numerose aree a forte risposta acustica riconducibili a zone di deposizione di materiale portuale. È stato possibile effettuare una ricostruzione della loro distribuzione, verificandone una presenza consistente nella subarea D soprattutto concentrata nella sua porzione sud orientale e nella subarea C, ed in misura minore nelle subaree A e B.

L'analisi tassonomica dei campioni di macrozoobenthos ha portato complessivamente all'identificazione di 706 individui appartenenti a 58 specie. Il 58% delle specie totali appartiene ai policheti, il 15% ai crostacei, l'8% agli echinodermi, il 5% ai molluschi, il 4% ai nemertini e sipunculidi.

Il piano di ordinamento ottenuto dall'nMDS ed i risultati della cluster analysis sono riportati in figura 2.

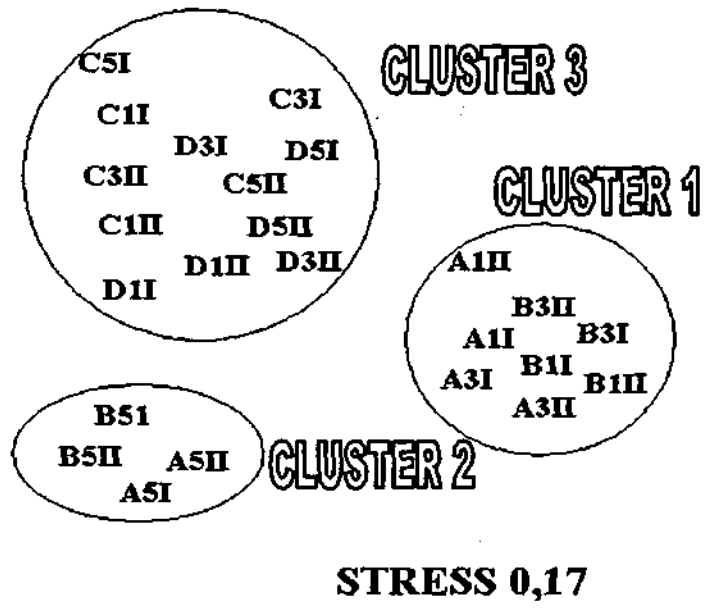


Fig. 2 - Risultati dell'MDS.
MDS ordination.

Il cluster 1 comprende le stazioni A1, B1, A3, B3; il cluster 2 le stazioni A5, B5 ed il cluster 3 comprende tutte le stazioni delle subaree C e D. In figura 1a è riportata sulla carta di campionamento la distribuzione spaziale dei tre clusters. Il cluster 1 ed il cluster 2 presentano una percentuale di sabbia rispettivamente del 6,5 % e del 9,75%; di particolare interesse risulta il cluster 3, il quale mostra un forte incremento della componente sabbiosa (24,65%) (Fig. 3). I valori più elevati della percentuale di sabbia si riscontrano nelle stazioni D3 e D5, con valori rispettivamente di 60,9 e 57,9.

Rispetto ai dati presenti in letteratura (Ferretti *et al.*, 1995), risulta evidente un aumento della componente grossolana rispetto ai valori naturali dell'area.

Nel cluster 3, in particolare, si verifica un impoverimento del popolamento bentonico sia per il numero di specie (S) sia per gli individui (N) (Fig. 3) (gli errori standard rispettivamente S e N del cluster 1 sono 1,04 e 3,4; per il cluster 2 sono 1,4 e 10,6, per il cluster 3 sono 0,7 e 2,8).

Tale situazione potrebbe rappresentare l'effetto dello sversamento sul popolamento macrozoobentonico.

Conclusioni

L'utilizzo del Side Scan Sonar nel monitoraggio di siti di scarico rappresenta un valido supporto per lo studio dei meccanismi di distribuzione del sedimento sversato.

Le indagini eseguite hanno permesso di verificare che il materiale portuale sversato, si è distribuito in modo non uniforme, accumulandosi maggiormente nelle subaree C e D. Il popolamento macrozoobentonico in tali subaree, ha subito un'evidente rarefazione del numero di specie e di individui.

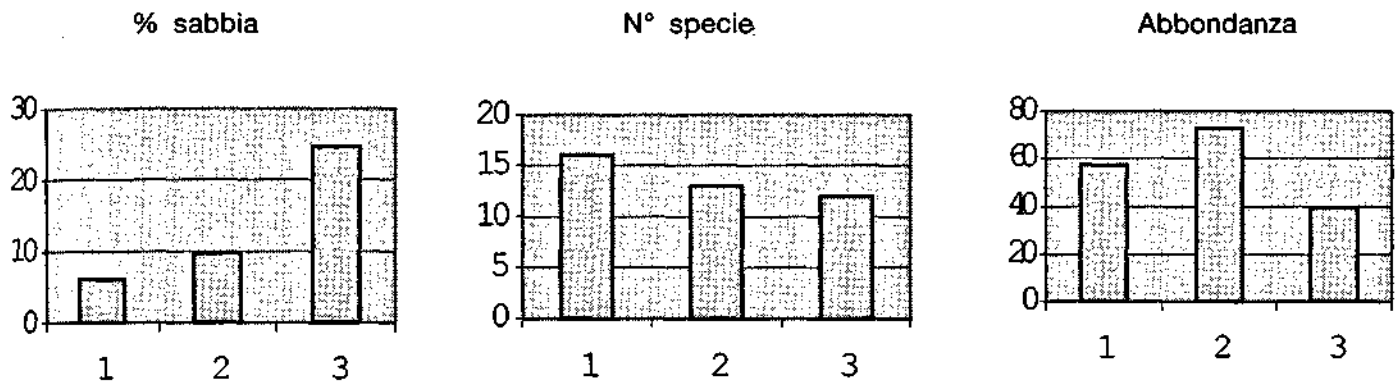


Fig. 3 - Percentuale di sabbia, numero di specie ed abbondanza riscontrata nei tre clusters. *Percentage of sand, species number and abundance in the three clusters.*

Bibliografia

ALIANI S., BIANCHI C.N., DE BIASI A.M. (1994) - Modificazioni del benthos in un'area marina soggetta a discarica di materiale portuale. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 265-269.

DE BIASI A.M., PULCINI M., VIRNO LAMBERTI C., DE RANIERI S. (1997) - Structural and functional aspects of marine soft bottom community. *Atti del 12° Congresso AIOL*, **1**: 415-425.

FERRETTI O., IMMORDINO F., MANFREDI FRATTARELLI F. (1995) - Cartografia sedimentologica dei mari toscani. Criteri, possibilità, finalità. *Atti Soc. Tosc. Memorie serie A Suppl.*, **102**: 241-254.

PELLEGRINI D., GABELLINI M., GIANI M. (1992) - L'impatto ambientale nelle attività di dragaggio portuale. VIA, **2**: 37-41.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 778-781

S. VIZZINI

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo,
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

CARATTERISTICHE DEI SEDIMENTI IN UN'AREA COSTIERA DELLA SICILIA OCCIDENTALE

SEDIMENTOLOGICAL FEATURES OF A WESTERN SICILY COASTAL SOUND

Abstract

Sediment grain-size distribution of the Stagnone di Marsala sound (Western Sicily) is reported. The results of this study demonstrate a spatial variability in the sediment composition that can be related to hydrodynamic pattern of the Stagnone. Sediment grain-size is finer in the central sites than in the external ones according to the "confinament theory" of Guelorget and Perthuisot.

Key-words: *sediment, grain-size, sediment-transport, coastal sound, MED.*

Introduzione

Le proprietà sedimentologiche degli ambienti a caratteristiche lagunari differiscono notevolmente in funzione delle condizioni climatiche, idrologiche e morfologiche locali (Brambati, 1988). In generale, comunque, è possibile distinguere due tipi di organizzazione: longitudinale e concentrica, in cui le proprietà tessiturali dei sedimenti variano seguendo rispettivamente linee parallele e circolari concentriche (Guelorget et Perthuisot, 1983). Nel presente lavoro vengono riportati i dati sull'attuale assetto sedimentologico dello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale).

Materiali e metodi

Lo Stagnone di Marsala è un bassofondo costiero semichiuso, separato dal mare da un'affioramento calcarenitico, l'Isola Lunga, e comunicante con esso mediante due bocche. All'interno sono presenti altre formazioni insulari: Santa Maria, San Pantaleo (l'antica Mozia) e La Scuola. Lo Stagnone è caratterizzato inoltre da ridotte profondità e da estesi popolamenti a rizofite (*Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Posidonia oceanica*) (Calvo *et al.*, 1980). I campionamenti sono stati effettuati per un anno con cadenza stagionale in dieci stazioni scelte in modo tale da essere rappresentative dell'intero bacino. I campioni di sedimento, prelevati mediante carotatori in PVC, sono stati trattati con acqua ossigenata per eliminare la frazione organica ed essiccati in stufa a 80°C. L'analisi granulometrica è stata condotta separando meccanicamente le varie frazioni dimensionali su una serie di setacci da 2 mm (-1.0 φ) a 63 μm (4.0 φ) di luce netta con classi dimensionali spaziate di ½ φ (Holme e Mc Intyre, 1971).

Risultati e discussione

Nella tessitura del sedimento, la frazione predominante è costituita dalla componente sabbiosa ad eccezione delle stazioni più interne (stazioni 4,6,7) in

cui si registra una media dei peliti del 53.5%. La porzione più grossolana (trattenuta nel setaccio con maglia -1.0 φ) risulta sempre poco cospicua e di origine bioclastica. I valori maggiori, pur sempre di modesta entità, si riscontrano in prossimità della bocca di deflusso meridionale (stazione 10) e di una stazione di forte accumulo al centro del bacino (stazione 6) (Tab. 1).

Tab. I - Composizione percentuale (medie annuali ± d.s.) dei sedimenti nelle dieci stazioni di campionamento all'interno dello Stagnone di Marsala.
Percent composition (annual means ± s.d.) of the sediments in the Stagnone di Marsala.

stazione	ghiaia	sabbia	pelite
1	0.33 ± 0.58	99.02 ± 0.96	0.64 ± 0.40
2	0.21 ± 0.43	96.24 ± 3.61	3.55 ± 3.18
3	0.54 ± 1.08	96.75 ± 2.21	2.71 ± 1.18
4	2.38 ± 2.08	43.31 ± 19.75	54.31 ± 21.59
5	0.00 ± 0.00	98.03 ± 0.63	1.97 ± 0.63
6	5.37 ± 2.73	56.57 ± 7.74	38.06 ± 7.98
7	0.81 ± 0.97	46.52 ± 16.69	52.67 ± 17.04
8	2.38 ± 2.29	95.86 ± 3.37	1.77 ± 1.08
9	0.79 ± 0.63	98.41 ± 0.95	0.80 ± 0.41
10	6.03 ± 4.32	93.55 ± 4.15	0.42 ± 0.25

Nell'uniformità dei valori di abbondanza delle sabbie che caratterizza l'intero bacino, particolare attenzione va rivolta alla limitata area in cui vi è un incremento della frazione più fine. La presenza della componente pelitica si riscontra laddove si verificano fenomeni di scarso idrodinamismo, ossia tra le isole di Santa Maria e San Pantaleo (Sarà *et al.*, 1999). Infatti il ricambio idrico, a carico soprattutto della bocca nord, si attua con elevata velocità dei flussi in entrata che determinano fenomeni di turbolenza e risospensione di sedimento dal fondo. Tale materiale viene trasportato soprattutto lungo l'asse occidentale e converge tra le due isole dove, a causa dell'instaurarsi di tracciati idrodinamici circolari, si viene a costituire una zona di accumulo di particellato organico ed inorganico (Pusceddu *et al.*, 1997). Inoltre, la vegetazione affiorante nella zona centrale (soprattutto *Posidonia oceanica* con le caratteristiche strutture ad atolli e cordoni) si comporta come trappola per i sedimenti (Ward *et al.*, 1984). L'origine della componente più fine può essere attribuita, in un ambiente come lo Stagnone in cui non sussistono importanti apporti terrigeni, alla risospensione dei fanghi marini dei fondali antistanti. In conclusione, si evidenzia una graduale tendenza all'assottigliamento della matrice in relazione al grado di "confinamento" (*sensu* Guelorget e Perthuisot, 1983). La granulometria dei sedimenti tende a seguire un *pattern* ad aree concentriche con le particelle più fini verso il centro del bacino (Fig. 1) come rilevato anche per altre aree lagunari (Chevillon e Clavier, 1988; Llano, 1987).

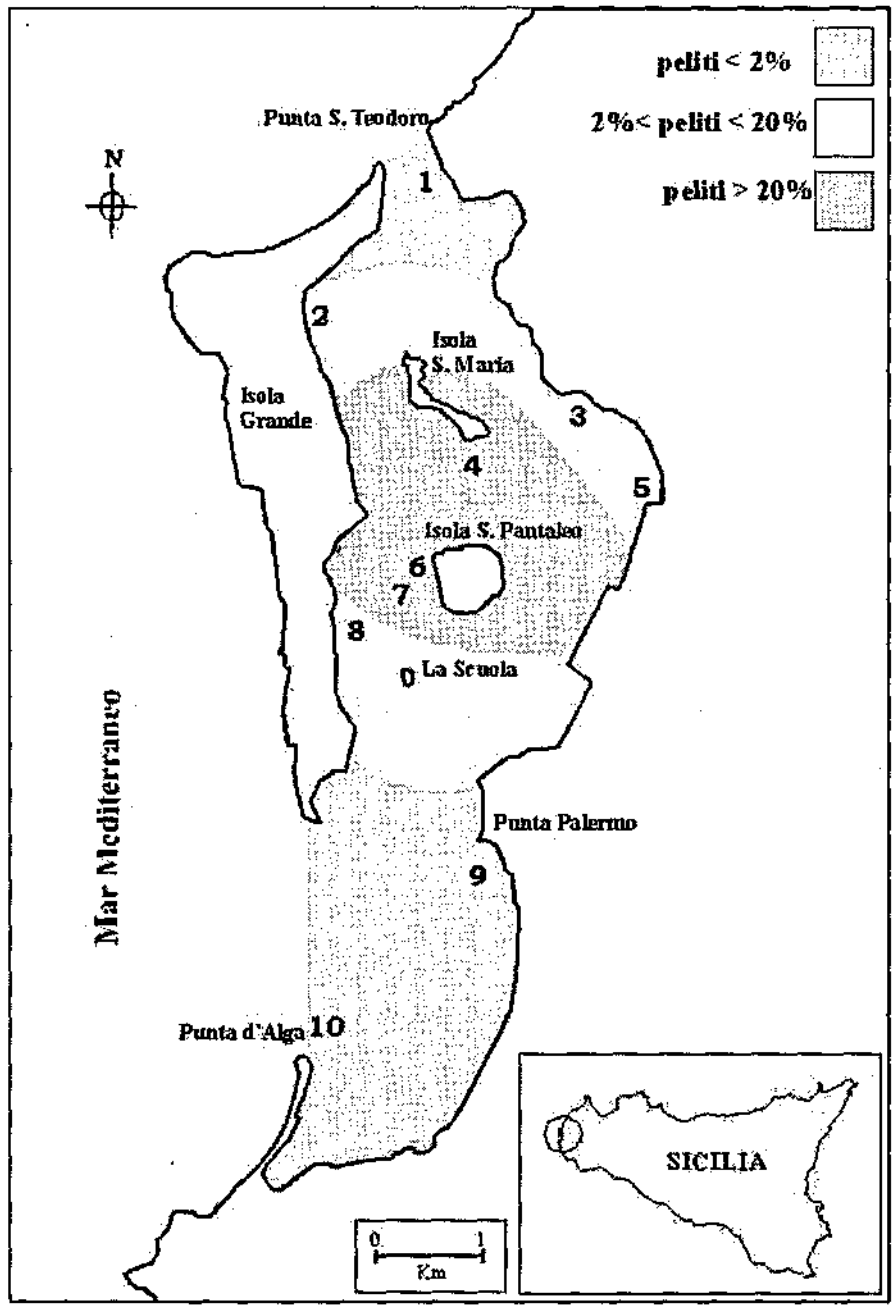


Fig. 1 - Distribuzione della componente pelitica (medie annuali) all'interno dello Stagnone di Marsala.

Distribution of pelithic component (annual means)in the sediments of the Stagnone di Marsala.

Ringraziamenti

Si ringraziano la Prof.ssa G. Lo Cicero per la disponibilità ed i preziosi consigli forniti e la Dr.ssa D. Zuccarello per l'assistenza prestata nella fase di analisi dei campioni.

Bibliografia

BRAMBATI A. (1988) - Lagune e stagni costieri: due ambienti a confronto. In: Carrada G.C., Cicogna F., Fresi E. (eds), *Le lagune costiere: ricerca e gestione,* CLEM Pubblicazioni: 9-33.

CALVO S., DRAGO D., SORTINO M. (1980) - Winter and summer submerged vegetation maps of the Stagnone (Western coast of Sicily). *Rev. Biol.-Ecol. Medit.*, T. VII, **2**: 89-96.

CHEVILLON C., CLAVIER J. (1988) - Sedimentological structure of the northern lagoon of New Caledonia. In: Choat J.H., Barnes D., Borowitzka M.A., Coll J.C., Davies P.J., Flood P., Hatcher B.G. (eds), *Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium, Townsville, Australia, 8-12 agosto*, **3**: 425-430.

GUELORGET O., PERTHUISOT P. (1983) - Le domaine paralique. *Trav. Lab. Géol.*, **16**, Ecole Norm Sup., Paris: 1-136.

HOLME N.A., Mc INTYRE A.D. (1971) - *Methods for the study of marine benthos.* Blakwell Scientific Publication Oxford and Edimburg: 334 pp.

LLANO M. (1987) - Dinamica sedimentaria de la Laguna de Punta de Piedras. 1. Epoca de mareas minima. *Mem. Soc. Cienc. Nat.* La Salle, **47** (127-128): 37-75.

PUSCEDDU A., SARÀ G., MAZZOLA A., FABIANO M. (1997) - Relationship between suspended and sediment organic matter in a semi-enclosed marine system: the Stagnone di Marsala sound (Western Sicily). *Water, air and soil pollution*, **99**: 343-352.

SARA' G., LEONARDI M., MAZZOLA A. (1999) - Spatial and temporal changes of suspended matter in relation to wind and vegetation cover in a Mediterranean shallow coastal environment. *Chem. Ecol.*, **16**: 151-173.

WARD L.G., KEMP W.M., BOYNTON W.R. (1984) - The influence of waves and seagrass communities on suspended particulate in a estuarine embajment. *Mar. Geol.* **59**: 85-103.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 782-785

E. Azzurro, F. Andaloro*

ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166, Roma, Italia.
*ICRAM, STS Palermo, Italia.

OSSERVAZIONI SUL SISTEMA DI ACCOPPIAMENTO DI *SPARISOMA CRETENSE* (ACTINOPTERIGI: SCARIDAE) NELL'ISOLA DI LAMPEDUSA

ON THE MATING SYSTEM OF SPARISOMA CRETENSE *(ACTINOPTERIGI: SCARIDAE) FROM THE ISLAND OF LAMPEDUSA*

Abstract

Two distinct social units of Mediterranean parrotfish, Sparisoma cretense *(L. 1758) have been identified through underwater observations: territorial groups, being composed by one male and 4-8 females, and roving schools. Significant differences of testicle size between males belonging to different social categories suggested the occurrence of alternative mating systems. Pair spawning and courting behaviors were observed in a poliginic unit during the month of August at sunset.*

Key-words: Sparisoma cretense, *mating system, Mediterranean Sea.*

Introduzione

Sparisoma cretense (L., 1758) è l'unico rappresentante mediterraneo della famiglia dei pesci pappagallo (Scaridae), un gruppo di 80 specie di teleostei presente nelle acque costiere di tutti gli oceani (Quignard e Pras, 1986). La specie è presente in Mediterraneo ed in Atlantico orientale da Gibilterra al Senegal (Gonzalez, 1993) sino a profondità di 50 m (Ninni, 1924; Tortonese,1975). Petrakis e Papacostantinou (1990), nelle coste greche, indicano come stagione riproduttiva il periodo luglio - settembre.

La biologia riproduttiva degli Scaridi è caratterizzata dall'ermafroditismo proteroginico (Reinboth, 1968; Choat e Robertson, 1975; Thresher, 1984) e il sistema sociale di queste specie può essere complesso, per la presenza di categorie sociali differenti come individui territoriali, gruppi stazionari e gruppi alimentari nomadi (Buckman e Odgen, 1973). Diverse strategie riproduttive possono essere adottate da maschi appartenenti a differenti categorie sociali (Robertson e Warner, 1978; Shapiro, 1991).

Questo lavoro deve essere considerato come uno studio preliminare sul sistema di accoppiamento di *S. cretense*.

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto lungo le coste dell'isola di Lampedusa (35°- 36° N, 12°-13° E) dal 1995 al 1998 nei mesi di luglio, agosto e settembre. Un numero complessivo di 85 ore di osservazioni subacquee è stato effettuato nei diversi momenti del giorno, con attrezzatura da apnea. Le osservazioni hanno riguardato in particolare l'attività di 12 maschi territoriali e dei relativi gruppi di femmine. Al fine di rendere riconoscibili alcuni esemplari, 22 pesci sono stati catturati

durante la notte con retino a mano, marcati tramite "floy-tags" nella muscolatura dorsale e rilasciati nello stesso sito.

Un numero complessivo di 28 maschi adulti fluenti è stato catturato tramite pesca subacquea. Questi maschi, immediatamente dopo la cattura, emettevano sperma in seguito ad una leggera pressione della zona addominale. Il metodo di campionamento subacqueo, successivo all'osservazione specifica degli esemplari, ha consentito di rilevare la categoria sociale di appartenenza prima della cattura. Per ogni esemplare è stato rilevato il sesso, con osservazioni macroscopiche, il peso eviscerato (PEV) e quello delle gonadi (PG), con precisione di 0.1 g.

Per il confronto degli indici gonadosomatici (IGS = PG/PEV%) medi si è dapprima verificata l'ipotesi di uguaglianza delle varianze tramite il test di Levene (Milliken e Johnson, 1984). Successivamente, per verificare l'uguaglianza tra le medie, è stato calcolato il test approssimato di Student (t') applicato sotto l'ipotesi di ineguaglianza delle varianze.

Risultati

Osservazioni comportamentali

Tramite il lavoro di osservazione subacquea, due diverse organizzazioni sociali sono state individuate: unità territoriali e gruppi nomadi. I primi sono gruppi poliginici, composti da un maschio dominante ed un numero di femmine variabile da 4 a 8; i secondi sono composti da un numero variabile di individui (sino a 40-50 esemplari) di taglie e sessi diversi. Occasionalmente, sono stati osservati gruppi di soli maschi.

Sebbene *S. cretense* sia presente in diversi habitats, dai letti di Posidonia ai substrati rocciosi o misti, le unità territoriali sono state osservate in particolare modo nelle zone rocciose scoscese, a partire dalla batimetrica di 2 m. In queste zone i territori possono essere contigui e le interazioni tra maschi particolarmente frequenti.

Per tutta la durata del giorno, dalle prime luci dell'alba alle ultime del tramonto, i maschi territoriali (MT) controllano il proprio territorio allontanando intrusi conspecifici, sia maschi che femmine. Il comportamento territoriale non è mai diretto verso altre specie. I MT si accoppiano con le femmine del proprio gruppo: due eventi di "spawning" sono stati osservati il 20 e il 28 agosto 1996, al tramonto.

Nella fase precedente l'accoppiamento, il maschio territoriale riduce la propria area di controllo intorno al gruppo di femmine. In entrambi gli eventi riproduttivi è stata osservata una femmina con addome rigonfio avvicinarsi più volte al maschio, nuotare sotto il suo addome per qualche secondo e poi discostarsi. Dopo alcuni approcci false ascese e allontanamenti, il maschio e la femmina ascendono verticalmente, fianco a fianco per alcuni metri, in una frenetica accelerazione di nuoto che termina con il rilascio dei gameti.

Taglia dei testicoli in relazioni alla condizione sociale

I testicoli di maschi appartenenti alle due categorie sociali presentano grandi differenze in peso. L'indice gonadosomatico medio calcolato per i due gruppi risulta essere 0,75 nel caso dei maschi territoriali e 8,45 nel caso di quelli non territoriali (Tab. 1). Sia le varianze che le medie sono risultate significativamente differenti (test di Levene: $F = 22.11$ $p < 0.000$; $t' = -9.4$; $p < 0{,}000$).

Tab. 1 - Confronto tra gli indici gonadosomatici (PG/PEV%) di maschi territoriali e non territoriali di *Sparisoma cretense*. Le catture sono state effettuate nei mesi di luglio-agosto, negli anni 1996, '97, '98. Tutti gli individui considerati erano fluenti.

Comparison between gonadosomatic index (IGS = PG/PEV%) of territorial and non-territorial roving males of Sparisoma cretense. In all individuals, captured during July-August 1996, '97, '98, milt running under slight pressure.

Maschi territoriali		**Maschi non territoriali**	
PEV (g)	**IGS**	**PEV (g)**	**IGS**
501,4	1,04	311	4,76
480,1	1,39	288	12,01
430	0,97	501	6,73
654	0,47	236,5	9,43
566	0,32	218,8	15,90
509	0,31	259,5	10,67
445	0,58	224,2	7,14
515	0,39	713,4	5,72
715,1	0,91	736,8	7,26
601,0	1,2	471,4	6,00
610,3	0,97	545,4	9,30
408,4	0,83	286,2	7,16
720,9	0,39	599	5,69
340,3	0,73	250	10,48
IGS medio = 0,75		**IGS medio** = 8,45	

Discussione e conclusioni

Come molti pesci pappagallo tropicali (Barlow, 1975; Robertson e Warner, 1978; Thresher, 1984; Shapiro, 1991), il sistema sociale di questa specie mediterranea è diviso in unità poliginiche territoriali e gruppi nomadi. L'accoppiamento dei maschi territoriali con le femmine 'haremiche' avviene per "pair spawning". Significative differenze, riscontrate nel peso delle gonadi di maschi appartenenti gruppi territoriali e non, suggeriscono la presenza di almeno due diverse strategie riproduttive (Robertson e Warner 1978).

I piccoli testicoli dei maschi territoriali sono, infatti, caratteristici di individui che si riproducono tramite "pair spawning", come osservato direttamente in *S. cretense*. Al contrario, grandi testicoli in grado di produrre elevate quantità di sperma vengono favoriti quando l'accoppiamento coinvolge più di un maschio. Quest'ultimo dovrebbe essere il caso dei maschi non territoriali, che potrebbero riprodursi tramite accoppiamenti di gruppo e/o interferendo con l'attività sessuale dei maschi territoriali, come noto per le specie caraibiche.

Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare la prof.ssa M. Rasotto, il prof. R. Warner, il dr. M. Sheey, la d.ssa M.G. Finoia, la d.ssa E. Magaletti e la d.ssa G. Marino per tutti i "gentili aiuti".

Bibliografia

BARLOW G.V. (1975) - On the Socio-biology of four Puerto Rican Parrotfishes (Scaridae). *Marine Biology*, **33**: 281-293.

BUCKMAN N.S., OGDEN J. (1973) - Territorial behaviour of the striped parrotfish *Scarus croicensis* Bloch (Scaridae). *Ecology,* **54** (6): 1377-1382.

CHOAT J.H., ROBERTSON D.R. (1975) - Protogynous hermaphroditism in fishes of the family *Scaridae*. In: R. Reinboth (ed), *Intersexuality in the animal kingdom*, Heidelberg: Springer-Verlag: 263-283.

GONZALEZ A.J. (1993) - *Sparisoma* (*Euscarus*) *cretense* (L.) (Pisces, Scaridae); Zoogeografía y ciclo reproductor en las Islas Canarias. *Courier Forsch. Inst. Senckenberg,* **159**: 429-435.

MILLIKEN G.A., JOHNSON D.E. (1984) - *Analysis of messy data. Vol I Designed experiments*. Van Nostrand Reinhold & C., New York.

NINNI E. (1924) - Sulla presenza dello *Scarus cretensis* (Ald) nell'Adriatico. *Boll. Ist. Zool. Univ. Roma,* **2**: 3-6.

PETRAKIS G., PAPACOSTANTINOU (1990) - Biology of *Sparisoma cretense* in the Dodecanese (Greece). *J. Appl. Ichtyol.*, **6**: 14-23.

QUIGNARD J.P., PRAS A. (1986) – Scaridae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds), *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*, Volume II, Unesco, Paris: 943-944.

ROBERTSON D.R., WARNER R.R. (1978) - Sexual patterns in the Labroid Fishes of the Western Caribbean, II: The Parrotfishes (Scaridae). *Smithson. Contr. Zool,* **255**: 26 pp.

REINBOTH, R. (1968) - Protogynie bei Papageifishen (Scaridae). *Z. Naturf.*, **23**: 852-855.

SHAPIRO D.J. (1991) - Intraspecific variability in social systems of coral reef fishes. In: P.F. Sale (ed.), *The ecology of fishes on coral reefs*, Academic press, San Diego, California.

THRESHER R.E. (1984) - Reproduction in reef fishes. *TFH Publications*, Neptune City, New Jersey: 339 pp.

TORTONESE E. (1975) - Osteichthyes. Part II. *In: Fauna d'Italia,* XI, Ed. Calderini, Bologna, Italy: 636 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 786-789

E. AZZURRO, F. ANDALORO*, G. MARINO

ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma. Italia.
*ICRAM, Palermo.

PRESENZA DELLA CERNIA DI HAÏFA, *EPINEPHELUS HAIFENSIS* (SERRANIDAE: EPINEPHELINAE), NEL MEDITERRANEO CENTRALE

PRESENCE OF HAÏFA GROUPER, EPINEPHELUS HAIFENSIS *(SERRANIDAE: EPINEPHELINAE), IN THE CENTRAL MEDITERRANEAN SEA*

Abstract

Two specimens of Epinephelus haifensis *(Ben Tuvia, 1953) caught off the coast of Lampedusa (35°-36° N, 10°-14° E) are described for morphometric and meristic characters. In this area, the species is commonly caught by long lines, frequently in association with* Epinephelus caninus. *The species is locally called 'cerviola' and commercialized outside the island. This is the first recorded occurrence of* E. haifensis *in the Central Mediterranean Sea.*

Key-words*: groupers,* Epinephelus haifensis, *Mediterranean Sea.*

Introduzione

La cernia di Haïfa, *Epinephelus haifensis,* è una delle 6 specie di cernie attualmente presenti in Mediterraneo: *Epinephelus marginatus, Epinephelus caninus, Epinephelus aeneus, Epinephelus costae,* e *Mycteroperca rubra,* oltre a *Epinephelus coioides* ed *Epinephelus malabaricus,* di cui si dispone solo di qualche segnalazione (Heemstra e Golani, 1993) e *Polyprion americanus,* non appartenente alla subfamiglia Epinephelinae. In passato, *E. haifensis* è stata citata con i sinonimi *Epinephelus gigas, Perca gigas* e *Epinephelus guaza,* ed è stata spesso confusa con la cernia bruna *E. marginatus* (Tortonese, 1970; Bauchot e Pras, 1980). La cernia di Haïfa è presente lungo le coste israeliane (Pisanty, 1984) ed alcune segnalazioni si hanno per le coste atlantiche dell'Africa occidentale, da Gibilterra sino all'Angola (Heemstra e Randall, 1993). Secondo Poll (1954), questa specie vive tra i 90 ed i 220 m di profondità e può raggiungere i 110 cm di lunghezza totale e i 25 kg di peso. Attualmente, la sua biologia è poco conosciuta.

Materiali e metodi

Gli esemplari esaminati sono stati catturati nel corso di campagne di pesca volte allo studio della biologia riproduttiva di *E. marginatus.* Le uscite sono state effettuate negli anni 1994-1998, su imbarcazioni professionali. L'area esplorata ha riguardato zone a Sud-Ovest, Sud ed a Est dell'isola di Lampedusa, tra le 8 e le 15 miglia dalla costa. Le catture sono state effettuate prevalentemente su fondali coralligeni compresi tra gli 80 ed i 160 metri di profondità. L'attrezzo utilizzato è stato il palangaro di fondo a 350-400 ami ('Mustad' n. 5) con cima madre in nylon da 2 mm e 'braccioli' ogni 5 metri. Come esca sono stati utilizzati sgombri interi congelati. Gli esemplari di *E. haifensis* sono stati congelati dopo la cattura e successivamente scongelati per l'analisi morfologica. Caratteri morfometrici e meristici sono stati rilevati secondo Heemstra e Randall (1993).

In seguito, gli esemplari sono stati eviscerati, fissati in formalina tamponata al 5 % e conservati presso i laboratori dell'Icram di Roma (cod. EPIHAI 1, 2).

Risultati

Durante le campagne di pesca, sono stati comunemente catturati esemplari di *E. haifensis*, due dei quali (catturati nell'agosto 1998) vengono descritti.

Entrambi gli esemplari esaminati mostrano la pinna caudale arrotondata e una colorazione marrone scuro. Le pinne pelviche non raggiungono l'ano e si arrestano prima dell'estremità delle pettorali; le pinne pettorali raggiungono l'ano nell'esemplare più grande (292 mm LS) mentre, nell'esemplare più piccolo (203 mm LS), lo oltrepassano. Secondo la descrizione morfologica fornita da Heemstra (1991), l'estremità delle pinne pelviche non supererebbe l'ano negli esemplari di 10-30 cm. I principali caratteri morfometrici e meristici vengono riportati in Tab. 1 e 2.

Tab. 1 - Caratteri morfometrici di due esemplari di *Epinephelus haifensis* provenienti dall'isola di Lampedusa (EPIHAI 1, 2), comparati con i dati forniti da Heemstra (1991).
Morphometric data of two specimens of Epinephelus haifensis *caught off Lampedusa Island (EPIHAI 1, 2), compared with the data given by Heemstra (1991).*

Caratteri morfometrici	**EPIHAI 1**	**EPIHAI 2**	
Lunghezza totale (mm)	352	241	
Lunghezza standard (mm)	292	203	
Peso totale (g)	530	260	
Peso eviscerato (g)	500	240	**Heemstra (1991)**
in % rispetto alla lunghezza standard:			2.4-2.8 in esemplari di 10-39 cm
Massima altezza	2.77	2.72	
Lunghezza capo	2.54	2.56	2.2.-2.4
in % rispetto alla lunghezza capo:			> d.i. in esemplari <30 cm
Diametro oculare (d.o.)	6.14	5.31	
Lunghezza mascella superiore	2.07	2.07	-
Lunghezza pinna pelvica	1.79	1.86	-
Distanza interorbitale (d.i.)	5.58	5.05	< d.o. in esemplari <30cm
Lunghezza pinna pettorale	1.88	1.87	1.4-1.9

Tab. 2 - Caratteri meristici di due esemplari di *Epinephelus haifensis* provenienti dall'isola di Lampedusa (EPIHAI 1, 2), comparati con i dati forniti da Heemstra (1991).
Meristic data of two specimens of Epinephelus haifensis *caught off Lampedusa Island (EPIHAI 1, 2), compared with the data given by Heemstra (1991).*

Caratteri meristici	**EPIHAI 1**	**EPIHAI 2**	**Heemstra (1991)**
Pinna dorsale	XI, 15	XI, 14	XI,14-15
Pinna anale	III, 9	III, 9	III,9
Raggi pinne pettorali	18	18	18-21
Scaglie linea laterale	70	72	64-75
Serie laterale di scaglie	104	105	104-112
Branchiospine (inclusi rudimenti) del primo arco branchiale	8+15	7+15	7-10+13-15

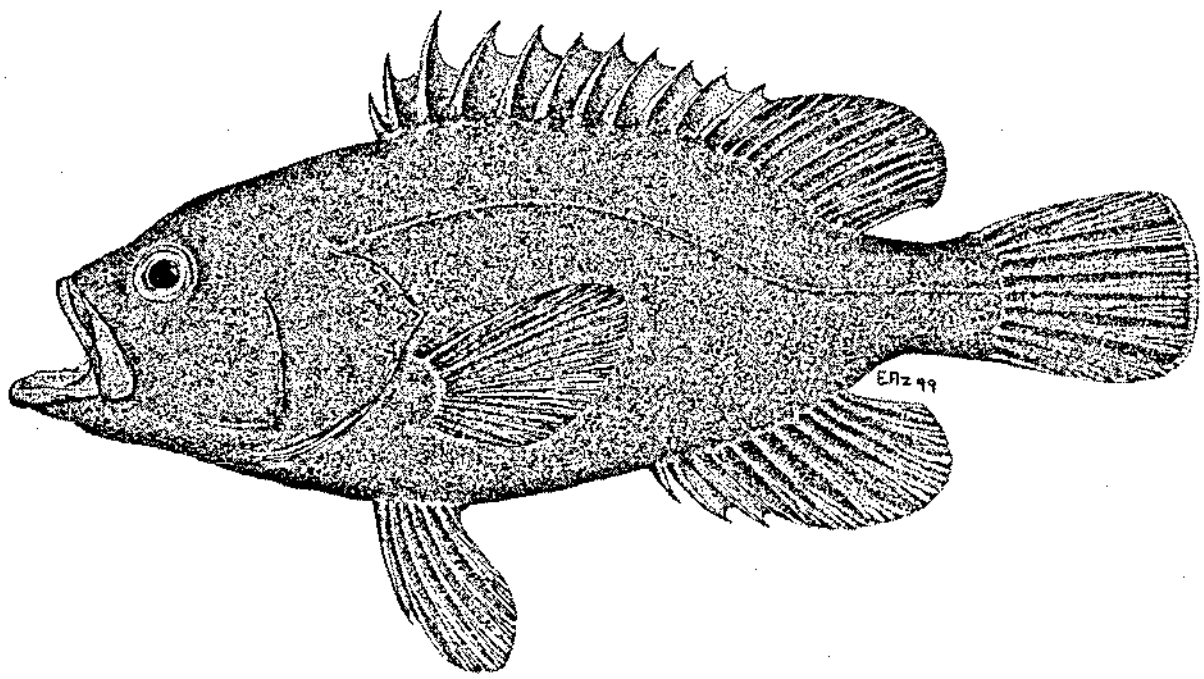


Fig. 1 - *Epinephelus haifensis* (203 mm LS) catturata a largo delle coste Lampedusane nell'agosto del 1988.

Epinephelus haifensis *(203 mm SL) caught off Lampedusa Island in August 1998.*

Conclusioni e discussione

E. haifensis è una specie comune nell'area di pesca della flotta lampedusana, sulla piattaforma continentale africana. Le osservazioni condotte durante le campagne di pesca indicano che la specie viene comunemente catturata in associazione con la congenere *E. caninus*. Questa osservazione è confermata dai pescatori locali ed è analoga a quanto riscontrato da Pisanty (1984) in acque israeliane. Localmente, *E. haifensis* viene indicata con il nome di 'cerviola' e commercializzata in mercati esterni a quelli dell'isola.

Gli esemplari descritti nel presente lavoro rappresentano la prima segnalazione certa della cernia di Haïfa in Mediterraneo Centrale. Infatti, l'esemplare esaminato da Doderlein (1882), proveniente dalle acque siciliane e indicato come *Cerna sicana,* non può essere considerato, con certezza, come appartenente a questa specie (Tortonese, 1956; Heemstra e Randall, 1993). Caratteri meristici e morfometrici di tale esemplare sono attualmente in esame.

Ringraziamenti

Si ringraziano Giovanni, Tano, Nino, Matteo e Celestino per tutte le gentilezze.

Bibliografia

BAUCHOT M.L., PRAS A. (1980) - *Guide des Poissons Marine d'Europe.* Delachaux & Niestlé, éditeurs, Lausanne-Paris. 427 pp.

DODERLEIN P. (1882) - Rivista delle specie del genere *Epinephelus* Bloch o *Cerna* Bonap. riscontrate sinora nei mari della Sicilia. *G. Sci. Nat. Econ. Palermo,* **15**: 168-259.

HEEMSTRA P.C. (1991) - A taxonomic revision of east atlantic groupers (Pisces: Serranidae). *Bol. Mus. Funchal,* **43** (226): 5-71.

HEEMSTRA P.C., GOLANI D. (1993) - Clarification of the indopacific groupers (Pisces: Serranidae) in the Mediterranean Sea. *Isr. Jour. Zool.*, **39**: 381-390.

HEEMSTRA P.C., RANDALL J.E., (1993) - Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). *FAO Fisheries Synopsis*, **125** (16), 382 pp.

PISANTY S. (1984) - Deep water longline fishing trials during 1983. *Fish Fishbreed Isr*, **17** (3): 39-42.

POLL M. (1954) - Poissons IV. Téléostéens Acanthoptérygiens (Première Partie). Rés. Sci. Expéd. Océanogr. Belg. eaux côt. Afr. Atlan. Sud. (1948-49). *Inst. R. Sci. Nat. Belge*, **4** (3A): 1-390, 107 figs., 9 pls.

TORTONESE E. (1956) - Sull'identità di *Cerna sicana* Doderlein. *Boll. Zool.*, **28** (1): 51-55.

TORTONESE E. (1970) - A note on the generic name *Cerna* Bp. (pisces, Serranidae). *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. Stor. Nat.*, **110** (2): 198-200.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 790-793

E. Puccia, M. Campolmi*, M.V. Cangialosi, A. Mazzola

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo,
Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.
*Ist. di Meteorologia ed Oceanografia, IUN, Napoli, Italia.

FLUTTUAZIONI STAGIONALI DI VARIABILI BIOCHIMICHE IN *SYNGNATHUS ABASTER* E *S. TYPHLE* (OSTEICHTHYES, SYNGNATHIDAE)

SEASONAL FLUCTUATIONS OF BIOCHEMICAL VARIABLES IN SYNGNATHUS ABASTER *E* S. TYPHLE *(OSTEICHTHYES, SYNGNATHIDAE)*

Abstract

The cellular content of some molecular components was studied in two species of Syngnathidae: Syngnathus abaster *and* S. typhle *(Osteichthyes: Syngnathidae). They showed monthly fluctuations of the biochemical variables and differences in the content of nucleid acids, proteins and glucids.*

Key-words: *biochemical variables, seasonal fluctuations, pipefish, coastal sound.*

Introduzione

Il presente lavoro s'inquadra nell'ambito di una serie di ricerche multidisciplinari (Campolmi *et al.*, 1995; Campolmi *et al.*, 1996; Vitturi *et al.*, 1998), effettuate sui pesci ago (Syngnathidae) dello Stagnone di Marsala (braccio di mare semichiuso situato lungo le coste della Sicilia occidentale) e mirate ad approfondire l'ecologia e la biologia di questi organismi che costituiscono un'importante componente della fauna ittica "residente". In particolare, è stato analizzato il contenuto cellulare totale di acidi nucleici, proteine lipidi, glucosio e ATP in popolazioni di *Syngnathus abaster* e *S. typhle.*

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati con cadenza mensile, nel corso del 1997, all'interno dello Stagnone di Marsala. Gli esemplari sono stati catturati con l'ausilio di una "sciabica". Per le analisi biochimiche sono stati utilizzati mensilmente 20 esemplari maturi di entrambe le specie. Su questi sono state eseguite le estrazioni delle componenti molecolari analizzando separatamente *pool* di fegato, di muscolo ventrale e di ovario. Le relative determinazioni quantitative sono state riferite al contenuto di DNA degli stessi organi. Le estrazioni sono state eseguite secondo il metodo di Schneider parzialmente modificato (Davidson, 1972).

Per le determinazioni quantitative sono stati utilizzati i seguenti metodi: DNA, reazione della difenilamina per il deossipentosio secondo Dische e Schwarz (Davidson, 1972); RNA, reazione dell'orcinolo per il pentosio secondo Brown (Davidson, 1972); proteine, metodo modificato di Lowry *et al.* (1951) kit P 5656 fornito dalla Sigma Chem. Comp.; glucosio, metodo "GOD-POD-PAP", kit 11314 fornito da Sentinell Chem. Comp.; lipidi, metodo di Marsh e Weinstein (1966); ATP, metodo PGK-GAPD-NADH, kit 366 fornito dalla Sigma Chem. Comp..

Tab. 1 - Andamento delle variabili biochimiche (espresse in mp/mg DNA) in fegato, muscolo e ovario nel 1997.
Trend of biochemical variables (expressed in mp/mg DNA) in liver, muscle and ovary in 1997.

S. typhle		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	nov	dic
RNA/DNA	fegato	27,87	224,59	63,48	233	111,94	31,72	16,4	0,1	8,87	13,38	18,23
	muscolo	1,49	19,04	4,25	28,38	16,37	28,75	2,75	10,63	8,63	0,94	0,41
	gonadi	3,55	82,80	14,12	2,49	19,90	1,86	2,35	1,32	1,25	0,92	1,60
Proteine/DNA	fegato	3062,42	2099,10	634,46	1678,04	823,87	388,31	247,95	127,72	207,08	2769,86	1366,54
	muscolo	637,48	194,56	345,05	2358,00	7774,86	1722,00	423,54	318,78	507,17	672,20	900,50
	gonadi	3980,00	3125,00	844,67	506,95	1112,23	255,60	210,45	307,96	504,23	648,54	837,14
Lipidi/DNA	fegato	8,73	301,04	19,36	1800,62	86,01	6,77	12,07	12,95	8,86	10,45	9,15
	muscolo	2,13	150,52	39,32	903,11	120,41	5,12	3,00	4,82	9,96	7,42	2,41
	gonadi	10,46	301,04	69,47	42,69	13,64	263,83	11,86	32,21	10,37	3,22	3,34
Glucosio/DNA	fegato	9,75	7,36	2,68	3,50	4,79	3,37	1,59	0,76	2,81	9,82	9,71
	muscolo	1,34	1,28	0,20	3,68	0,20	0,45	0,41	0,35	1,31	2,40	1,79
	gonadi	14,75	0,72	2,97	1,05	4,00	0,56	0,08	0,05	0,29	1,35	2,63
ATP/DNA	fegato	0,01	0,08	0,02	0,09	0,06	0,01	0,19	0,00	0,13	0,09	0,01
	muscolo	0,00	0,04	0,02	0,57	0,05	0,02	0,19	0,02	0,05	0,03	0,01
	gonadi	0,01	0,08	0,04	0,00	0,03	0,49	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
S. abaster		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	nov	dic
RNA/DNA	fegato	3,76	14,5	33,23	74,82	17,13	1,59	18,01	3,78	6,48	2,6	5,18
	muscolo	0,91	7,86	5,37	3,36	12,35	56,65	0,95	1,22	0,61	0,5	0,74
	gonadi	1,21	2,74	32,38	20,85	9,00	2,69	0,73	2,43	0,65	0,59	0,82
Proteine/DNA	fegato	713,12	3751,72	710,04	868,55	701,62	221,42	722,73	230,76	211,40	702,80	1759,94
	muscolo	637,48	773,60	352,80	502,30	704,61	687,45	403,08	375,79	370,25	336,48	480,00
	gonadi	388,00	433,20	1156,00	561,41	610,23	645,81	203,71	455,79	265,49	332,20	340,23
Lipidi/DNA	fegato	11,19	227,46	150,52	112,89	86,01	13,16	15,74	5,53	5,55	7,31	8,94
	muscolo	11,29	301,04	129,00	10,18	150,52	24,88	2,20	4,03	9,78	4,68	2,89
	gonadi	11,33	17,13	129,02	9,02	120,30	200,69	7,75	21,06	11,83	3,22	7,02
Glucosio/DNA	fegato	5,54	14,72	1,18	1,11	0,29	1,25	2,58	1,09	2,44	3,16	5,29
	muscolo	2,57	2,86	0,96	0,76	0,26	2,72	0,10	0,16	0,29	0,59	0,04
	gonadi	1,30	0,99	0,88	1,12	1,20	2,73	0,14	0,03	0,15	0,44	1,50
ATP/DNA	fegato	0,00	0,18	0,13	0,11	0,19	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
	muscolo	0,01	0,07	0,03	0,39	0,01	1,63	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
	gonadi	0,01	0,00	0,02	0,01	0,06	0,87	0,01	0,01	0,02	0,21	0,94

Risultati

Come riportato in tabella 1, l'RNA (in fegato, muscolo e ovario) presenta in entrambe le specie valori massimi nel periodo tardo invernale e/o primaverile, mentre diminuisce in estate e in autunno. Nel complesso si osservano maggiori fluttuazioni in *S. typhle* che in *S. abaster*. Inoltre, i valori relativi a *S. typhle* superano mediamente quelli di *S. abaster*. Simile andamento si osserva per le proteine. I lipidi raggiungono, in entrambe le specie, le più alte concentrazioni nei mesi invernali e primaverili, tranne nell'ovario, in cui si registrano valori alti anche in estate. Relativamente al glucosio si osservano fluttuazioni durante tutto l'anno; nel muscolo, queste seguono cadenza bimestrale. L'ATP presenta fluttuazioni con cadenza quasi costante (ogni due o tre mesi) nel fegato, mentre nel muscolo e nell'ovario aumenta dall'inverno all'inizio dell'estate, per poi diminuire durante i restanti mesi. L'andamento nelle due specie è analogo, con valori massimi a volte sfalsati.

Discussione e conclusioni

Nei mesi invernali l'aumento di concentrazione di RNA per cellula probabilmente funge da meccanismo compensativo della diminuita attività traduzionale dell'RNA messaggero dovuta all'abbassamento della temperatura (Goolish *et al.*, 1984). I bassi valori dei tassi molecolari di crescita (rapporto RNA/DNA; Proteine/DNA), riscontrati nei mesi estivi, possono essere dovuti a stress determinati da fattori fisico-ambientali, quali l'elevata temperatura e la riduzione della concentrazione dell'ossigeno disciolto, come riscontrato da Bulow *et al.* (1981) in *Lepomis macrochirus*. L'aumento del rapporto RNA/DNA che si riscontra nel fegato prima del periodo di riproduzione, può essere associato all'inizio della crescita dell'ovario poiché in tale periodo il fegato sintetizza la vitellogenina, come osservato da Emmersen e Emmersen (1976) in *Platichthys flesus*. Proteine, lipidi e glucosio vengono prima accumulati in fegato e muscolo, durante il periodo di maturazione delle gonadi, e poi metabolizzati durante il periodo riproduttivo in cui il fabbisogno energetico è elevato.

La diminuzione dei valori del rapporto RNA/DNA che si verifica nel periodo riproduttivo può indurre a ritenere che durante questo periodo gli individui si nutrano di meno, in accordo con quanto rilevato da Scilipoti (1998) nei contenuti stomacali delle due specie catturate nello Stagnone di Marsala. Complessivamente, per entrambe le specie, la principale fonte di ATP negli organi esaminati è costituita dai lipidi nei mesi invernali e dal glucosio nei mesi estivi.

Bibliografia

BULOW F.J., ZEMAN M.E., WINNINGHAM J.R., HUDSON W.F. (1981) - Seasonal variations in RNA/DNA ratios and indicators of feeding, reproduction, energy storage, and condition in a population of bluegill, *Lepomis macrochirus* Rafinesque. *J. Fish Biol.*, **18**: 237-244.

CAMPOLMI M., FRANZOI P., COTTARELLI V., MAZZOLA A. (1995) – Life cycle and diet of two pipefish (Syngnathidae) in the Stagnone Lagoon (NW Sicily). *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, **34**: 78.

CAMPOLMI M., FRANZOI P., MAZZOLA A. (1996) - Observations on pipefish (Syngnathidae) biology in the Stagnone Lagoon (North-West Sicily). *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.*, **21**: 205-209.

DAVIDSON J.N. (1972) - *Biochimica degli acidi nucleici.* Piccin Editore, Padova: 210 pp.

EMMERSEN B.K., EMMERSEN J. (1976) - Protein, RNA and DNA metabolism in relation to ovarian vitellogenic growth in the flounder *Platichthys flesus* (L.). *Comp. Biochem. Physiol.*, **55B**: 315-321.

GOOLISH E.M., BARRON M.G., ADELMAN I.R. (1984) - Thermoacclimatory response of nucleic acid and protein content of carp muscle tissue: influence of growth rate and relationship to glycine uptake by scales. *Can. J. Zool.*, **62**: 2164-2170.

LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L., RANDALL R.J. (1951) - Protein measurement with the Folin Prenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265-275.

MARSH J.B., WEINSTEIN M. (1966) - A simple method for determination of lipids. *J. Lipid Res.*, **7**: 574-576.

SCILIPOTI D. (1998) - *Studio della comunità ittica residente all'interno dello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale): distribuzione delle specie e ripartizione delle risorse in dipendenza di habitat a diversa complessità strutturale.* Tesi di Dottorato, Università di Messina: 85 pp.

VITTURI R., LIBERTINI A., CAMPOLMI M., CALDERAZZO F., MAZZOLA A. (1998) - Conventional karyotype, nucleolar organizer regions (NORs) and genome size in five Mediterranean species of Syngnathidae (Pisces, Syngnathiformes). *J. Fish Biol.*, **52**: 677-687.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 794-797

A. CANNAS, E. LECCA*, M.F. MELONI* , M. PINNA*, R. SAVARINO, C. TIDU*

C.I.R.S.PE. - Centro Italiano Ricerche e studi per la Pesca,
Via Dé Gigli d'Oro, 21 - 00186 Roma, Italia.
*Acquacoltura e Ricerca Piccola Soc. Coop., Quartu S. Elena, Cagliari, Italia.

SEX RATIO E CATTURE DI *PALINURUS ELEPHAS* FABR. (CRUSTACEA DECAPODA) NEL GOLFO DELL'ASINARA (SARDEGNA NORD - OCCIDENTALE)

SEX RATIO AND CATCHES OF PALINURUS ELEPHAS *FABR. (CRUSTACEA DECAPODA) IN THE GULF OF ASINARA* (NW SARDINIA)

Abstract

In this paper we analyse some data on sex ratio and mean size of Palinurus elephas *Fabr. (Crustacea, Decapoda) population in Asinara Gulf (NW Sardinia). We also discuss some historical data on catches provided by a local fishing enterprise.*

Key-words: Palinurus elephas, *spiny lobster, sex-ratio, fishery, NW Sardinia.*

Introduzione

L'aragosta rossa *Palinurus elephas* Fabr. costituisce una delle catture economicamente più importanti per le marinerie della Sardegna settentrionale. Per tale ragione e per la scarsa disponibilità di informazioni che la riguardano nella suddetta zona, reperibili nei pochi lavori finora pubblicati, si è sentita la necessità di aumentare le informazioni sia sullo stato della risorsa, sia su alcuni aspetti della biologia ed ecologia della specie.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati durante la stagione di pesca del 1998, nell'area del Golfo dell'Asinara, con due motobarche della Coop. Pescatori di Stintino (SS) utilizzando tramaglioni, attrezzi comunemente in uso nelle marinerie locali per la pesca dell'aragosta. Le cale sono state 89 ad una profondità compresa tra i 30 ed i 140 m, per un totale di 479 individui pescati.

Di ogni individuo sono stati rilevati: la lunghezza totale (LT), la lunghezza del carapace (LC), il peso, il sesso, la profondità e la zona di cattura.

Sono stati inoltre rilevati i dati concernenti il pescato degli ultimi 15 anni della suddetta cooperativa.

Risultati

Dall'analisi dei dati raccolti nel 1998 durante la stagione di pesca, che in Sardegna è limitata dal divieto di pesca dell'aragosta dal primo settembre a tutto febbraio e dal periodo di fermo riguardante la pesca artigianale (effettuato di norma per 45 giorni consecutivi tra marzo e aprile), si è riscontrato che dei 479 individui catturati il 58% era rappresentato da maschi, ed il rimanente 42% da femmine.

Tale proporzione, sebbene il numero dei maschi sia sempre maggiore, non si mantiene però costante e varia in rapporto al mese e alla profondità. Infatti mentre nei primi due mesi di pesca (maggio-giugno) le differenze percentuali tra i due sessi tendono ad aumentare, nei successivi due tendono a diminuire, con un valore minimo nel mese di agosto (Fig. 1). A tale andamento risulta essere associata

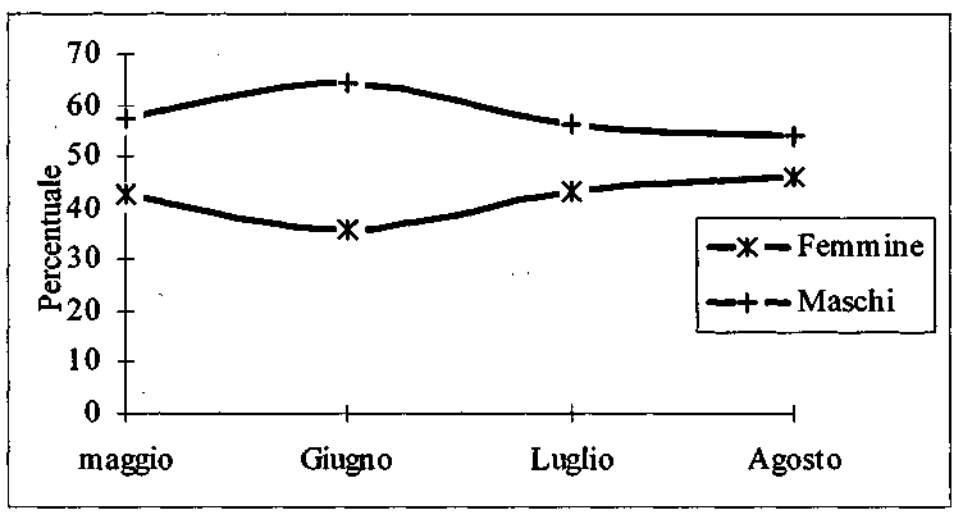


Fig. 1 - Variazione temporale della sex-ratio di *P. elephas*.
Temporal variation of sex-ratio.

una variazione delle taglie medie di cattura che risulta più marcata per le femmine nel mese giugno (Fig. 2). Queste variazioni, già osservate per l'isola di Menorca ed attribuite alla particolare biologia della specie (De Pablo Pons, 1992), potrebbero essere correlate con il periodo riproduttivo ed in particolare al raggiungimento da parte delle femmine della piena maturità sessuale nel mese di agosto (Cottiglia *et al.*, 1976).

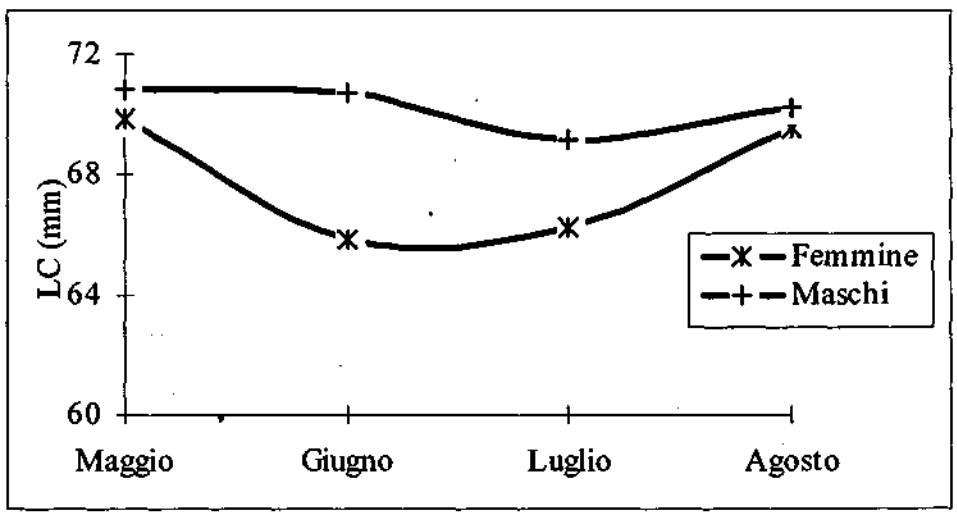


Fig. 2 - Variazione mensile taglia (LC) media di *P. elephas*.
Monthly variation of the average size (CL).

Altro fattore che influenza la sex-ratio, almeno durante il periodo da noi considerato, è la profondità. Infatti raggruppando gli individui in tre strati

batimetrici (0-50 m, 50-100, > 100 m) si può rilevare una progressiva diminuzione delle femmine con l'aumento della profondità (Fig. 3). Una sex-ratio dipendente dalla profondità ed attribuita proprio al comportamento riproduttivo è già stata segnalata per altre specie di crostacei decapodi, (Company e Sardà, 1997).

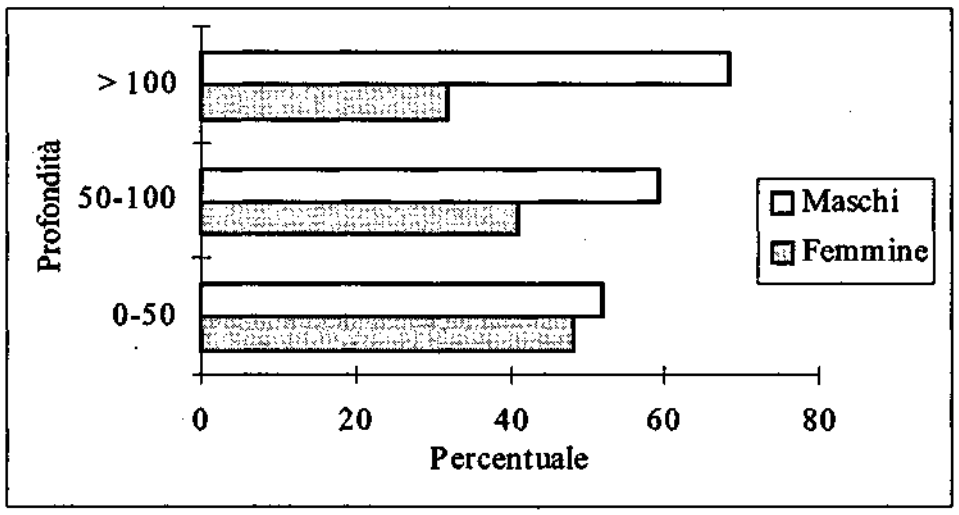


Fig. 3 - Variazione batimetrica della sex ratio di *P. elephas*.
Bathymetric variation of sex-ratio.

Analizzando poi i dati sul pescato della Coop. Pescatori Stintino risalta la costante diminuzione avvenuta tra il 1981 ed il 1997 (Fig. 4). Tale grafico, anche se non indicativo dello stato della risorsa, riflette la sensibile diminuzione delle rese medie stagionali per unità di sforzo riferita da Secci *et al.* (1995) per la marineria di Stintino. Inoltre, il range di cattura e la classe modale rispettivamente di 10-33 cm (con un solo individuo nelle classi 10 e 33 cm) e 19 cm osservati nel 1998 (Fig. 5), risultano inferiori a quelli riportati da Cottiglia *et al.* nel 1976 (14-45 cm e 25 cm) e da Secci *et al.* nel 1995 (19-37 cm e 23 cm), per altre aree della Sardegna. Da notare che mentre Cottiglia *et al.* per i campionamenti fanno riferimento allo stesso tipo di tramaglioni da noi utilizzati, i dati riportati da Secci *et al.* si riferiscono a catture effettuate sia con tramaglioni che con tramagli a maglia più stretta.

Conclusioni

Le variazioni della sex-ratio e delle taglie medie durante i mesi nei quali si è effettuata la ricerca, indicano la probabile esistenza di movimenti all'interno dell'area di pesca che, come osservato da Ceccaldi *et al.* (1994), sarebbero collegati oltre che alla ricerca di cibo e di rifugi, al periodo riproduttivo.

Dall'analisi dei dati storici, nonostante le informazioni in nostro possesso non ci permettano di ipotizzare fenomeni di sovrasfruttamento, risalta la sensibile diminuzione del pescato accoppiata ad un decremento della classe modale e del range di cattura, attribuibili in parte all'uso di nuove attrezzature (Secci *et al.* 95) come gli ecoscandagli di ultima generazione che permettono la facile individuazione di aree rocciose, ed in parte all'aumento del numero di imbarcazioni che effettuano questo tipo di pesca.

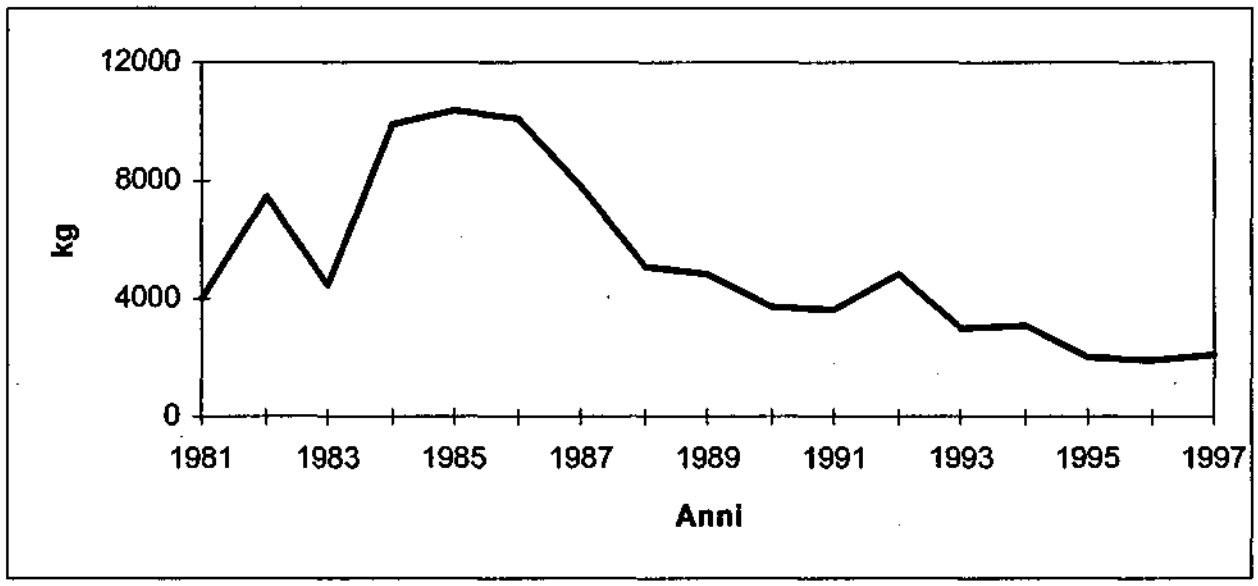


Fig. 4 - Catture (kg) di *P. elephas* della Coop. Stintino.
Catches (kg) of Palinurus elephas *of the Coop. Stintino.*

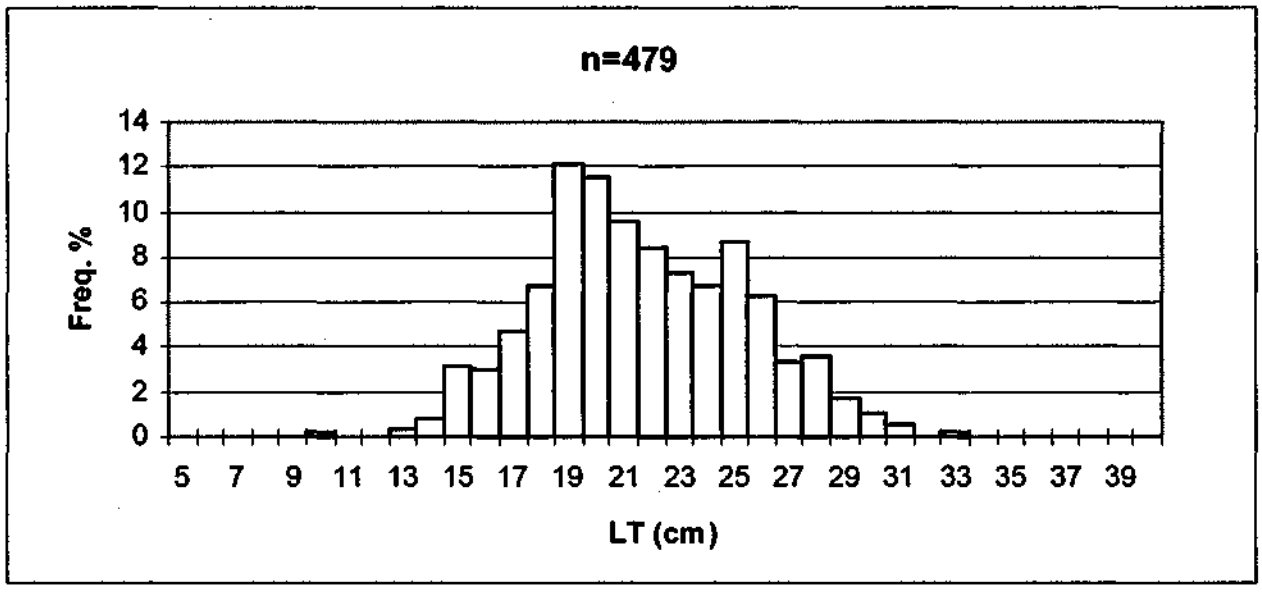


Fig. 5 - Struttura in lunghezza delle catture di *P. elephas* (1998).
Size frequency istogram of 1998 catches.

Bibliografia

CECCALDI H. J., LATROUITE D. (1994) - The French Fisheries for the European Spiny Lobster *Palinurus elephas.* In: Phillips B.F.; Cobb J.S.; Kittaka J. (eds), *Spiny Lobster Management,* London UK Blackwell scientific publications: 169-178.

COMPANY J.B., SARDÀ F. (1997) - Reproductive patterns and population characteristics in five deep-water pandalid shrimps in the Western Mediterranean along a depth gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **148**: 49-58.

COTTIGLIA M., GIGLIO M.B., IONTA G., MASALA B., SERRA E., TAGLIASACCHI MASALA M.L. (1976) - La biologia dell'aragosta nelle acque sarde. Proposte per una nuova normativa regionale di pesca. *La programmazione in Sardegna,* **61:** 48-56.

DE PABLO PONS F. (1992) - Estudio sobre la pesca de la langosta, *Palinurus elephas* Fabricius, en Menorca, 1990. *Informes tecnicos. Inst. Esp. de Ocean.,* **122**: 1-34.

SECCI E., ADDIS P.A., STEFANI M., CAU A. (1995) - La pesca del *Palinurus elephas* (Fabricius 1787) nei mari circostanti la Sardegna. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 455-457.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 798-801

P. CARPENTIERI, F. COLLOCA, P. GENTILONI, A. BELLUSCIO, G.D. ARDIZZONE

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo,
Università di Roma "La Sapienza", Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma, Italia.

ECOLOGIA TROFICA DI *MERLUCCIUS MERLUCCIUS* (LINNAEUS, 1758) NEL MAR TIRRENO CENTRALE

TROPHIC ECOLOGY OF MERLUCCIUS MERLUCCIUS *(LINNAEUS, 1758) IN THE CENTRAL TYRRHENIAN SEA*

Abstract

A total of 2487 stomach contents of Merluccius merluccius *(Pisces, Merlucciidae) were collected from 1997 to 1998 in the central Tyrrhenian sea, in order to study the feeding ecology of this species. Diet of European hakes was mainly composed of fish (97% by weight) with a predominance of* Sardina pilchardus *(31%), whereas crustaceans (2%) and cephalopods (1%) represented a secondary prey.*

Key-words: *Feeding ecology, European hake, Tyrrhenian sea.*

Introduzione

Il nasello costituisce una delle principali risorse per la pesca nel Mar Tirreno. Nonostante ciò le conoscenze su alcuni aspetti della biologia della specie, ed in particolare sull'alimentazione, sono ancora frammentarie.

Questa ricerca si è concentrata sull'ecologia trofica del nasello, con particolare attenzione alle diverse fasi del suo ciclo biologico, e prendendo in considerazione un ampio intervallo di taglie.

Materiali e metodi

L'analisi dei contenuti stomacali, prelevati mensilmente, è stata effettuata su esemplari di *Merluccius merluccius* di taglia (LT) compresa fra 5 e 90 cm, provenienti dallo sbarcato commerciale dei porti di Terracina e Ponza (strascico e reti da posta), e da campagne sperimentali di pesca a strascico effettuate tra la primavera del 1997 e l'inverno del 1998 (programmi Grund e Medits) (Ardizzone *et al.*, 1998). L'area studiata comprende il tratto di mare che va dal promontorio di Anzio a nord alla foce del Garigliano a sud.

Nel corso della ricerca sono stati esaminati 2487 esemplari, di cui sono state rilevate le misure biometriche e prelevati i contenuti stomacali quando presenti. I naselli esaminati sono stati successivamente divisi in nove classi di taglia per poter meglio analizzare l'andamento della dieta durante le diverse fasi dell'accrescimento (Tab.1).

Le prede sono state smistate e classificate al più basso livello tassonomico possibile. Per l'analisi quantitativa della dieta sono stati applicati i seguenti indici alimentari:

– Feeding Index (Indice di Intensità Trofica) (Hureau, 1970)

$$FI = fs/(fs+es)$$

(fs = stomaci pieni, es= stomaci vuoti);
(gli stomaci estroflessi non sono compresi in questo indice).

- Indice di frequenza relativa, F = (numero di stomaci contenenti la preda identificata / numero totale di stomaci pieni) × 100;
- Indice di abbondanza relativa, N = (numero di individui della preda identificata / numero totale delle prede) × 100;
- Indice di biomassa, W = (peso degli individui della preda identificata peso totale delle prede) × 100;
- Indice di importanza relativa, I.R.I. = %F x (%N+%W) espresso in percentuale (Pinkas *et al.*, 1971).

Tab. 1 - Caratteristiche degli stomaci analizzati per classi di taglia (FI = Indice di intensità trofica).
Characteristic of the stomachs sampled per size class (FI = Feeding index).

Lunghezza totale (cm)	Numero individui	Stomaci Estroflessi	Stomaci Vuoti	Stomaci Pieni	FI
5,0 - 10,9	73	9	48	16	0,25
11,0 - 15,9	364	39	172	153	0,47
16.0 - 20,9	564	46	279	239	0,46
21,0 - 25,9	465	45	247	173	0,41
26,0 - 30,9	542	65	339	138	0,29
31,0 - 35,9	202	27	116	59	0,34
36,0 - 40,9	123	28	66	29	0,31
41,0 - 50,9	91	32	40	19	0,32
51,0 - 90,0	63	21	26	16	0,38
Totale	**2487**	**312**	**1333**	**842**	**0,39**

Risultati e discussione

In totale sono state identificate 1450 prede appartenenti a 48 differenti taxa. I dati ottenuti, come anche gli altri studi condotti in Mediterraneo confermano (Piccinetti e Piccinetti Manfrin, 1971; Froglia, 1973; Andaloro *et al.*, 1985; Bozzano *et al.*, 1997), indicano come il nasello sia un attivo predatore durante tutto il corso del suo ciclo biologico (Tab. 2). I giovani di nasello (LT<15 cm) si alimentano principalmente di Misidacei (*Lophogaster typicus*) ed Eufausiacei (*Meganyctiphanes norvegica*) (Orsi Relini *et al.*, 1989). Con l'aumentare della taglia (LT 16-21 cm) alla dieta si aggiungono pesci sia nectonici (Clupeidae) che bentonici (Gobiidae, *Callionymus* sp., *Arnoglossus* sp.) e Cefalopodi del genere *Alloteuthis* e *Sepietta*. I naselli più grandi (LT 21-35 cm) basano la loro dieta su crostacei decapodi (*Alpheus glaber*, *Processa* sp.) e su una più ampia varietà di pesci. I Cefalopodi rivestono in questa classe di taglia (LT 21-35 cm) un ruolo di secondaria importanza. Gli individui adulti al di sopra della taglia di prima maturità (per i maschi LT ≥ 35 cm, per le femmine LT ≥ 38.5 cm), si alimentano quasi esclusivamente di pesci delle famiglie Clupeidae (*Sardina pilchardus*), Engraulidae (*Engraulis encrasicolus*) e Centracanthidae (*Centracanthus cirrus*) (Fig. 1).

In termini generali, l'esame della composizione alimentare nei diversi gruppi di taglia evidenzia la relazione tra dimensione delle prede e taglia del predatore.

Tab. 2 - Composizione percentuale della dieta di *Merluccius merluccius*.
Percent composition of the diet of Merluccius merluccius.

Crostacei	F	N	W	I.R.I.
Mysidacea				
Lophogaster typicus	2,26	1,95	0,06	0,16
Isopoda				
Isopoda n.i.	0,36	0,21	0,004	0,003
Euphausiacea	**3,21**	**24,2**	**0,04**	**1,40**
Euphausiacea n.i.	1,43	6,88	0,03	0,34
Meganyctiphanes norvegica	1,78	17,32	0,01	1,06
Decapoda	**30,17**	**23,92**	**2,38**	**7,52**
Solenocera membranacea	0,71	0,56	0,10	0,02
Parapenaeus longirostris	0,12	0,07	0,07	0,0006
Aristeus antennatus	0,12	0,07	0,01	0,0003
Aristeidae n.i.	0,12	0,14	0,05	0,001
Pasiphaea multidentata	0,12	0,07	0,02	0,0004
Pasiphaea sivado	0,83	0,49	0,07	0,02
Alpheus glaber	2,26	1,32	0,14	0,113
Aegaeon lacazei	0,24	0,14	0,02	0,001
Pontophilus spinosus	0,24	0,14	0,01	0,001
Crangonidae n.i.	0,12	0,07	0,003	0,0003
Processa sp.	1,90	1,18	0,09	0,08
Chlorotocus crassicornis	5,94	4,38	0,70	1,04
Plesionika heterocarpus	0,36	0,21	0,03	0,003
Plesionika sp.	1,54	0,90	0,15	0,06
Pandalidae n.i.	0,24	0,14	0,01	0,001
Decapoda n.i.	13,54	12,17	0,82	6,07
Crustacea n.i.	1,78	1,88	0,11	0,12
Stomatopoda				
Squillidae n.i.	0,12	0,07	0,02	0,0004
Cefalopodi				
Cephalopoda	**3,56**	**2,16**	**0,71**	**0,14**
Alloteuthis media	0,36	0,21	0,10	0,004
Sepietta oweniana	0,12	0,07	0,02	0,0004
Sepiolidae n.i.	1,66	0,97	0,37	0,08
Cephalopoda n.i.	1,43	0,90	0,22	0,06
Pesci				
Chondrichthyes				
Raja sp.	0,12	0,07	0,08	0,0004
Osteichthyes	**78,85**	**47,57**	**96,68**	**90,78**
Sardina pilchardus	23,28	14,39	31,81	37,10
Engraulis encrasicolus	8,43	5,35	9,29	4,26
Spicara flexuosa	1,07	0,76	3,32	0,15
Centracanthus cirrus	1,19	0,83	6,73	0,31
Centracanthidae n.i.	2,02	1,32	12,56	0,97
Merluccius merluccius	1,07	0,63	8,01	0,32
Trachurus trachurus	0,48	0,28	2,59	0,05
Mullus barbatus	0,12	0,07	0,24	0,001
Lepidotrigla dieuzeidei	0,24	0,14	0,65	0,006
Echiodon dentatus	0,12	0,14	0,09	0,001
Nettastoma melanurum	0,24	0,21	0,05	0,002
Gobiidae n.i.	0,24	0,14	0,04	0,001
Callionymus sp.	0,24	0,14	0,04	0,001
Arnoglossus sp.	0,24	0,14	0,05	0,002
Myctophidae n.i.	1,43	0,90	0,14	0,05
Chlorophthalmus agassizi	0,12	0,07	0,02	0,0004
Sphyraena sphyraena	0,12	0,07	1,31	0,006
Conger conger	0,12	0,14	0,06	0,001
Argentina sphyraena	0,71	0,42	1,73	0,05
Gadiculus argenteus	0,12	0,07	0,14	0,001
Osteichthyes n.i.	35,15	21,35	17,83	47,50

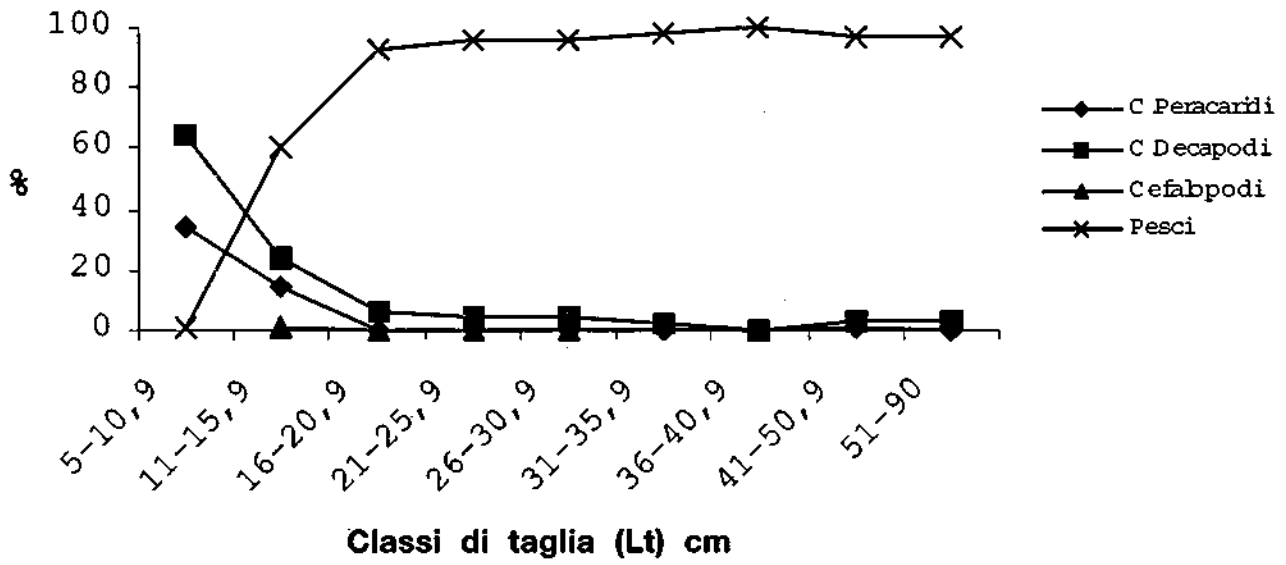


Fig. 1 - Composizione della dieta per classi di taglia. Indice di Importanza Relativa (I.R.I.). *Diet composition per size class (I.R.I.).*

Il nasello modifica le proprie preferenze alimentari in relazione alle esigenze derivanti dai processi di accrescimento. Cefalopodi, crostacei peracaridi e pesci bentonici di piccola taglia, salvo rare eccezioni assenti negli individui adulti, sono stati riscontrati solo nei naselli di taglia inferiore ai 21 cm. Negli esemplari più grandi (LT>36 cm), probabilmente in seguito ad un incremento dell'attività locomotoria e predatoria, la dieta è composta quasi esclusivamente da specie ittiche pelagiche.

Bibliografia

ANDALORO F., ARENA P., PRESTIPINO GIARRITTA S. (1985) - Contribution to the knowledge of the age, growth and feeding of hake *Merluccius merluccius* (L. 1758) in the Sicilian channel. *FAO Fish Rep.*, **336**: 93-97.

ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., GENTILONI P., COLLOCA F., CARDINALE M., CRESPI V., CARPENTIERI P., SCHINTU P. (1998) – Valutazione delle risorse demersali unità operativa T-4: foce del Garigliano – Isola di Giannutri, periodo 1985-1998. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 53-63.

BOZZANO A., RECASENS L., SARTOR P. (1997) - Diet of the european hake *Merluccius merluccius* (Pisces: Merlucciidae) in the Western Mediterranean (Gulf of Lions). *Sci. Mar.*, **61** (1): 1-8.

FROGLIA C. (1973) - Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) del Medio Adriatico. *Atti V Congresso Naz. Soc. It. Biol. Mar.*, Ed. Salentina Nardò: 327-341.

HUREAU J.C. (1970) – Biologie compareé de quelques poissons antartiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Océanogr.* Monaco, **68**: 1-244.

ORSI RELINI L., FIORENTINO F., ZAMBONI A. (1989) – Le nurseries del nasello mediterraneo: come, quando, perché. *Nova thalassia*, **10** (1): 407-416.

PICCINETTI C., PICCINETTI MANFRIN G. (1971) - Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) in Alto e Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Pesca, Fano*, **6** (3): 41-64.

PINKAS L., OLIPHANT M.S., IVERSON I.L.K. (1971) – Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish Bull.*, **152**: 1-150.

La ricerca è stata realizzata grazie al contributo finanziario della Commissione Europea (DG XIV).

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 802-806

A. CEFALI, R. BRUNO, F. MINNITI, M. CAVALLARO*, P. BARBERA

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Salita Sperone, 31 98166 S. Agata, Messina, Italia.
*Istituto di Anatomia degli Animali Domestici Messina, Italia.

RIPRODUZIONE E FECONDITÀ DI *GYMNAMMODYTES CICERELLUS* (RAF. 1810) NEL TIRRENO

REPRODUCTION AND BATCH FECUNDITY OF GYMNAMMODYTES CICERELLUS *(RAF. 1810) IN THE TYRRHENIAN SEA*

Abstract

In this report the reproduction and the batch fecundity of Gymnammodytes cicerellus *(Raf. 1810) were examined. The batch fecundity is determined by counting the number of hydratated oocytes in the ovary immediately before spawning (Hunter and Goldberg, 1980).*

Key-words: Gymnammodytes, *reproduction, batch fecundity, Tyrrhenian Sea.*

Introduzione

Tra gli Ammodytidae *Gymnammodytes cicerellus* (Raf. 1810) è l'unica specie presente nel Mediterraneo, dove vive su bassi fondi sabbiosi. I quantitativi pescati costituiscono una risorsa ittica di notevole importanza economica per le marinerie tirreniche della Sicilia.

Nell'intento di fornire informazioni biologiche sulla specie, utili anche ai fini della gestione dello stock, abbiamo preso in considerazione la riproduzione, analizzando: la sex ratio, il periodo riproduttivo, l'indice gonadosomatico e la fecondità con il metodo degli "ovociti idratati", sperimentato sui Clupeiformi da Hunter e Goldberg nel 1980; Hunter *et al.,* 1985; da Casavola 1995, Casavola e Rizzi 1995, Casavola *et al.*, 1996a, 1996b.

Materiali e metodi

Tra gennaio e dicembre 1998 (esclusi i mesi di luglio e agosto nei quali non sono stati rilevati campioni) sono stati campionati 898 individui provenienti dall'attività di pesca professionale, che si svolge con appositi "sciabichelli", lungo le coste del Basso Tirreno e precisamente tra Capo d'Orlando e Milazzo. Su ciascun esemplare sono stati rilevati: la lunghezza standard (LS) in centimetri, il peso eviscerato in grammi, il sesso, il peso delle gonadi in grammi e attraverso l'analisi macroscopica, il loro stadio maturativo in base alla scala di Holden-Raitt (1974). Per la stima della fecondità si è preso in considerazione il mese di marzo, periodo di massima deposizione, (Cefali *et al.,* 1997) prelevando frammenti di ovari maturi fissandoli in Bouin per l'analisi istologica ed in formalina al 10% tamponata con tetraborato di sodio, per eseguire il conteggio delle uova.

Risultati e discussione

Sugli individui campionati sono stati diagnosticati n. 327 maschi di taglia compresa tra 8,6 e 15,5 centimetri di LS e n. 571 femmine di taglia compresa

tra 8,5 e 16,1 centimetri di LS. La sex-ratio in relazione alla taglia degli individui è risultata in tutte le classi di frequenza di LS in favore delle femmine (Tab. 1).

Tab. 1 - Sex-ratio in relazione alla lunghezza standard.
Sex-ratio related to standard lenght.

Classi LS	M		F		Campioni
(cm)	%	N	%	N	N
8,1 - 8,5		0	100	1	1
8,6 - 9,0	25	4	75	12	16
9,1 - 9,5	32	12	68	25	37
9,6 -10,0	16	9	84	46	55
10,1-10,5	22	14	78	50	64
10,6-11,0	26	12	74	34	46
11,1-11,5	31	16	69	35	51
11,6-12,0	40	34	60	50	84
12,1-12,5	38	44	62	72	116
12,6-13,0	42	52	58	71	123
13,1-13,5	44	49	56	63	112
13,6-14,0	45	53	55	65	118
14,1-14,5	39	17	61	27	44
14,6-15,0	45	9	55	11	20
15,1-15,5	29	2	71	5	7
15,6-16,0			100	4	4
Totale		327		571	898

L'elaborazione dei dati di sex-ratio in relazione ai mesi (Fig. 1) evidenzia la preponderanza delle femmine in corrispondenza del periodo riproduttivo, mentre nel periodo intergenetico la sex ratio è prossima al 50%. Lo stadio maturativo delle gonadi nell'arco di un intero anno (Tab. 2), evidenzia maschi con gonadi al IV stadio già presenti con valori di 32% nel mese di dicembre, mentre le femmine con lo stesso stadio maturativo, sono appena l'8%. Nei mesi successivi i valori aumentano progressivamente, fino a raggiungere, nel mese di marzo, il 63% per i maschi ed il 71% per le femmine per poi decrescere fino a maggio. Da ciò si evidenzia che il periodo riproduttivo di *G. cicerellus* è tra dicembre e maggio, in accordo con quanto già riferito da Cavallaro *et al.*, (1993) e Cefali *et al.*, (1997) ed è prolungato di circa tre mesi rispetto a quello conosciuto per altre aree mediterranee (Bini, 1968).

La taglia di prima maturità sessuale è stata riscontrata a cm 10 di LS per le femmine e cm 11 di LS per i maschi.

L'andamento dei valori medi dell'indice gonadosomatico (Pg/Pev x 100) (Fig. 2) evidenzia in entrambi i sessi, un periodo iniziale di maturazione tra ottobre

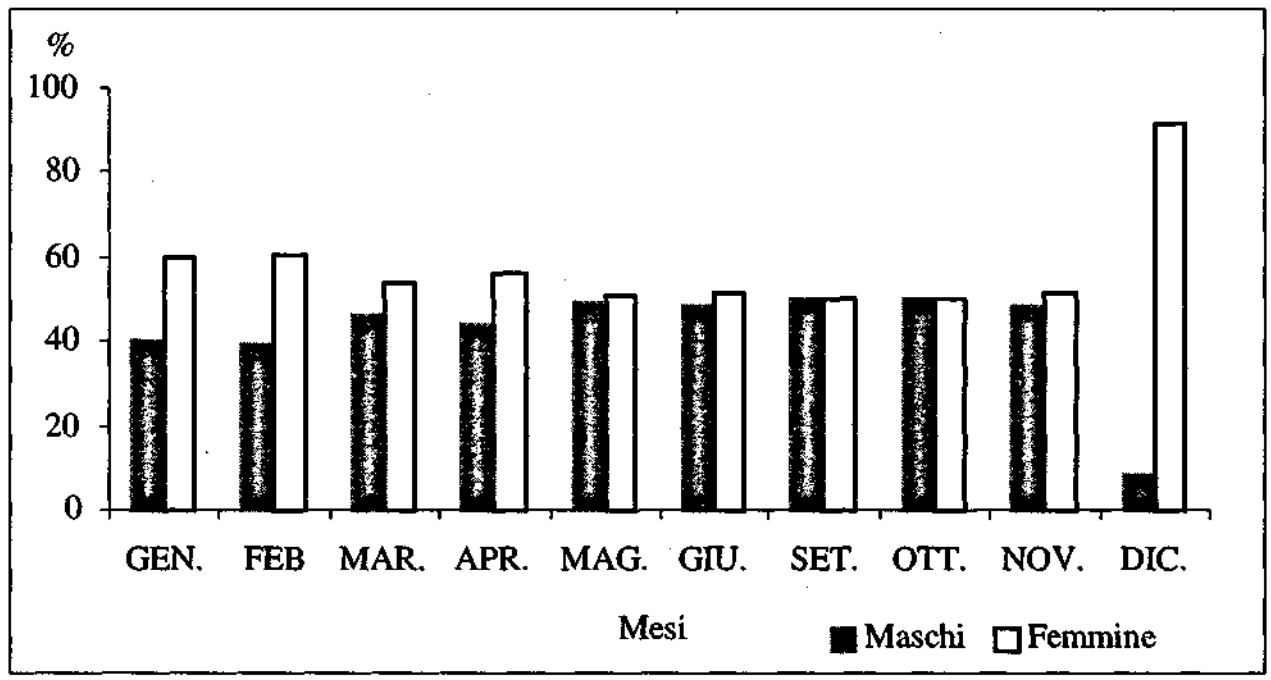


Fig. 1 – Andamento mensile della sex-ratio.
Sex-ratio Monthly trend.

Tab. 2 – Distribuzione mensile delle frequenze in relazione agli stadi maturativi delle gonadi maschili e femminili.
Monthly distribution of frequency per cent related to maturative stages of gonads.

Stadi maturità	I		II		III		IV		V	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Mesi										
GEN.	7	4	0	42	43	27	50	27	0	0
FEB.	0	6	0	35	42	27	58	31	0	0
MAR.	0	3	3	4	34	21	63	71	0	0
APR.	10	11	21	8	31	32	34	41	3	8
MAG.	42	9	12	32	12	21	30	21	3	18
GIU.	69	56	31	44	0	0	0	0	0	0
SET.	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
OTT.	65	100	30	0	4	0	0	0	0	0
NOV.	13	73	33	27	54	0	0	0	0	0
DIC.	5	14	11	31	53	46	32	8	0	0

e novembre, successivamente uno di rapida maturazione fino al mese di marzo, con valori medi di 24,1 per i maschi e 22,61 per le femmine; il periodo riproduttivo termina a maggio.

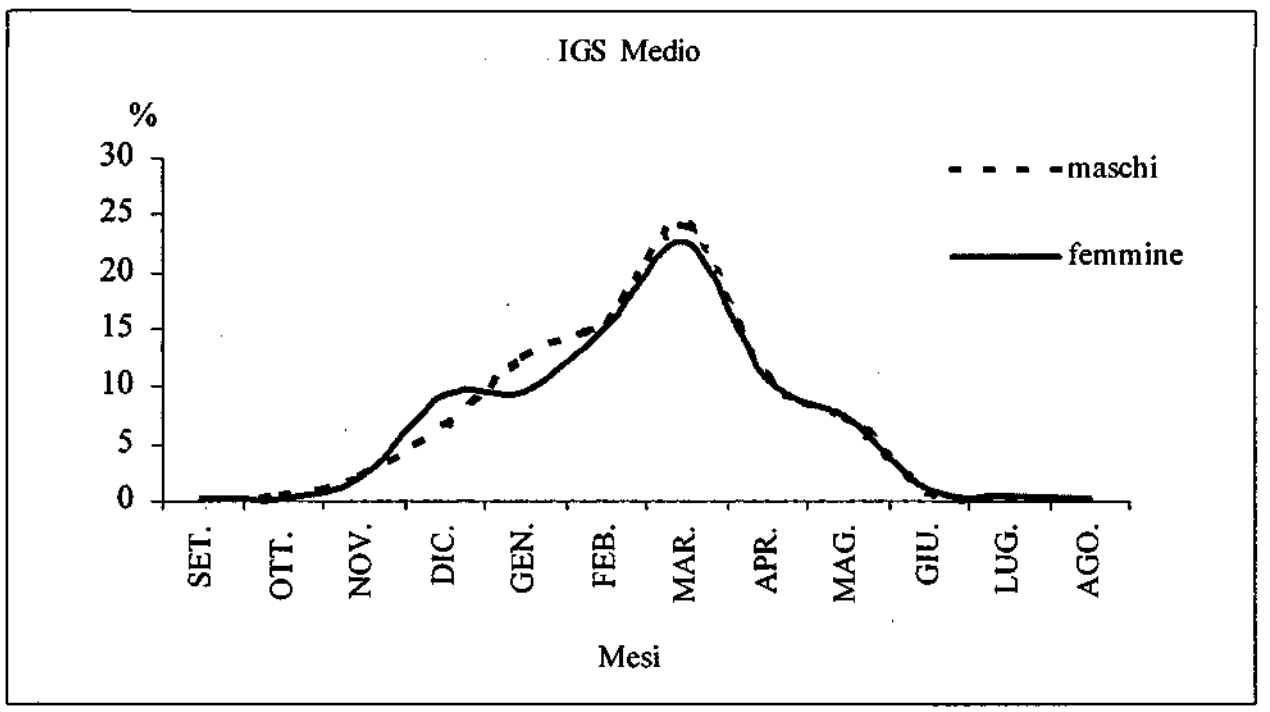


Fig. 2 – Indice gonadosomatico nell'anno.
Gonadosomatic index trend during the year.

Nel mese di marzo, su 63 femmine esaminate, solo 18 presentavano "ovociti idratati" dalla caratteristica forma irregolare (dal diametro max 0,8 mm). Su queste ultime è stata valutata la fecondità (F = numero di uova in relazione al peso eviscerato) (Fig. 3) mediante la regressione:

$$F = mPE + b$$

$$b = -7917{,}23;\ m = 4320{,}056;\ \text{correlazione}\ r = 0{,}943$$

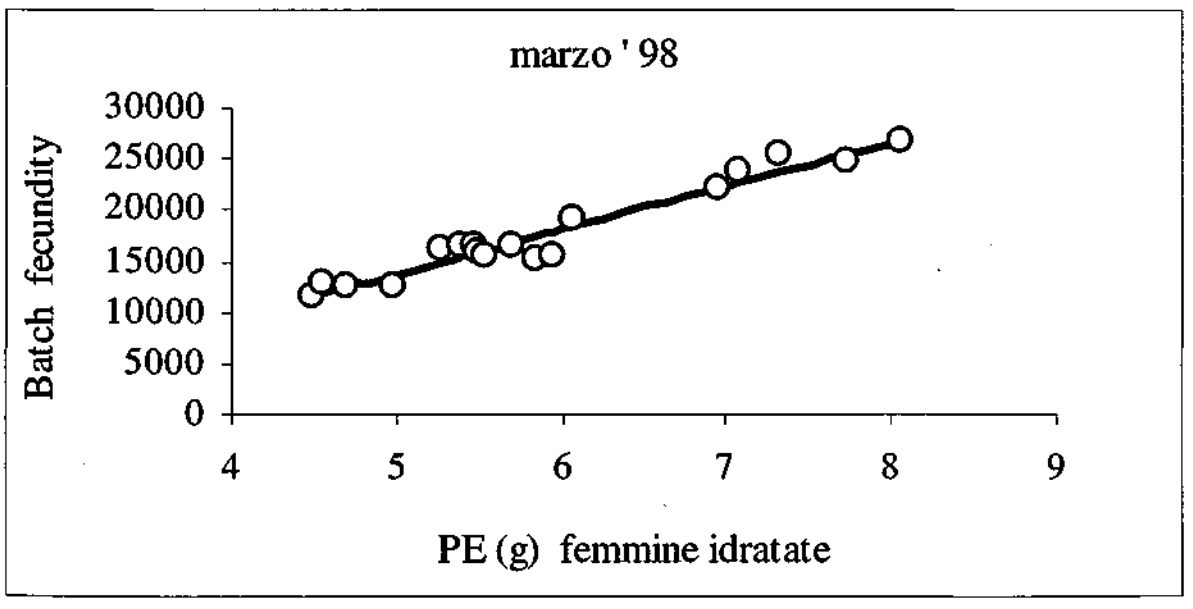


Fig. 3 - Regressione lineare tra fecondità del lotto e peso delle femmine idratate nel mese di marzo '98.
Linear regression between the batch fecundity and weight of sampled hydrated females during march '98.

Bibliografia

BINI G. (1968) - *Atlante dei pesci delle coste italiane. Osteitti.* Mondo Sommerso Editrice, 4: 163 pp.

CASAVOLA N. (1995) - "Fecondità del lotto" di *Engraulis encrasicolus* L. nel basso Adriatico. *Biol. Mar. Medit.* **2** (2): 469-471.

CASAVOLA N., RIZZI E. (1995) - Fecondità del lotto di *Sardina pilchardus* (Walb.) nel basso Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 473-474.

CASAVOLA N., MARANO G., RIZZI E. (1996a) - Batch fecundity of *Engraulis encrasicolus* L. in the South-Western Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, **60** (2-3): 369-377.

CASAVOLA N., RIZZI E., DE RUGGERI P. (1996b) -"Batch fecundity" di *Engraulis encrasicolus* (L.) nell'Adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 537-539.

CAVALLARO G., POTOSCHI A., LO DUCA G., STURIALE P. (1993) - Contributo alla conoscenza di alcuni aspetti della biologia di *Gymnammodytes cicerellus* (Raf. 1810). *Biologia Marina, Suppl. Notiz. SIBM,* **1**: 369-370.

CEFALI A., POTOSCHI A., BRUNO R., CAVALLARO G., MANGANARO A., COSTA F. (1997) - Analisi quali-quantitativa del novellame di popolazioni ittiche lungo la costa tirrenica siciliana ed osservazioni sul periodo riproduttivo di alcune specie. *Biol. Mar. Medit.* **4** (1): 211-216.

HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1974) - Manual of fisheries science. Part 2-Methods of resources investigation and their application. FAO *Fish. Tech. Pap.*, (115) Rev. **1**: 214 p.

HUNTER J.R., GOLDBERG S.R. (1980) - Spawing incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax. Fish. Bull.*, **77** (3): 641-652.

HUNTER J.R., LON.C.H., LEONG R.J.H (1985) - Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: Lasker (ed.), *An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy,* Engraulis mordax. *NOAA Tech. Rep. NMS*F, **36**: 67-77.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 807-810

M. Dalù, G. La Mesa, M. Vacchi

ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,
Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

VARIAZIONI NELLA COMPOSIZIONE DI DIETA DEL PESCE COSTIERO ANTARTICO *TREMATOMUS BERNACCHII* BOULENGER 1902

VARIATIONS IN THE DIET COMPOSITION OF THE ANTARCTIC COASTAL FISH TREMATOMUS BERNACCHII *BOULENGER 1902*

Abstract

Variability in prey resource use by the nototheniid fish Trematomus bernacchii *Boulenger 1902 was studied in relation to fish length and sampling site. The diet differed among size groups regarding to the numerical and weight composition, but not to prey-types. Sampling site was the main factor explaining the variability in the diet composition.*

Key-words: *Antarctic fish,* T. bernacchii, *diet, resource-use variability.*

Introduzione

Campagne di ricerca sulla comunità ittica costiera di Baia Terra Nova (Ross Sea) sono state realizzate tra il 1987 ed il 1995 nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide. Tra le specie ittiche rilevate, il nototenide *Trematomus bernacchii* Boulenger 1902 è risultata la più abbondante, rappresentando circa il 60% delle catture totali. *T. bernacchii* presenta una distribuzione circum-antartica, in un ampio intervallo batimetrico fino a 600 m profondità, benché la sua massima abbondanza a Baia Terra Nova si riscontri tra 0-100 m; *T. bernacchii* è una tipica specie bentivora, di abitudini sedentarie (Vacchi *et al.*, in stampa).

La disponibilità di preda e la selettività taglia-dipendente di predazione sono generalmente ritenuti i due fattori ecologici che maggiormente determinano la variabilità nell'uso delle risorse alimentari all'interno di una popolazione. In questo lavoro ci poniamo l'obiettivo di descrivere l'influenza di questi due fattori sulla composizione della dieta assumendo rispettivamente come parametri biologici il sito di campionamento e la lunghezza del pesce.

Materiale e metodi

Una descrizione quali-quantitativa della dieta è stata condotta su 285 individui, di taglia compresa tra 141-335 mm di lunghezza totale (LT), pescati durante l'estate australe 1990-1991. Il sito di studio è un'area limitata (circa 20 km di costa) nella Baia di Terra Nova, Mare di Ross (74°41'42" S, 164°07'24" E). Le operazioni di pesca sono state condotte mediante reti fisse, tra 50-500 m profondità, per un totale di 19 cale effettuate in 6 stazioni.

I dati della dieta sono stati descritti mediante la composizione percentuale numerica (N%) ed in peso umido (W%), la frequenza di rinvenimento della preda (FO), la diversità (indice di Shannon-Wiener, H') e l'equitabilità (Evenness, J'). Il campione di studio è stato suddiviso in tre gruppi di taglia secondo intervalli

arbitrariamente scelti, in modo tale da ottenere campioni il più possibile ampi ed omogenei nelle dimensioni.

Le variazioni taglia-dipendenti della dieta sono state descritte confrontando i gruppi di taglia mediante un'analisi delle frequenze, testando l'ipotesi nulla d'indipendenza sulla base della statistica "G" (Sokal e Rohlf, 1995). Un diverso indice, la percentuale di rinvenimento della preda (O%) (Cortez *et al.*, 1995), è stato adottato al posto della frequenza di rinvenimento della preda (FO). La somma delle osservazioni di questo indice è 100, contrariamente a quanto accada in FO, e ciò permette il suo uso in un'analisi delle frequenze. Esso esprime la percentuale di stomaci contenenti una determinata preda rispetto al totale degli stomaci con prede, ciascuno stomaco contato tante volte quanti sono i tipi di preda in esso contenuti.

La frequenza di rinvenimento della preda (FO), per le diverse categorie di preda, è stata posta in relazione sia con la lunghezza del predatore sia con i siti di prelievo. Un'analisi della covarianza è stata eseguita, usando il sito di campionamento quale variabile e la lunghezza del pesce quale covariata. Ciò ha permesso di valutare la dipendenza delle singole categorie di preda da tali due fattori, ed il grado in cui quest'ultimi contribuiscono alla varianza (Kock *et al.*, 1994).

Risultati

La tabella 1 riporta i valori di O%, N%, W% di ciascuna categoria di preda per i tre gruppi di taglia, unitamente ai valori H' e J' per il peso ed il numero. Nessuna differenza è stata riscontrata nella composizione qualitativa della dieta (O%) tra i gruppi di taglia, mentre le diete differiscono significativamente sulla base dei dati quantitativi in numero (N%) e biomassa (W%). I valori di H' e J' diminuiscono all'accrescersi della taglia.

L'analisi della covarianza (Tab. 2) evidenzia l'influenza della posizione geografica del campionamento e della lunghezza del pesce. Tali due variabili spiegano la maggior parte della varianza osservata nel rinvenimento dei più importanti elementi di preda, con valori elevati del coefficiente di determinazione (R^2) per *Adamussium colbecki* (Bivalvia: Pectinidae), i policheti, *Philine* sp. (Opistobranchia: Cephalaspidae) ed i pesci. I risultati dell'analisi della covarianza mostrano, inoltre, che il sito di campionamento è la variabile che maggiormente contribuisce alla varianza, mentre il contributo della lunghezza del pesce alla varianza totale, compreso tra l'1,6 % di *A. colbecki* ed il 30,9% dei pesci, non è mai statisticamente significativo (a=0,05).

Discussione

Nell'intervallo di taglia considerato in questo studio, sulla base dei dati qualitativi di rinvenimento delle prede, non si osservano differenze significative nella composizione della dieta tra i gruppi di taglia. *Trematomus bernacchii* tende cioè a sfruttare gli stessi tipi di preda con l'aumentare della sua taglia. Se la dieta viene confrontata sulla base dei dati di composizione in numero ed in biomassa, si riscontrano, invece, differenze significative tra i gruppi di taglia, che indicano l'adozione di strategie di alimentazione sui differenti tipi di preda. In particolare, all'aumentare della taglia del predatore si assiste ad un aumento dell'importanza relativa in biomassa delle risorsa di preda *A. colbecki* e dei pesci

Tab. 1 - Comparazione della dieta tra gruppi di taglia di *T. bernacchii* per i tre indici di dieta O%, N%, W%. Risultati del G-test secondo la correzione di William (G_{adj}) e valori dell'indice di Shannon-Wiener (H') e dell'Evenness (J'), insieme al numero dei casi (Totale 100%) per il quale le proporzioni delle singole categorie-preda sono state calcolate(**p*<0,05;***p*<0,01, *NS* non significativo).

Diet comparison among size groups of T. bernacchii *for the diet indices O%, N%, W%. Results of the G-test with William's correction (G_{adj}), and values of Shannon-Wiener index (H') and Evenness (J'), together with the total number of instances (Total 100%) in which prportions of the different prey-categories were calculated (*p<0,05;**p<0,01, NS not significative).*

Taglia / Categoria di preda	141-209 mm (n = 77)		210-259 mm (n= 123)		260-335 mm (n = 85)
	O%				
Policheti	35,19	NS	26,67	NS	27,19
Adamussium colbecki	26,85	NS	33,33	NS	31,58
Philine sp.	5,56	NS	7,33	NS	3,51
Limacina helicina	4,63	NS	6,00	NS	7,89
Anfipodi	8,33	NS	9,33	NS	11,40
Pesci	2,87	NS	7,33	NS	8,77
Altri	16,67	NS	10,00	NS	9,65
Totale 100%	108		150		114
G_{adj} (gl = 6)		8,41		2,24	
p		NS		NS	
	N%				
Policheti	20,25	**	7,82	NS	6,33
A. colbecki	17,72	*	11,43	NS	8,64
Philine sp.	4,64	NS	2,71	NS	1,92
L. helicina	32,91	**	15,79	**	9,40
Anfipodi	3,80	**	50,83	**	69,10
Pesci	1,27	NS	1,65	NS	1,92
Altri	19,41	**	9,77	**	2,69
Totale 100%	237		665		521
G_{adj} (gl = 6)		206,58		53,81	
p		<0,01		<0,01	
Diversità (H')	2,777		2,605		1,412
Evenness (J')	0,721		0,693		0,411
	W%				
Policheti	30,57	*	16,13	*	8,53
A. colbecki	44,31	NS	34,06	**	50,77
Philine sp.	5,49	NS	12,05	*	5,87
L. helicina	1,17	NS	0,87	NS	0,27
Anfipodi	2,55	NS	3,24	NS	3,83
Pesci	5,34	**	31,02	NS	22,28
Altri	10,58	*	2,63	**	8,46
Totale 100%	54		200		278
G_{adj} (gl = 6)		24,97		29,00	
p		<0,01		<0,01	
Diversità (H')	2,635		2,370		2,067
Evenness (J')	0,684		0,630		0,602

Tab. 2 - Risultati di ANCOVA (dati standardizzati a $s^2=1$).*$p<0.01$;**$p<0.001$.
Results of ANCOVA (data standardized $s^2=1$).$p<0.01$;**$p<0.001$.*

variabile *Y*	variabile *X*	*F* Parziale	*F* Totale	Livello di significatività *F* parz.	Livello di significatività *F* tot.	R^2
Policheti	Sito	12,71	10.66	0,0005**	0,0003**	0.85
	Lungh. pesce	0,39		0,5436		
A. colbecki	Sito	102,51	85.71	0,0001**	0,0001**	0.98
	Lungh. pesce	1,68		0,2220		
Philine sp.	Sito	8,47	7.22	0,0017**	0,0026**	0.80
	Lungh. pesce	0,99		0,3402		
Anfipodi	Sito	0,94	0.80	0,4906	0.5899	0.30
	Lungh. pesce	0,08		0,7831		
Pesci	Sito	5,69	5.17	0,0078*	0,0093*	0.74
	Lungh. pesce	2,55		0,1389		
Altri	Sito	0,74	0.64	0,6113	0.6974	0.26
	Lungh. pesce	0,16		0,7004		

e ad una riduzione dell'importanza relativa dei policheti, mentre da un punto di vista numerico si osserva un aumento dell'importanza relativa nella dieta degli anfipodi ed una riduzione riguardante *Limacina helicina* (Opistobranchia: Pteropoda) e *A. colbecki*.

In questo lavoro si osserva che il principale parametro determinante la variabilità nell'uso delle risorse alimentari è il sito di campionamento. Esso, infatti, da solo spiega la maggior parte della varianza osservata nelle principali categorie di preda.

Tali osservazioni inducono a considerare *T. bernacchii* un predatore caratterizzato da un elevato grado di plasticità nella strategia alimentare, la cui dieta può sensibilmente differire tra i siti di campionamento, presumibilmente in ragione della reperibilità delle risorse alimentari.

Bibliografia

CORTEZ T., CASTRO B.G., GUERRA A. (1995) - Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Marine Biology*, **123**: 497-503.

KOCK K.H., WILHELMS I., EVERSON I., GROGER J. - (1994). Variations in the diet composition and feeding intensity of mackerel icefish *Campsocephalus gunnari* at South Georgia (Antarctica). *Marine Ecology Progress Series*, **108**: 543-577.

SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1995) - *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3^ ed.* W. H. Freeman co., NY: 878 pp.

VACCHI M., LA MESA M., GRECO S. (in press) - The coastal fish fauna of Terra Nova Bay, Ross Sea, Antarctica. In: *Ross Sea Ecology. Italian Antarctic Expeditions (1987-1995)*, Berlin, Springer-Verlag.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 811-812

D. GIORDANO, F. PERDICHIZZI, N. LODDO, P. RINELLI

Istituto Sperimentale Talassografico, CNR
Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

SPECIE ITTICHE BATIALI NEL TIRRENO MERIDIONALE

BATHYAL FISH SPECIES IN THE SOUTHERN TYRRHENIA SEA

Abstract

The faunistic list of bathyal fishes collected during seven trawl surveys, carried out from 1994 to 1998 in the Southern Tyrrhenian Sea, is reported.

Key-words: *Bathyal fishes, Tyrrhenian Sea.*

Introduzione

In questa nota viene fornita una check-list delle specie ittiche batiali catturate, mediante rete a strascico, in un'area del basso Tirreno, nell'ambito del programma nazionale, finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, "Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani". I dati acquisiti contribuiscono ad aggiornare quanto noto sulla composizione specifica della fauna ittica profonda nel Tirreno Meridionale (Relini, 1995).

Materiali e metodi

I dati qui riportati si riferiscono complessivamente a 130 cale campionate nel corso di sette campagne di pesca a strascico eseguite tra il 1994 ed il 1998 (due nel periodo primaverile e cinque in quello autunnale) in un'area compresa tra Capo Suvero (Calabria) e Capo San Vito (Sicilia). Le cale, ciascuna della durata di un'ora, tutte comprese fra 200 ed 800 metri di profondità, sono state allocate secondo metodo random stratificato (Greco *et al.*, 1996). Per il campionamento è stata utilizzata una rete di tipo italiano con maglia la sacco di 36 mm.

Risultati e discussione

Sono state complessivamente rinvenute 83 specie, 15 Selaci e 68 Teleostei (Tab. 1).

Da un confronto con l'elenco faunistico pubblicato da Relini nel 1995, in cui viene riportata la lista delle specie ittiche batiali catturate con reti a strascico in Mediterraneo, si segnala il rinvenimento di dodici nuove specie, 4 Selaci, *Centrophorus granulosus*, *Torpedo marmorata*, *Raja polystigma*, *Dasyatis pastinaca* e 8 Teleostei, *Hygophum hygomii*, *Deltentosteus quadrimaculatus*, *Centrolophus niger*, *Polyprion americanus*, *Lobianchia gemellarii*, *Diaphus holti*, *Diaphus metopoclampus* e *Gonichthys coccoi*.

Tab. 1 - Elenco delle specie riscontrate.
List of the collected species.

Ordine Chimaeriformes
Chimaera monstrosa Linnaeus, 1758
Ordine Lamniformes
Galeus melastomus Rafinesque, 1810
Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)
Scyliorinus stellaris (Linnaeus, 1758)
Ordine Squaliformes
Centrophorus granulosus (Balch & Schneider, 1801)
Etmopterus spinax (Linnaeus, 1758)
Dalatias licha (Bonnaterre, 1788)
Ordine Rajiformes
Torpedo marmorata Risso, 1810
Torpedo nobiliana Bonaparte, 1835
Raja asterias Delaroche, 1809
Raja miraletus Linnaeus, 1758
Raja montagui Fowler, 1910
Raja oxyrynchus L., 1758
Raja polystigma Regan, 1923
Dasyatis pastinaca L., 1758
Ordine Notacanthiformes
Notacanthus bonapartei Risso, 1840
Ordine Anguilliformes
Nettastoma melanurum Rafinesque, 1810
Conger conger (Linnaeus, 1758)
Ordine Salmoniformes
Argentina sphyraena Linnaeus, 1758
Glossanodon leioglossus (Valenciennes,1848)
Ordine Stomiiformes
Gonostoma denudatum Rafinesque, 1810
Argyropelecus hemgymnus Cocco, 1829
Maurolicus muelleri (Gmelin, 1789)
Valencienellus tripunctulatus (Esmark, 1871)
Vinciguerria attenuata (Cocco, 1838)
Chauliodus sloani Schneider, 1801
Stomias boa (Risso, 1810)
Bathophilus nigerrimus Giglioli, 1884
Ordine Aulopiformes
Chlorophthalmus agassizii Bonaparte, 1840
Ordine Myctophiformes
Diaphus holti Taning, 1918
Diaphus rafinesquei (Cocco, 1838)
Diaphus metopoclampus Cocco, 1829
Electrona rissoi (Cocco, 1829)
Hygophum benoiti (Cocco, 1838)
Hygophum hygomii (Lutken, 1892)
Lampanyctus crocodilus (Risso, 1810)
Lobianchia dofleini (Zugmayer, 1911)
Notoscopelus elongatus (Costa, 1844)
Lobianchia gemellarii Cocco, 1838
Lobianchia dofleini Zugmayer, 1911
Gonichthys coccoi Cocco, 1829
Ordine Gadiformes
Mora moro (Risso, 1810)
Gadiculus argenteus Guichenot,
Micromesistius poutassou (Risso, 1826)
Molva dipterygia (Pennant, 1784)
Phycis blennoides (Brunnich, 1768)
Phycis phycis (Linnaeus, 1766)
Trisopterus minutus capelanus (Linnaeus, 1758)
Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758)
Coelorhynchus coelorhynchus Risso, 1810
Hymenocephalus italicus Giglioli, 1884
Nezumia aequalis (Gunther, 1878)
Nezumia sclerorhynchus (Valenciennes, 1838)
Trachyrhynchus trachyrhynchus (Risso, 1810)
Ordine Ophidiiformes
Benthocometes robustus (Goode & Bean, 1886)
Ordine Beryciformes
Hoplostetus mediterraneus Cuvier, 1829
Ordine Syngnathiformes
Macrorhamphosus scolopax (Linnaeus, 1758)
Ordine Scorpaeniformes
Helicolenus dactylopterus (Delaroche, 1809)
Peristedion cataphractum (Linnaeus, 1758)
Ordine Perciformes
Epigonus denticulatus Dieuzeide, 1950
Epigonus telescopus (Risso, 1810)
Cepola macrophthalma Linnaeus, 1758
Callionymus maculatus Rafinesque, 1810
Synchiropus phaeton Gunther, 1861
Deltentosteus quadrimaculatus (Valenciennes, 1837)
Lepidopus caudatus (Euphrasen, 1788)
Centrolophus niger (Gmelin, 1789)
Polyprion americanum (Schneider, 1801
Schedophilus medusophagus Cocco, 1839
Ordine Pleuronectiformes
Citharus linguatula (Linnaeus, 1758)
Arnoglossus imperialis (Rafinesque, 1810)
Arnoglossus laterna (Walbaum, 1792)
Arnoglossus rueppeli (Cocco, 1844)
Arnoglossus thori Kyle, 1913
Bothus podas (Delaroche, 1809)

Lepidorhombus bosci (Risso, 1810)
Lepidorhombus whiffiagonis (Walbaum, 1792)
Symphurus nigriscens Rafinesque, 1810
Microchirus ocellatus (Linnaeus, 1758)
Sinphurus ligulatus Cocco, 1844

Ordine Zeiformes
Zeus faber Linnaeus, 1758
Capros aper (Linnaeus, 12758)

Bibliografia

GRECO S., PERDICHIZZI F., CAPECCHI D., GIORDANO D., SPALLETTA B. (1996) - Valutazione delle Risorse Demersali nei Mari Italiani (GRUND 1994-1996): Unità Operativa T6. *Rapporto finale. Ministero Risorse Agricole Alimentari e Forestali.* Roma.

RELINI G. (1995) - La fauna ittica batiale del Mediterraneo con particolare riferimento ai campionamenti dello strascico. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 177-183.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 813-816

E. Lecca, M.F. Meloni, R. Savarino*, C. Tidu

Acquacoltura e Ricerca Piccola Soc. Coop., Via Brigata Sassari, 31
09045 Quartu S. Elena, Cagliari, Italia.
* C.I.R.S.PE., Roma, Italia.

IMPATTO DELLE RETI DA POSTA FISSA NEL GOLFO DI PALMAS (SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE): DATI PRELIMINARI

IMPACT OF GILL NETS IN THE GULF OF PALMAS (SW SARDINIA): PRELIMINARY DATA

Abstract

Preliminary data coming from 10 fishing surveys carried out by gill nets with 22.7 mm and 20.8 mm of mesh side in south-western Sardinia were analysed. In general, the modal length of the species caught increased with increasing mesh size. Minimum sampled size per species was compared with the minimum legal landing size and $L_{50\%}$ (maturation size).

Key-words: *fishery, net selectivity, fish sizes, gill-net, Sea of Sardinia.*

Introduzione

Il sistema di pesca con reti da posta fissa risulta essere selettivo rispetto ad altri sistemi quali le reti trainate, in quanto utilizzando reti con maglie di misura adeguata è possibile prevenire la cattura di giovanili e selezionare il pescato in base ad un *range* di taglia ristretto (Petrakis e Stergiou, 1996). Esistono a tale proposito alcuni studi nel Mediterraneo (Petrakis e Stergiou, 1995, 1996; Voliani *et al.*, 1998); poche sono invece le conoscenze inerenti l'utilizzo di questo sistema di pesca in Sardegna nonostante la notevole importanza socio-economica. Infatti in Sardegna circa il 90% delle imbarcazioni ha una stazza (TSL) inferiore a 10 e pratica la piccola pesca artigianale. In particolare, nel Golfo di Palmas l'utilizzo delle reti da posta compare nel 95% delle licenze (AA.VV., 1997).

Questa nota riporta i dati preliminari di uno studio ancora in corso, il cui obiettivo è valutare rendimento, efficienza, selettività e impatto sulle forme giovanili delle reti da posta con maglia del "12" e del "13".

Materiali e metodi

Nel Golfo di Palmas sono state effettuate 10 campagne di pesca con reti da posta monofilo, da maggio 1998 ad aprile 1999. Sono stati utilizzati due pescherecci di TSL 2,97 e 8,88 muniti di reti di lunghezza da 300 a 600 m e altezza pari a 1,5 m, con maglia del 12 e del 13 (misure che indicano i nodi per palmo di 25 cm: lato di maglia nominale rispettivamente di 22,7 e 20,8 mm). Il rapporto di armamento utilizzato, calcolato sulla lima dei sugheri, era pari a 0,5. Le reti venivano calate sul fondo ad una batimetrica compresa tra i 20 ed i 45 m, e tenute in pesca per circa due ore a cavallo del tramonto. La scelta della posizione delle cale veniva fatta sulla base dell'esperienza dell'operatore e non corrispondeva necessariamente con quelle effettuate il mese precedente, così come diverso poteva risultare il substrato.

I campioni raccolti venivano suddivisi per specie e su un subcampione venivano rilevati la lunghezza totale (cm) ed il peso (g).

Risultati

Durante l'intera campagna di pesca sono stati catturati 5990 individui appartenenti a 36 specie per un peso totale di 231,9 kg. Mediamente, per ogni azione di pesca, sono stati catturati 1,49 kg/100 m^2 e 1,42 kg/100 m^2 rispettivamente con le maglie del 12 e del 13. Nella Tab. 1 vengono riportate le specie maggiormente rappresentate nel pescato, i relativi rendimenti e le percentuali in numero e peso.

Tab.1 - Rendimento (kg/100 m^2) e composizione percentuale in numero (n) e peso delle specie catturate con le diverse maglie.
Catches (kg/100 m^2) of net, by species and mesh size - Numerical (n) and weight (kg) composition of catches by species and mesh size (in %).

	maglia da "12"			maglia da "13"		
	kg/100 m^2	kg (%)	n (%)	kg/100 m^2	kg (%)	n (%)
Boops boops	0,14	9,4%	5,9%	0,17	12,0%	5,3%
Chromis chromis	0,22	14,8%	23,8%	0,28	19,7%	25,6%
Diplodus annularis	0,05	3,4%	5,3%	0,13	9,2%	5,3%
Mullus surmuletus	0,09	6,0%	3,4%	0,13	9,2%	2,6%
Spicara flexuosa	0,11	7,4%	9,3%	0,07	4,9%	1,6%
Spicara maena	0,54	36,2%	40,3%	0,3	21,1%	50,2%
Spicara smaris	0	0,0%	0,0%	0,15	10,6%	3,7%
Altro	0,34	22,8%	12,1%	0,19	13,4%	5,7%
totale	1,49	100%	100%	1,42	100%	100%

La distribuzione delle classi di taglia delle specie più rappresentate e di maggiore interesse commerciale, riferite a subcampioni, sono riportate nella Fig. 1. In generale, si osserva un incremento delle classi modali con l'aumentare della misura della maglia. Per *Diplodus annularis L.* la classe modale aumenta da 12 cm per la maglia del 13 a 13 cm per la maglia del 12, per *Mullus surmuletus L.* la stessa aumenta da 19 cm a 21 cm, per *Spicara maena L.* da 17 cm a 19 cm, per *Spicara flexuosa L.* invece è di 20 cm per entrambe le maglie. Per *D. annularis*, *M. surmuletus* e *S. flexuosa* il maggior *range* di cattura è stato riscontrato con la maglia del 12, per *S. maena* invece con la maglia del 13.

Discussione e conclusioni

Per *M. surmuletus* la taglia minima riscontrata di 16 cm con la maglia del 13 risulta essere nettamente superiore alla taglia minima legale di 11 cm; inoltre circa l'80% degli individui ha una taglia uguale o superiore alla taglia di prima maturità sessuale ($L_{50\%}$) riscontrata da altri autori nel Mediterraneo (13 cm per i maschi e 17 cm per le femmine: Gharbi e Ktari, 1981; 15 cm per i maschi

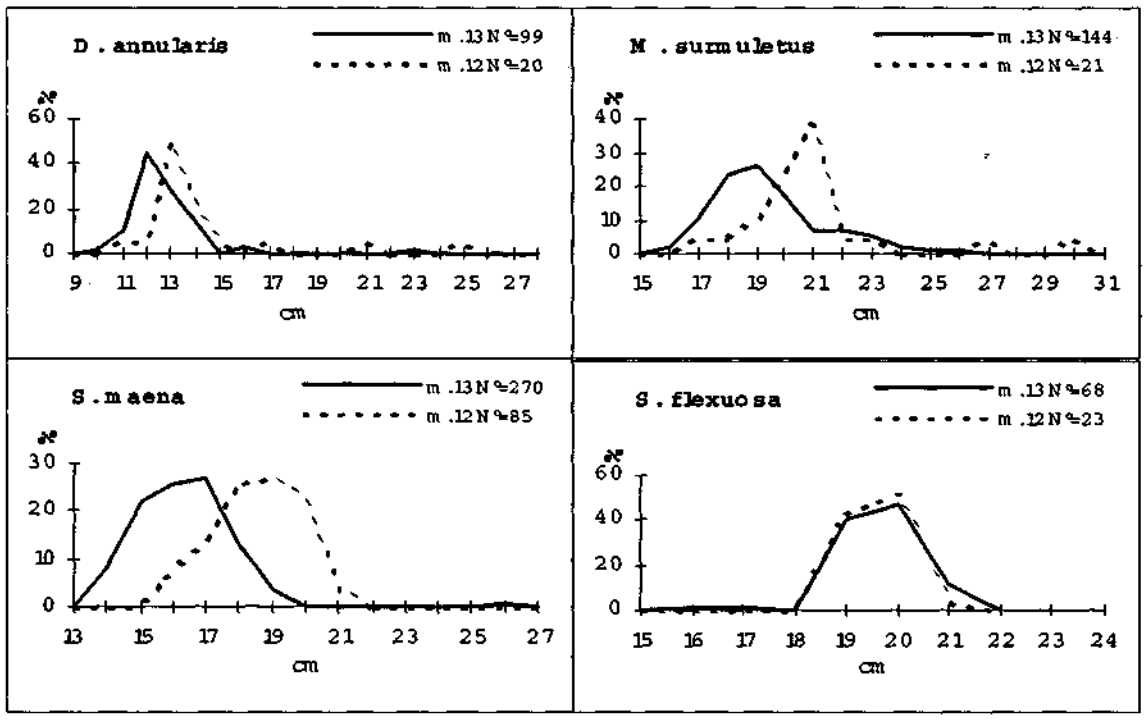


Fig. 1 - Distribuzione percentuale per classi di lunghezza totale di alcune specie pescate con le reti del 12 e del 13.

Lenght-frequency distribution (total length) of some species caught by nets with 22.7 mm and 20.8 mm of mesh side.

e 18 cm per le femmine: Voliani *et al.*, 1998). Anche per *S. flexuosa* la taglia minima di 15.8 cm con la maglia del 12, è decisamente maggiore alla $L_{50\%}$ di 9,1 riportata da Petrakis e Stergiou (1996) in Grecia. Per *S. maena* non sono stati reperiti altri lavori e non esiste una taglia minima legale. Nel caso del genere *Spicara* le considerazioni sulla taglia di prima maturità sessuale devono tenere conto del fatto che l'ermafroditismo proteroginico è quasi la norma. Per *D. annularis* invece la taglia minima riscontrata di 9,7 cm con la maglia del 12, risulta inferiore sia alla taglia minima legale (15 cm per la Regione Sardegna), che alla $L_{50\%}$ di 13,4 cm e 12,9 cm, rispettivamente delle femmine e dei maschi, riportata da Santos *et al.* (1998) per la costa portoghese. Tuttavia bisogna anche rilevare che questa specie rappresenta una frazione piccola del pescato (circa il 5%).

In base a queste primi dati è evidente l'importanza di studiare le caratteristiche di selezione di questi attrezzi sulle specie ittiche per una pesca sostenibile.

Bibliografia

AA. VV. (1997) - *Studio finalizzato alla predisposizione di piani di gestione integrata ai fini di pesca e acquacoltura nella fascia costiera di Cagliari, Palmas, Oristano e Asinara - Golfo di Palmas.* - Ed. Regione Autonoma Sardegna, 2 (sez. M): 8-21.

GHARBI H., KTARI M.H. (1981) - Biologie de *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 et *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 (Poisson, Téléostéens, Mullidés) des côtes tunisiennes, taille et âge de première maturité sexuelle, cycle sexuel et coefficient de condition. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô,* **8**: 41-51.

PETRAKIS G., STERGIOU K.I. (1995) - Gill net selectivity for *Diplodus annularis* and *Mullus surmuletus* in Greek waters. *Fisheries Research*, **21**: 455-464.

PETRAKIS G., STERGIOU K.I. (1996) - Gill net selectivity for four fish species *(Mullus barbatus, Pagellus erythrinus, Pagellus acarne* and *Spicara flexuosa)* in Greek waters. *Fisheries Research*, **27**: 17-37.

SANTOS M.N., MONTEIRO C., ERZINI K., LASSERRE G. (1998) - Maturation and gill-net selectivity of two small sea breams (genus *Diplodus*) from the Algarve coast (south Portugal). *Fisheries Research*, **36**: 185-194.

VOLIANI A., ABELLA A., AUTERI R., SILVESTRI R. (1998) - Nota sui parametri biologici di *Mullus surmuletus* L., 1758 nell'Arcipelago Toscano. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 864-868.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 817-818

A. Pais, L.A. Chessa, R. Cappuccinelli, S. Rubino*, S. Serra, F. Mura

Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari,
Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.
*Dip. Sci. Biomediche - Università di Sassari

LA TONNARA A STINTINO (SARDEGNA NORD-OCCIDENTALE): UNA RISORSA DA RIVALUTARE

BLUEFIN TUNA TRAP FISHERY IN STINTINO (NW SARDINIA): A REVALUABLE RESOURCE

Abstract

*Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) trap fishery in Stintino (NW Sardinia) were investigated in 1998. A total of 52 specimens were caught during 2 fishing operations, while 21 others were entangled in the external net of tuna trap. By-catches were composed mostly of swordfish (*Xiphias gladius*), mediterranean spearfish (*Tetrapturus belone*), greater amberjack (*Seriola dumerili*) and leerfish (*Lichia amia*).*

Key-words: Thunnus thynnus; *trap fishery, Sardinia.*

Introduzione

Negli ultimi anni le catture di *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758) hanno fatto registrare un costante incremento dovuto soprattutto al crescente interesse da parte del mercato giapponese (Sion *et al.*, 1998). Questa specie viene attualmente pescata in Mediterraneo con alcune tecniche (palamiti, reti a circuizione) che, se da un lato hanno causato la progessiva riduzione dell'impiego delle tonnare fisse (Cort, 1990; ICCAT, 1998), hanno generato problemi di gestione determinando, a partire dal 1997, un regime di quote di pesca.

A Stintino, un piccolo paese situato sull'estrema punta Nord-occidentale della Sardegna, la pesca del tonno rosso ha garantito buoni risultati fino ai primi anni '70 quando, presumibilmente con l'apertura del polo petrolchimico di Porto Torres (ed il conseguente aumento dell'inquinamento e del traffico marittimo), il numero degli esemplari pescati è drasticamente diminuito tanto da causare, nel 1974, la chiusura della Tonnara Saline (Rubino, 1995).

Negli ultimi anni, tuttavia, la ricomparsa dei tonni nel Golfo dell'Asinara ha incoraggiato la ripresa delle attività alieutiche. Le campagne di pesca relative agli anni 1996 e 1997 non hanno prodotto alcun esito mentre nel 1998, grazie soprattutto alle modifiche apportate alla struttura della tonnara, è stato osservato un discreto numero di catture.

Materiali e metodi

Nella campagna di pesca del 1998 è stata utilizzata una tonnara "da corsa" modificata rispetto agli anni precedenti con un'imboccatura di tipo portoghese, della larghezza di 31 m, dotata di un "inganno". La coda, fissata a terra nei pressi della vecchia Tonnara Saline, era lunga circa 3 km. La cosiddetta "isola", composta da 3 camere principali (grande, bastardo e camera) più camera della morte e risvolto, era lunga circa 400 m, larga circa 40 ed è stata calata su un fondale

fangoso ad una profondità di circa 40 metri. La ciurma impegnata nelle attività di pesca era composta da 28 uomini più il *rais*. Il barcareccio comprendeva un paliscarmotto (14 m), una musciarra (9 m), due bastarde (9 m), un barbariccio (4 m) e due rimorchi. La tonnara è stata calata in mare il 9/5/98 ed è stata salpata il 16/6/98.

Indipendentemente dalle condizioni meteomarine sono sempre stati effettuati due controlli giornalieri (al mattino ed al pomeriggio), durante i quali i pesci ammagliati venivano rimossi. Di tutti i tonni pescati sono stati rilevati lunghezza alla forca (LF; cm), peso eviscerato (PE; kg) ed è stato determinato il sesso. Da ciascun individuo sono stati inoltre prelevati campioni di muscolo e di fegato per studi di carattere genetico. Per gli esemplari di tonno catturati nella mattanza, sono stati anche stimati i parametri della relazione lunghezza - peso ($PE = a*LF^b$).

Risultati

Nel corso di 2 mattanze, effettuate rispettivamente il 21 ed il 29 maggio 1998, sono stati complessivamente pescati 52 esemplari di *Thunnus thynnus* (26 maschi e 26 femmine), di peso eviscerato compreso tra 28 e 300 kg (media = 92,96 ± 61,65 kg) e di lunghezza alla forca variabile tra 112 e 265 cm (media = 172 ± 40 cm). I parametri della relazione lunghezza – peso sono risultati pari a 0,00008 e 2,680 per a e b, rispettivamente, con un coefficiente di determinazione (r^2) di 0,982. Altri 21 tonni sono stati pescati ammagliati nelle reti delle altre camere che costituivano la cosiddetta "isola".

Sono state effettuate inoltre numerose catture accessorie: soprattutto esemplari di pesce spada (*Xiphias gladius*, 31), aguglia imperiale (*Tetrapturus belone*, 12), ricciola (*Seriola dumerili*, 4), leccia (*Lichia amia*, 3) e palamita (*Sarda sarda*, 1). Tutti i 23 pesci luna (*Mola mola*) ammagliati nelle reti sono stati invece liberati.

Conclusioni

Questi primi risultati appaiono piuttosto incoraggianti, soprattutto perché gli esemplari pescati sono stati direttamente immessi sul mercato giapponese ad un prezzo decisamente interessante. In Sardegna il recupero della tonnara di Stintino, sebbene non comparabile dal punto di vista produttivo a quelle di Porto Scuso e Carloforte (Addis *et al.*, 1998), rivestirebbe una notevole importanza per la conservazione delle tradizioni, il fattore occupazionale e l'impulso turistico che ne deriverebbe.

Bibliografia

ADDIS P., CAMPISI S., CUCCU D., FOLLESA M.C., MURENU M., SABATINI A., SECCI E., CAU A. (1998) - La pesca del tonno rosso *Thunnus thynnus* (L.) in Sardegna: indagine sull'attività delle tonnare dal 1991 al 1998. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 252-257.

CORT J.L. (1990) - Biologia y pesca del atun rojo, *Thunnus thynnus* (L.) del Mar Cantabrico. *Publicaciones Especiales Inst. Espaniol de Oceanografia*, Madrid, **4**.

ICCAT (1998) - Report for biennal period, 1996-97. Part II (1997) - Vol. 2.

RUBINO S. (1995) - *La tonnara saline.* La Celere Editrice, Alghero: 288 pp.

SION L., CACUCCI M., DE METRIO G. (1998) - Giovani ed adulti di tonno rosso (*Thunnus thynnus* L.) (Pisces, Scombridae) catturati dalle reti a circuizione italiane nel 1995. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 317-323.

Lavoro eseguito con contributo MURST 60%.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 819-824

A. POTOSCHI

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italia.

ASPETTI BIOLOGICI DI *TETRAPTURUS BELONE* (RAF., 1810) NELL'AREA DELLO STRETTO DI MESSINA

BIOLOGICAL ASPECTS OF TETRAPTURUS BELONE *(RAF., 1810) IN THE STRAITS OF MESSINA*

Abstract

During swordfish fishing seasons 1995-'96-'97-'98 swordfish using harpoons, done annualy in the Straits of Messina from the characteristic boats called "passerelle", has been collected n°457 samples of Tetrapturus belone *(Raf., 1810) (Osteichthyes, Istiophoridae) with fork lenght from 97.5 to 215 cm and weight between 2.8 and 30.5 kg.*

The age has been determinated by the section of the second dorsal finray. From the examined structure, the first one has permitted to recognize the 5 class age. During the first age of life the sample can reach the weight of 3/5 kg and a lenght of 104/129 cm. The captured samples weight was between 8 and 30 kg. The ratio between the sexes is 2:1 for females. The spawning period is from spring to winter; this has been confirmed by catch of young stages between July and August with LF from 17.6 to 22.6 cm.

Key-words: Tetrapturus belone *(Raf., 1810), fishing, size frequency distribution, growth, sex ratio, age, growth reproduction.*

Introduzione

Tetrapturus belone (Raf.,1810), viene pescata con grandi fiocine o come by-catch delle reti o palangari derivanti per la pesca dei grandi pelagici (Nakamura, 1985). Nell'area dello Stretto di Messina, occasionalmente, viene anche catturata, con reti a circuizione usate per la pesca delle costardelle *Scomberesox saurus* (Walb.1792), di cui a quanto pare vada ghiotta, tanto che vengono pescati nella stessa zona e nello stesso periodo (Spartà, 1960). De Sylva (1975) indica che l'areale di distribuzione della specie è limitato a tutto il bacino mediterraneo. Nello Stretto inoltre, durante la pesca al pesce spada *Xiphias gladius* (L.1758) con l'arpione e le caratteristiche imbarcazioni dette "passerelle", ne vengono catturati numerosi individui, anche se la comparsa annuale in quest'area non è costante (Cavaliere, 1962).

In questi ultimi anni, essendo sensibilmente diminuite le catture di pescespada, è aumentato l'interesse verso la pesca di questo istioforide che, pur non raggiungendo il valore commerciale del pescespada, viene localmente commercializzato. In questo lavoro, considerando le poche informazioni esistenti sulla specie, vengono esaminate la struttura delle catture ed alcuni aspetti del ciclo vitale come l'età, la crescita, la maturità sessuale.

Materiale e metodi

Le catture totali per delle imbarcazioni operanti nei quattro anni d'indagine considerati (1995-98), sono state rilevate per l'intero periodo in cui viene praticata la pesca (Aprile–Settembre).

Sono stati campionati un totale di n° 457 esemplari, catturati con l'arpione nell'area dello Stretto di Messina.

Su questi, oltre a rilevare i parametri ponderali (peso totale ed eviscerato in Kg) e morfometrici (LF, misurata dall'estremità del mascellare superiore alla forca caudale), è stato prelevato il 2° raggio spiniforme della pinna dorsale. L'appartenenza al sesso e lo stadio maturativo (scala di Holden-Raitt, 1974) sono stati attribuiti attraverso l'esame macroscopico delle gonadi. È stata calcolata la distribuzione mensile degli stadi maturativi degli individui.

L'età è stata determinata attraverso l'osservazione allo stereomicroscopio di sezioni (spessore = 0.6-0.8 mm) del secondo raggio della dorsale ottenute con una troncatrice ISOMET mod.11-1180. Le sezioni, prima dell'osservazione, sono state opportunamente colorate con immersione per un'ora in una soluzione composta da glicerina (50%), alizarina rossa (10%), H_20 (40%). Per la stima dei parametri che definiscono l'equazione di Von Bertalanffy (1938) sono stati applicati metodi che si basano sia sugli incrementi di lunghezza sia su quelli di età-lunghezza Ford-Walford (Gulland, 1969).

Risultati

Dai dati di cattura e sforzo, riportati in Tab. 1, è emerso che il numero medio di individui pescati annualmente è compreso tra 77 e 116 con un peso medio annuo di 1230 Kg per imbarcazione.

Tab. 1 - Catture totali per stagioni di pesca di *T. belone.*
Total cathes for seasons fishing of T. belone.

Catture totali per stagione			
Anno	n° imbarc.	n° indiv.	Kg
1995	13	1331	17436
1996	12	1134	14628
1997	10	773	8966
1998	9	1044	13154

Le catture hanno fatto rilevare valori di lunghezza e peso degli individui campionati compresi rispettivamente tra 2,5 e 30,5 Kg e tra 97,5 e 198 cm LF, (Tab. 2).

In Fig. 1 viene rappresentata graficamente la distribuzione delle frequenze di taglia per sesso dove emerge un rapporto tra femmine e maschi rispettivamente di 2:1.

La distribuzione mensile dello stadio maturativo delle gonadi degli individui adulti (Fig. 2-3), conferma che il periodo riproduttivo ricade nei mesi primaverili ed estivi.

Il rinvenimento nel plancton delle acque dello Stretto di Messina, di uova pelagiche fecondate da Maggio ad Agosto, (Spartà, 1953), le catture di stadi giovanili nello stesso periodo (Cavaliere, 1962) e giovani individui pescati nel periodo Luglio-Agosto '98 con una LF compresa tra 17,6 e 22,6 cm avvalorano la durata della stagione riproduttiva.

Tab. 2 - Valori minimi e massimi di peso e di lunghezza per stagione di pesca di *T. belone*
Minimum and maximum values seasonaly catches of T. belone.

Anno		Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
	N°	15	1	120	36	=
1995	LF (cm)	97,5-184,5	124,5	104-197	114-192	=
	PT (kg)	2,8-30,5	7,6	6-28	5,3-21	=
	N°	=	35	39	51	=
1996	LF (cm)	=	100-187	120-202	120-190	=
	PT (kg)	=	3-23	2,5-26	10-18	=
	N°	9	1	21	30	6
1997	LF (cm)	118-198	167	120-193	100-185	124-178
	PT (kg)	4-23	15	7-19	6-18	10-14
	N°	14	8	41	30	=
1998	LF (cm)	130-180	137-180	127-190	110-187	=
	PT (kg)	7-17	11,5-16	6-17	6-17	=

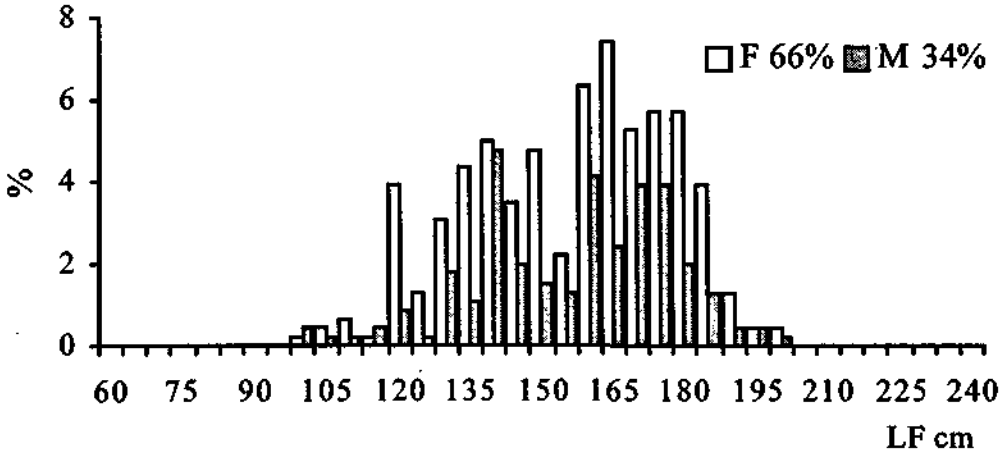


Fig. 1 - Distribuzione delle frequenze di taglia per sesso di *T. belone.*
Size frequency distribution per sex of T. belone.

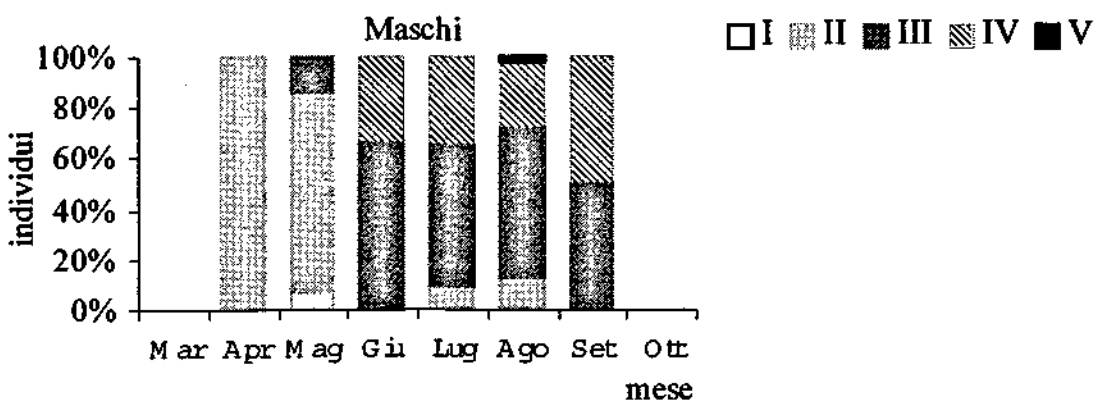


Fig. 2 - Stadi maturativi (%) per mese nei maschi di *T. belone.*
Monthly percentage maturity stages in males samples of T. belone.

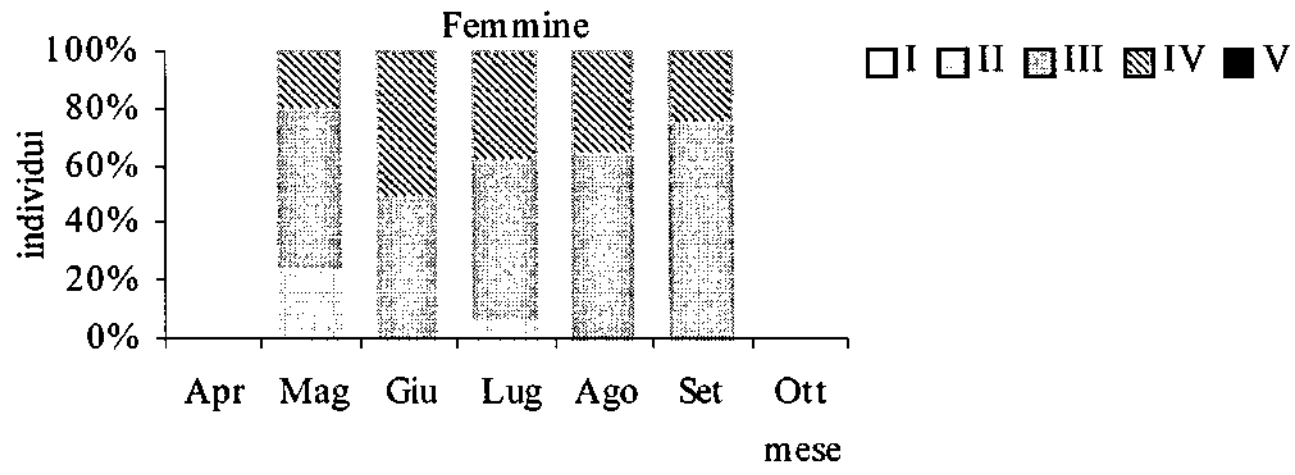


Fig. 3 - Stadi maturativi (%) per mese nelle femmine di *T. belone*.
Monthly percentage maturity stages in females of T. belone.

Lo studio dell'età attraverso la lettura delle sezioni del 2° raggio della dorsale, ha fatto individuare 4 classi sia per le femmine che per i maschi (Tab. 3). Le curve di crescita, ottenute applicando ai valori di lunghezza-età l'equazione di von Bertalanffy, mostrano che fino al terzo anno di età l'accrescimento è più veloce nelle femmine che nei maschi (Fig. 4). Dall'elaborazione dei dati si sono ottenuti i seguenti parametri:

– maschi L_∞=288 cm; K=0,196 ; t_0=-1,738; r_2=0,9998
– femmine L_∞=271 cm; K=0,407; t_0=-1,112; r_2=0,9956.

Dai dati riportati in tab. 4 si osserva che, malgrado l'accrescimento sia più veloce nelle femmine (fino al 3° anno di vita), gli incrementi annuali in peso ed in lunghezza sono maggiori nei maschi. In questa tabella non sono stati inclusi le forme giovanili della classe 0+ poiché numericamente poco rappresentativi per calcolare gli incrementi tra la classe 0 e 1.

Conclusioni

Gli aspetti biologici analizzati in questo lavoro sono stati essenzialmente quelli relativi alla riproduzione che, per l'area d'indagine, conferma le indicazioni note in letteratura (Sparta' 1953, 1960; Cavaliere, 1962). Lo studio dell'accrescimento ha fornito parametri che caratterizzano la specie tra quelle a rapida crescita sia in lunghezza che in peso; quest'ultimo inoltre ha fatto registrare incrementi medi annuali costanti. La mancanza di dati sulla crescita di altri istioforidi, anche se con areali di di distribuzione diversi (Atlantico centro meridionale ed Indopacifico) come *T. albidus*, *T. angustrirostris*, *T. georgei*, *T. pfluegeri*, non ha permesso di fare confronti.

Certamente la presenza di *T. belone* in questi ultimi anni sui mercati siciliani fa pensare che la specie anche se catturata come by-catch compaia più frequentemente nei nostri mari. Non a caso attualmente viene infatti pescata con l'arpione nelle acque dello Stretto e sta integrando i rendimenti ormai irrisori della pesca del pescespada.

Tab. 3 - Distribuzione per classi di età degli esemplari campionati.
Distribution for age groups of samples.

	CLASSI DI ETÀ					
LF cm	0	1	2	3	4	TOT
20	3					3
25	1					1
30						
35						
40						
45						
50						
55						
60						
65						
70						
75						
80						
85						
90						
95		1				1
100		2				2
105		3				3
110		5				5
115		6				6
120		19	1			20
125		7	1			8
130		18	6			24
135		12	17			29
140		6	34			40
145			22			22
150			28			28
155			19	2		21
160			45	2		47
165			41	2		43
170			23	20		43
175			2	41		43
180				34	1	35
185				17	5	22
190				3	6	9
195					3	3
200					3	3
media LF		124,1	153,3	176,6	190,7	461

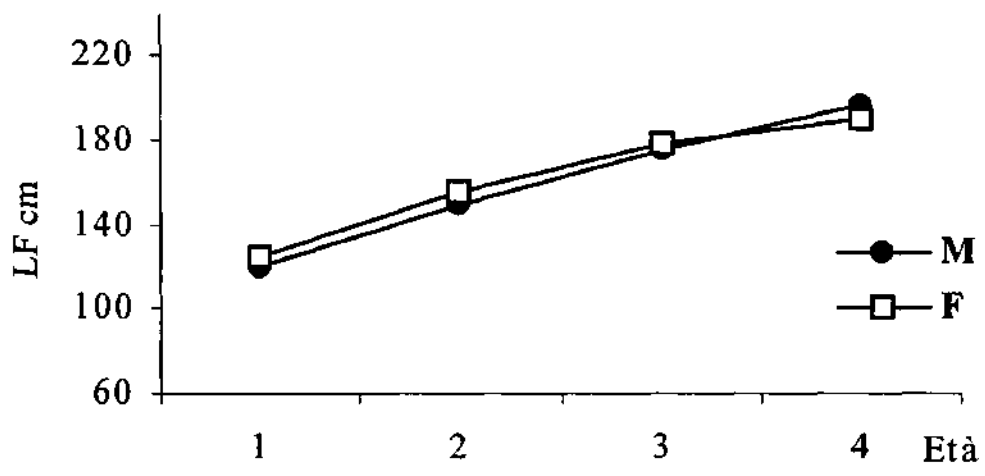


Fig. 4 - Curve di crescita di von Bertalanffy per maschi (M) e femmine (F).
Von Bertalanffy growth curve per males (M) and females (F).

Tab. 4 - Incrementi annuali in peso ed in lunghezza per sesso.
Annual increases in weight and lenght per sex.

MASCHI							
ETA'	N°	LF cm	Dev. St.	Incremento	Kg	Dev. St.	Incremento
1	18	119,97	12,62		5,7	2,29	
2	85	149,99	11,99	30,01	10,9	2,9	5,2
3	48	174,75	6,73	24,76	17	2,98	6,1
4	4	195,75	5,31	21	23	3,55	6
FEMMINE							
1	61	125,3	9,38		7,5	2,6	
2	154	155,2	11,37	29,9	11,85	2,9	4,35
3	73	177,8	5,74	22,6	17,37	2,79	5,52
4	14	189,28	5,62	11,48	23,14	3,35	5,77

Bibliografia

CAVALIERE A. (1962) - Notizie su biologia e pesca di *Tetrapturus belone* Raf., cenni sull'adulto e descrizione di un suo rarissimo stadio giovanile. *Boll. Pesc. Piscic. Idrobiol.*, **15** (2): 171-176.

DE SYLVA D. P. (1975) - Synopsis of Biological Data on the Mediterranean Spearfish, *Tetrapturus belone* Rafinesque. *NOAA Tech. Rep. NMFS* (Spec. Sci. Rep.-Fish Ser), (675) Part **3**: 121-131.

GULLAND J. A. (1969) - Manuel des méthodes d'èvalutation des stoks d'animaux aquatiques. Premiére partie – *Analyse des populations. FRs/M4, FAO*, Roma.

NAKAMURA I. (1985) - Fao Species Catalogue. Billfishes of the world. *FAO Fish. Synop.*, (125) **5**: 65 pp.

HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1974) - Manual of fisheries science. Part 2 – Methods of resources investigation and their application. *FAO fish. Tech. Pap.*, (**115**) Rev. 1: 214 p.

SPARTÀ A. (1953) - Uova e larve di *Tetrapturus belone* Raf. (Aguglia imperiale). *Boll. Pesca, Pisc. Idrobiol.*, **8** (n.s.) (1): 58-62.

SPARTÀ A. (1960) - Biologia e pesca di *Tetrapturus belone* Raf. e sue forme post-larvali. *Boll. Pesca, Pisc. Idrobiol.*, **15** (n.s.) (1): 20-24.

VON BERTALANFFY L. (1938) - A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.*; **10** (2): 181-213

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 825-829

A. Potoschi, A. Celesti, E. Azzurro[1], F. Andaloro[2]

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italia.
[1]ICRAM – Roma.
[2]ICRAM – Palermo.

ACCRESCIMENTO DI *SPARISOMA CRETENSE* (L., 1758) NELLO IONIO MERIDIONALE E NELL'ISOLA DI LAMPEDUSA

GROWTH OF SPARISOMA CRETENSE *(L., 1758) IN SOUTHERN IONIAN SEA AND IN LAMPEDUSA ISLAND*

Abstract

A total of 650 specimens of Sparisoma cretense *(L.) (Osteichthyes, Scaridae) caught by trammel nets were collected between September '97 and December '98 off Siracusa (East Sicily) and Lampedusa island (Strait of Sicily). All the specimens were measured and aged using otoliths and scales reading techniques. 7 age groups were determined for the Siracusa samples and 8 for the Lampedusa ones. The results suggest that the growth rate in length of the Mediterranean population is lower than that observed for the Canary Islands.*

Key-words: Sparisoma cretense, *lenght frequency distribution, age, growth, Ionian sea and Lampedusa island.*

Introduzione

Nel corso di un'indagine (Project UE N°96/054) mirata a valutare lo sforzo esercitato dalla pesca artigianale sulle specie costiere di interesse commerciale (Cannizzaro *et al.*, 1998) è stata registrata nelle catture commerciali, sia a Siracusa che nell'isola di Lampedusa, una significativa presenza di *Sparisoma cretense* (L. 1758).

La specie è rara ed occasionale in altre località della costa orientale ed occidentale siciliana. Studi sulla biologia di *S. cretense* sono stati effettuati in Mediterraneo nell'isola greca di Kastellorizo (Petrakis e Papaconstantinou, 1990); in Mar Egeo la specie veniva, infatti, pescata in discrete quantità e comercializzata (Cipria, 1939). In Oceano Atlantico sono stati effettuati studi sul comportamento, la crescita, la riproduzione della specie nelle isole Canarie (Perez Artiles, 1979; Bravo De Laguna *et al.*, 1983; Lozano e Gonzales, 1993).

La particolare distribuzione geografica di *Sparisoma cretense* e le poche informazioni esistenti sulla specie in Mediterraneo ci hanno indotto a fare un'analisi sulla crescita degli individui campionati durante questa indagine e confrontarla con quella riportata in letteratura per altre aree.

Materiali e metodi

Tra settembre '97 e dicembre '98 sono stati campionati 650 esemplari di *S. cretense* di cui 429 a Siracusa e 221 a Lampedusa. Tutti gli esemplari sono stati catturati con rete tramaglio.

In entrambe le località il campionamento ha avuto cadenza quindicinale.

Su tutti gli individui campionati è stata rilevata la lunghezza totale (LT) ed il peso totale (PT). Sono state, inoltre, prelevate le sagitte ed alcune scaglie per

la determinazione dell'età. La lettura delle sagitte è stata effettuata con microscopio stereoscopico utilizzando la luce rifratta su campo scuro dopo avere sottoposto gli organuli ad un trattamento chiarificante attraverso immersione in metilbenzoato per 12h. La lettura delle scaglie è stata effettuata allo stereoscopio dopo un trattamento di pulizia in perossido di idrogeno 30%, lavaggio in acqua distillata e montaggio su vetrino. L'analisi macroscopica delle gonadi ha permesso la determinazione del sesso degli esemplari campionati.

Risultati

Il campionamento periodico a Siracusa ed a Lampedusa ha mostrato che tra Giugno e Novembre la specie viene catturata con maggiore frequenza. Questo è dovuto probabilmente al maggiore utilizzo da parte dei pescatori locali della rete tramaglio che è l'unico attrezzo con il quale la specie viene pescata. Non sono, infatti, mai state osservate catture con palangresi, nasse e reti trainate.

Nelle Figg. 1-2 vengono rappresentate le frequenze di taglia differenziate per sesso dei campioni provenienti dalle due aree.

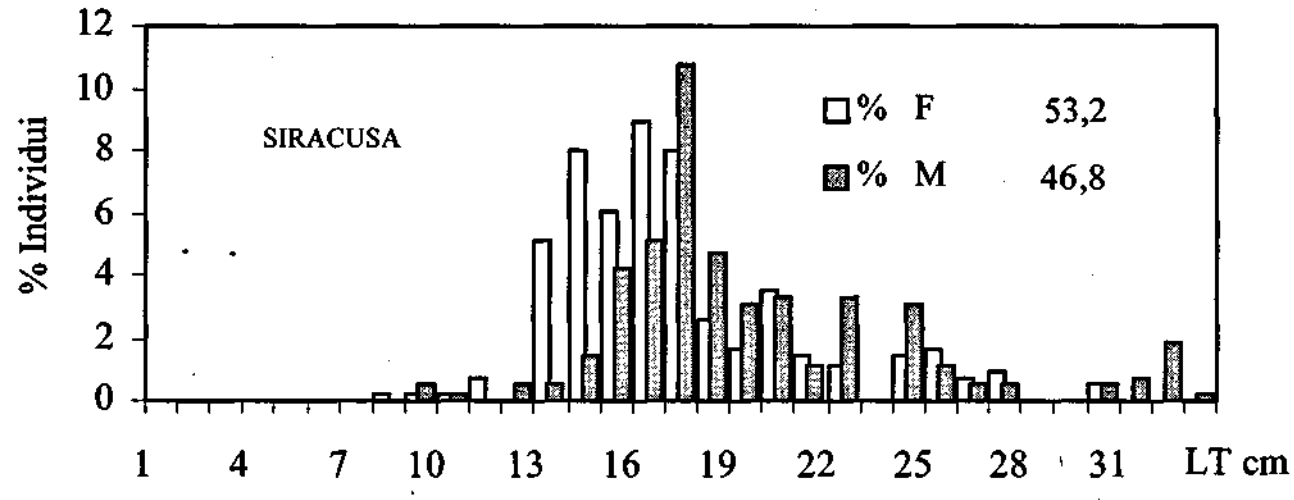


Fig. 1 - Distribuzione delle lunghezze per sesso degli esemplari di Siracusa.
Size frequency distributions by sex of Siracusa samples.

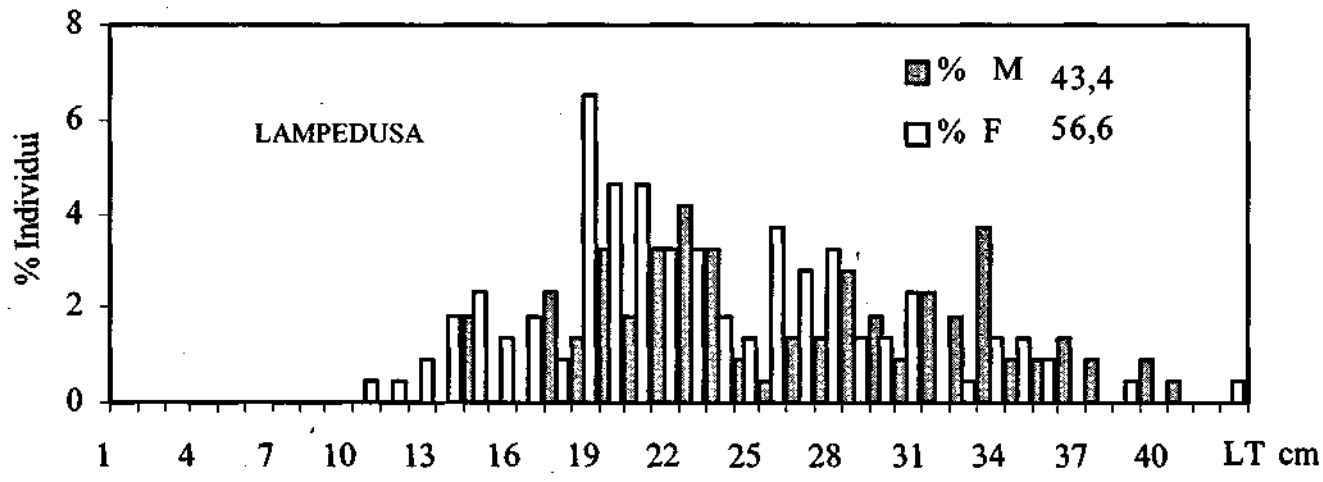


Fig. 2 - Distribuzione delle lunghezze per sesso degli esemplari di Lampedusa.
Size frequency distributions by sex of Lampedusa samples.

La lunghezza degli esemplari catturati a Siracusa è compresa tra un minimo di 7.2 cm ed un massimo di 31.6 cm di lunghezza totale; su un totale di 429 individui il rapporto tra i sessi risulta 53,2% per le femmine e 46.8% per i maschi.

I campioni di Lampedusa hanno fatto registrare lunghezze comprese tra 8.9 e 40.6 cm con un rapporto tra i sessi del 56.6% per le femmine e del 43.4% per i maschi calcolato su 221 individui esaminati.

Attraverso la lettura comparata tra le scaglie ed i rispettivi otoliti sono state individuate 7 classi d'età per gli esemplari di Siracusa ed 8 per quelli di Lampedusa (Tab. 1-2).

Tab. 1 - Distribuzione per classi di età degli esemplari di Siracusa.
Age groups distribution of Siracusa samples.

SIRACUSA	CLASSI DI ETA'							
LT cm	1	2	3	4	5	6	7	TOT
7	1							1
8	3							3
9	2							2
10	3							3
11	7							7
12	14	9						23
13		49						49
14		38						38
15		46						46
16		44	27					71
17		1	21	2				24
18			9	18				27
19			15	16				31
20			1	5	3			9
21			1	16	4			21
22				1				1
23				6	2	4	4	16
24				7		5	9	21
25						12	6	18
26					4	1	3	8
27								
28								
29						1	1	2
30							2	2
31						1	3	4
32							2	2
T med	10.7	14.4	17.4	20.1	22.7	24.8	26.1	429
Dev.St	1.7	1.08	1.17	1.89	2.55	2.35	3.03	

Tab. 2 - Distribuzione per classi di età degli esemplari di Lampedusa.
Age groups distribution of Lampedusa samples.

LAMPEDUSA	CLASSI DI ETA'								
LT cm	1	2	3	4	5	6	7	8	TOT
9	1								1
10	1								1
11	2	1							3
12	1	3							4
13		8							8
14		4							4
15		4							4
16		1	6						7
17		2	14	1					17
18			4	12					16
19			3	13	2				18
20				10	4				14
21			1	7	10				18
22			1	8	2				11
23			1	3	1				5
24				5	5				10
25				6	3				9
26				1	9				10
27					9				9
28				1	1	5			7
29						7			7
30					1	2	1	1	5
31						5	1		6
32						7		2	9
33						1	4		5
34							1	3	4
35								2	2
36								2	2
37								1	1
38							1	1	2
39								1	1
40									
41								1	1
LT me	10.7	13.9	17.8	20.9	24	30.3	33.3	35.3	221
Dev.St	1.16	1.40	1.75	2.52	2.79	1.71	1.95	2.45	

Il confronto dei valori medi lunghezza/età del presente lavoro con quelli ottenuti in Mediterraneo ed Atlantico da altri Autori evidenzia che gli individui campionati a Lampedusa, a partire dalla classe d'età 3, hanno dimensioni più vicine a quelli dell'Egeo (Petrakis e Papaconstantinou, 1990) rispetto a quelli provenienti da Siracusa nei quali dalla quarta classe di età l'accrescimento in lunghezza è più lento (Tab. 3).

Tab. 3 - Valori medi di LT (cm) osservati per classe di età e per area.
Average total length-at-age values (cm) observed by area.

Autori Vari	Presente lavoro (1997-98)	Presente lavoro (1997-98)	Petrakis Papaconstantinou (1990)	Perez Artiles (1979)	Bravo De Laguna (1983)	Lozano Gonzales (1993)
Area	Siracusa	Lampedusa	Kastellorizo	I. Canarie	I. Canarie	Fuerteventura
Età	LT cm	LT cm	LT cm	LT cm	LT cm	LT cm
1	10.7	10.66	14.76	17.19	19.2	-
2	14.4	13.93	16.51	26.34	25.5	23.3
3	17.4	17.78	19.87	32.53	30.6	29.2
4	20.1	20.9	22.93	39.5	35.8	33.9
5	22.7	24	26.9	43	38.2	39.2
6	24.8	30.3	28.37	-	38.9	42.6
7	26.1	33.3	30.6	-	-	45.2
8	-	35.3	-	-	-	48.2

Conclusioni

La distanza tra le aree di cattura di *S. cretense* analizzate e la differenza di accrescimento tra gli individui provenienti da Lampedusa e quelli provenienti da Siracusa rendono auspicabili studi di genetica che possano supportare l'ipotesi che si tratti di stocks o popolazioni differenti. Tali differenze potrebbero essere anche attribuite alle diverse condizioni ambientali o ad altri fenomeni densità-dipendenti.

I dati ottenuti dal presente studio mostrano che, a parità di età, la lunghezza degli esemplari in Mediterraneo è inferiore a quella osservata da Perez Artiles (1979), Bravo De Laguna *et al.*(1983), Lozano e Gonzales (1993) nelle Isole Canarie.

L'assenza nel campione studiato di individui appartenenti alla classe d'età 0+ ha indotto a non applicare modelli di crescita. La necessità di ampliare il campionamento spinge a valutare strategie di cattura diverse da quelle commerciali.

Bibliografia

BRAVO DE LAGUNA J. y col. (1983) - Instalación de cultivos marinos artificiales en el litoral canaric. Dirección General Pesca Gobierno de Canarias (ed.). Las Palmas de G.C.: 231 pp.

CANNIZZARO L., GAROFALO G., POTOSCHI A., KALLIANIOTIS A., ARCULEO M. (1998) - Stocks assessment of some coastal species caugth by artisanal fishery. *Project UE n°96/054 Interim report.*, 34: 1-34.

CIPRIA G. (1939) - Uova, sviluppo embrionale di *Scarus cretensis* C.V. ottenute per fecondazione artificiale. *Memorie R. Com. Talassogr. Ital.*, **261**: 5.

LOZANO I.J., GONZALEZ J.A. (1993) - Determinación del crecimiento de *Sparisoma* (Euscarus) *cretense* (L.) (Osteichthyes, Scaridae) en Canarias a partir del análisis de frecuencias de tallas. *Publ Espec Inst. Esp. Oceanogr.*, **11**: 73-82.

PEREZ ARTILES F. (1979) - El crecimiento y otros datos biològicos de la "vieja" (*Sparisoma cretense* Linnè, 1758). *Mem. Licenciatura Fac. Ciecias Universidad La Laguna*: 93 pp.

PETRAKIS G., PAPACONSTANTINOU C. (1990) - Biology of *Sparisoma cretense* in the Dodecanese (Greece). *J. Appl. Ichthyol.*, **6**: 14-23.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 830-835

A. Potoschi, T. Romeo*, T. Bottari*, G. Cannavò*

Dipartimento di Biologia' Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italia.
*Soc. Coop. a.r.l. GAIA, C.da Citola, 13 - 98168 Messina, Italia.

SITUAZIONE DELLA PESCA ARTIGIANALE NELLA SICILIA ORIENTALE

THE ARTISANAL FISHERY SITUATION IN THE EAST SICILY

Abstract

A survey has been carried out on artisanal fishery in four sample ports along the north-east and east Sicilian coasts from September 1997 to April 1999.

In each sample ports fishermen using very different fishing tecniques and sometime different gears. The most abundant species caught was: in Milazzo: Spicara smaris, Boops boops *and* Spicara maena; *in Capo d'Orlando:* Diplodus annularis *and* Sepia officinalis; *in Siracusa:* Mullus surmuletus *and* Scorpaena scrofa; *in Acitrezza:* Pagellus acarne *and* Boops-boops.

Key-words: *Artisanal fishery, gears, Eastern Sicily.*

Introduzione

Obiettivo del presente lavoro, sviluppato nell'ambito del programma di ricerca finanziato dalla UE, "Stocks assessment of some coastal species caught by artisanal fishery" (Cannizzaro *et al.,* 1998) è quello di dare un contributo alla conoscenza della pesca artigianale praticata lungo la costa nord orientale ed orientale della Sicilia. Lungo le coste suddette la pesca artigianale non è stata mai oggetto di studi sistematici e continui nel tempo.

Infatti le indagini condotte in passato avevano obiettivi differenti ed erano limitate ad aree ristrette (Bolognari *et al.*, 1971; Cavallaro *et al.*, 1978; Cavallaro e Andaloro F., 1980; Andaloro e Cavallaro, 1982; Riggio e Andaloro, 1985; Potoschi *et al.*, 1993-1994; Andaloro *et al.*, 1998).

Materiali e metodi

Lo studio è stato svolto in due fasi. Una prima fase ha permesso di individuare la consistenza numerica e la tipologia delle marinerie che praticano la piccola pesca sulla base di un censimento presso le Autorità Marittime. I dati ufficiali sono stati poi verificati tramite interviste ai proprietari delle imbarcazioni.

Successivamente sono state individuate le marinerie campione di Milazzo e Capo d'Orlando per il versante tirrenico, che si estende da Capo Peloro a Castel di Tusa; Acitrezza e Siracusa per quello ionico, da Capo Peloro a Capo Passero. La scelta di queste marinerie è stata motivata dalla necessità di concentrare in un unico punto lo sbarco delle catture delle imbarcazioni e di ottenere informazioni rappresentative sulle tipologie degli attrezzi e delle caratteristiche delle aree di pesca delle diverse marinerie.

La seconda fase, che si è svolta dal 15 Settembre 1997 al 30 Aprile 1999, ha previsto rilevazioni campionarie quindicinali nelle quattro marinerie prescelte.

Questo ha permesso di seguire l'andamento delle catture per specie e per i diversi attrezzi utilizzati limitando l'indagine ad una pesca praticata entro una batimetria di 100 m.

Risultati

Sono stati effettuati 152 giorni di rilevazione. Dai dati raccolti è emerso che la flotta dedita alla pesca artigianale è costituita da 163 imbarcazioni nel versante tirrenico e da 250 in quello ionico. In Tab. 1 sono riportate le caratteristiche strutturali dei pescherecci per le marinerie campione.

Tab. 1 - Consistenza numerica e caratteristiche della flottiglia nei porti campione.
Numerical consistency and structure of the fleet in sample ports.

Porti campione	N.barche	Tsl	Dev. St.	Lft	Dev. St.	Hp	Dev. St.
Capo d'Orlando	17	1,91	0,88	5,93	1,15	14,88	14,82
Milazzo	26	2,76	1,21	6,72	1,39	28	24,83
Acitrezza	10	3,4	1,41	8,15	1,6	49,02	29,15
Siracusa	36	4,89	8,01	8,37	3,67	42,71	52,73

Gli attrezzi più utilizzati sono risultati le reti da posta; in particolare il tramaglio ed il monofilo nelle marinerie ioniche; la sciabica ed il tramaglio in quelle tirreniche. La tabella 2 mostra il numero di barche per porto campione e la percentuale di barche per attrezzo.

Tab. 2 - Ripartizione percentuale degli attrezzi utilizzati nei porti campione.
Percentage distribution of the gears utilized in the sample ports.

Marinerie	Numero barche	Tramaglio	Monofilo	Palangaro	Sciabica	Attrezzi
Siracusa	35	51%	0%	14%	0%	35%
Acitrezza	10	60%	20%	0%	0%	20%
Milazzo	26	35%	0%	0%	39%	27%
Capo d'Orlando	17	53%	0%	12%	12%	23%

In tabella 3 è riportato l'elenco totale delle specie commerciali rilevate durante i campionamenti che comprende 57 specie di pesci, 3 di crostacei, 4 di cefalopodi.

L'indagine ha evidenziato una differenziazione di specie catturate per attrezzo e per area di pesca. Le specie più abbondantemente catturate ad Acitrezza nel-

Tab. 3 - Specie campionate da settembre 1997 ad Aprile 1999 nel Tirreno e nello Ionio.
Species collected from September 1997 to April 1999 in Tyrrhenian and Ionian seas.

PESCI

Aspitrigla obscura (Linneo, 1758)
Balistes carolinensis (Gmelin, 1789)
Boops boops (Linneo, 1758)
Boops salpa (Linneo, 1758)
Bothus podas (Delaroche, 1809)
Coris julis (Linneo, 1758)
Crenilabrus tinca (Linneo, 1758)
Dactylopterus volitans (Linneo, 1758)
Diplodus annularis (Linneo, 1758)
Diplodus sargus (Linneo, 1758)
Diplodus vulgaris (Geoffroy Saint-Hilaire, 1809)
Euscarus cretensis (Linneo, 1758)
Labrus bimaculatus (Linneo, 1758)
Labrus turdus (Linneo, 1758)
Lepidotrigla cavillone (Lacépède, 1802)
Lithognathus mormyrus (Linneo, 1758)
Maena chryselis (Valenciennes, 1830)
Maena maena (Linneo, 1758)
Maena osbeckii (Cuvier e Valenciennes, 1830)
Maena smaris (Linneo, 1758)
Mugil auratus (Risso, 1810)
Mugil cephalus (Linneo, 1758)
Mullus barbatus (Linneo, 1758)
Mullus surmuletus (Linneo, 1758)
Muraena helena (Linneo, 1758)
Oblada melanura (Linneo, 1758)
Pagellus acarne (Risso, 1826)
Pagellus bogaraveo (Brunnich, 1768)
Pagellus erythrimus (Linneo, 1758)
Pagrus pagrus (Linneo, 1758)
Pegusa kleinii (Bonaparte, 1832)
Puntazzo puntazzo (Cetti, 1784)
Scorpaena loppei (Cadenat, 1943)
Scorpaena mederensis (Valenciennes, 1833)
Scorpaena notata (Rafinesque, 1810)
Scorpaena porcus (Linneo, 1758)
Scorpaena scrofa (Linneo, 1758)
Serranus cabrilla (Linneo, 1758)
Serranus scriba (Linneo, 1758)
Solea ocellata (Linneo, 1758)
Solea solea (Quensel, 1806)
Solea variegata (Donovan, 1802)
Solea vulgaris (Quensel, 1806)
Sparus auratas (Linneo, 1758)
Sphyraena sphtraena (Linneo, 1758)
Spondiliosoma cantharus (Linneo, 1758)
Trachinotus glaucus (Linneo, 1758)
Trachinus araneus (Cuvier, 1829)
Trachinus draco (Linneo, 1758)
Trachurus trachurus (Linneo, 1758)
Trachurus picturatus (Bowdich, 1825)
Tracurus mediterraneus (Steindachner, 1868)
Trigla lyra (Linneo, 1758)
Trigloporus lastoviza (Brunnch, 1768)
Umbrina cirrosa (Linneo, 1758)
Uranoscopus scaber (Linneo, 1758)
Zeus faber (Linneo, 1758)

CROSTACEI

Palinurus elephas (Fabricius 1787)
Scyllarus arctus (Linneo, 1758)
Scyllarides latus (Latreille 1803)

CEFALOPODI

Illex coindeti (Verany 1839).
Loligo vulgaris (Lamarck 1798)
Octopus vulgaris (Cuvier 1797)
Sepia officinalis (Linneo 1758)

l'arco dell'intero campionamento sono risultate: *Pagellus acarne* e *Boops boops*, rispettivamente per il tramaglio e per il monofilo (Figg. 1-2). Per la marineria di Siracusa il tramaglio cattura in prevalenza *Mullus surmuletus* e *Scorpaena scrofa,*

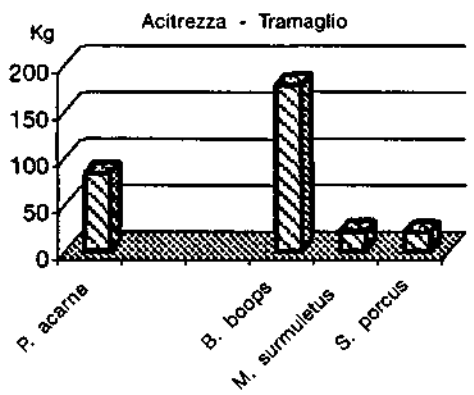


Fig. 1 – Acitrezza: catture totali con tremaglio di tutte le barche campionate (Set '97-Apr '99).

Acitrezza: total catches by trammel net of total boats sampled (Sep'97-Apr '99).

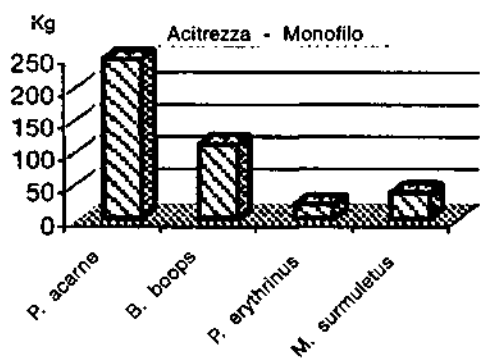


Fig. 2 – Acitrezza: catture totali con monofilo di tutte le barche campionate (Set '97-Apr '99).

Acitrezza: total catches by gill net of total boats sampled (Sep'97-Apr '99).

mentre sono le più rappresentative per il palangaro le catture di *Oblada melanura* e *Diplodus vulgaris* (Figg. 3-4). Nella marineria di Milazzo le specie più abbon-

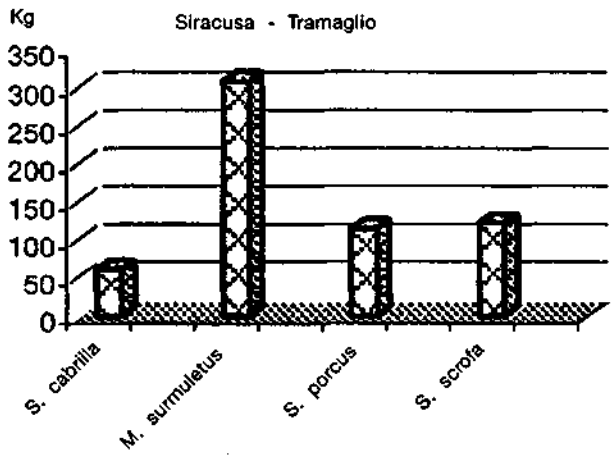


Fig. 3 – Siracusa: catture totali con tremaglio di tutte le barche campionate (Set '97-Apr '99).

Siracusa: total catches by trammel net of total boats sampled (Sep'97-Apr '99).

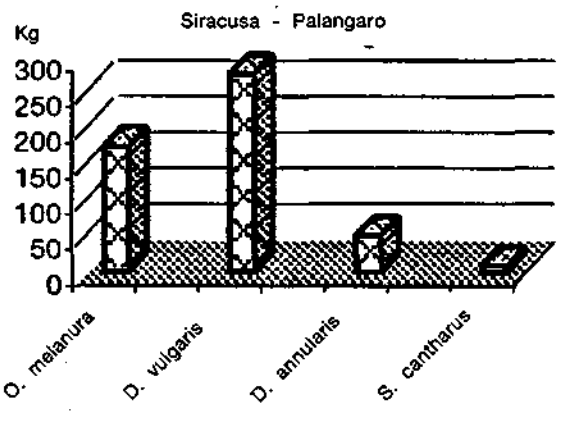


Fig. 4 – Siracusa: catture totali con palangaro di tutte le barche campionate (Set '97-Apr '99).

Siracusa: total catches by long line of total boats sampled (Sep'97-Apr '99).

danti nelle catture sia del tramaglio che della sciabica sono: di *Spicara smaris*, *Boops boops* e *Spicara maena.* La sciabica rappresenta per quest'area l'attrezzo più redditizio (Figg. 5-6). Per la marineria di Capo d'Orlando l'attrezzo più uti-

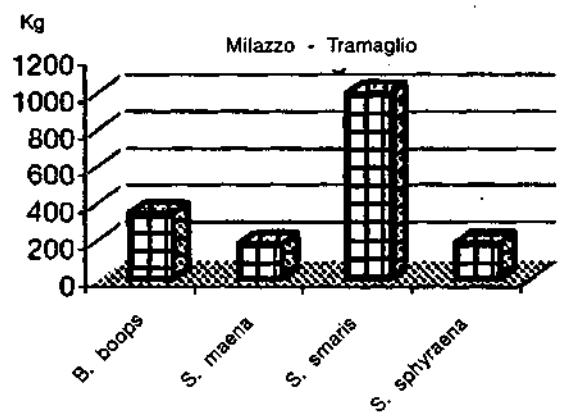


Fig. 5 – Milazzo: catture totali con sciabica di tutte le barche campionate (Set '97-Apr '99).

Milazzo: total catches by surround net of total boats sampled (Sep'97-Apr '99).

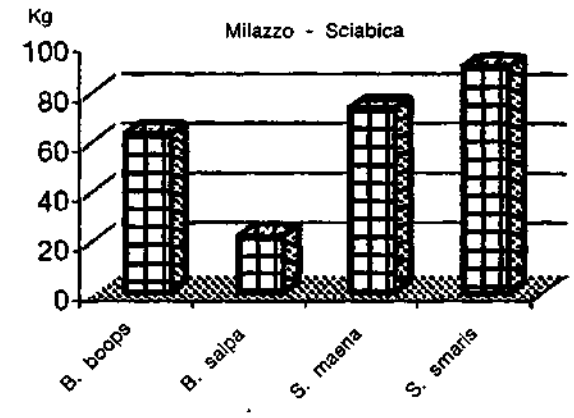


Fig. 6 – Milazzo: catture totali con tramaglio di tutte le barche campionate (Set '97-Apr '99).

Milazzo: total catches by trammel net of total boats sampled (Sep'97-Apr '99).

lizzato è risultato il tramaglio e le specie più abbondantemente catturate sono state: *Diplodus annularis* e *Sepia officinalis* (Fig. 7)

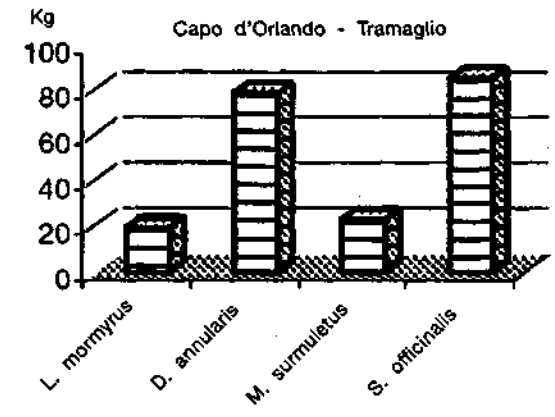


Fig. 7 – Capo d'Orlando: catture totali con tramaglio di tutte le barche campionate (Set '97-Apr '99).

Capo d'Orlando: total catches by trammel net of total boats sampled (Sep'97-Apr '99).

Conclusioni

In questa prima stesura del lavoro ci siamo limitati ad individuare le specie che più frequentemente vengono catturate diversificandole per area e per attrezzo. L'analisi dei rendimenti ottenuti, sebbene non siano alti, mette in evidenza il ruolo che gioca la tipologia dei fondali. Infatti anche nelle marinerie dello stesso versante (ionico o tirrenico), a parità di tempi e modalità di pesca, le specie catturate si diversificano in maniera significativa.

Altro dato rilevante emerso dall'indagine è quello relativo alle specie più rappresentative dal punto di vista delle catture che spesso non raggiungono un alto valore commerciale.

L'analisi delle CPUE e la composizione delle catture in termini di frequenze di taglia, ancora in fase di elaborazione, daranno in un prossimo futuro quelle indicazioni necessarie per conoscere lo stato delle risorse pescabili nelle aree indagate.

Bibliografia

ANDALORO F., CAVALLARO G. (1982) - Test di resa su rete tramaglio nell'area dello Stretto di Messina. *Naturalista sicil.*, S. IV, VI (Suppl.), **2**: 421-428.

ANDALORO F., SUNSERI G., VIVONA P. (1998) - La gestione della fascia costiera della Sicilia Settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 717-725.

BOLOGNARI A., BUTA G., CAVALLARO G. (1971) - Risultati delle pescate effettuate nel quadriennio 1967-70 nei mari della Calabria Meridionale e della Sicilia Orientale. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* **26**: 21-46.

CANNIZZARO L., GAROFALO G., POTOSCHI A., KALLIANIOTIS A., ARCULEO M. (1998) - Stocks assessment of some coastal species caugth by artisanal fishery. Project UE n°96/054 *Interim report*: 1-34.

CAVALLARO G., MUNAÒ F., ANDALORO F., SOLDANO F. (1978) - La situazione della piccola pesca litorale nello stretto di Messina nel dodicennio 1967-78. *Biol. Mar. e di Oceanog.* N.S., **8** (3): 51-64.

CAVALLARO G., ANDALORO F. (1980) - La piccola pesca litorale in Italia: situazione e prospettive di miglioramento. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.* N.S., **10** (3): 57-70

POTOSCHI A., CAVALLARO G., STURIALE P., PISCIOTTA G., GRANATA A., MELLINI B. (1993). The swordfish (*Xiphias gladius* L. 1758) surface longline fishing practised in the fisheries of Eastern Sicily. *ICCAT SCRS*/92/26 Madrid, **40** (1): 327-330.

POTOSCHI A., STURIALE P., CAVALLARO G., LO DUCA G. (1994). La peche au germon pratiqueé par les marines de la cote ionienne sicilienne, annees 1990-92. *ICCAT SCRS*/93/87, **42** (1), 363-369.

RIGGIO S., ANDALORO F. (1985) - Problemi e prospettive della pesca in Sicilia. *Pesca e trasformazione dei prodotti ittici siciliani Trapani,* 6-7-12: 41-50.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 836-840

R. SILVESTRI, R. BAINO, R. AUTERI

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana
Sezione Regionale: Gestione della fauna ittica, Ecosistemi marini e Acquacoltura
Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.

COMPOSIZIONE DELLE CATTURE REALIZZATE CON IL TREMAGLIO

NELL'AREA LIVORNESE CATCH COMPOSITION OF TRAMMEL NET IN THE LIVORNO AREA

Abstract

The most widespread gear among the artisanal fishery in Tuscany is trammel net. Fishing experiment have been carried out for ten years both on rocky, sandy and mixed bottoms. Seasonal species composition and catch rates are reported also with some consideration on gear selectivity in respect of the red mullet.

Key-words: *trammel net, small-scale fishery, Ligurian Sea.*

Introduzione

La piccola pesca riveste un ruolo fondamentale nella gestione della fascia costiera. Essa rappresenta la fonte principale d'approvvigionamento di prodotti ittici freschi delle popolazioni costiere ed al contempo costituisce un'importante fonte di reddito e di occupazione per queste stesse popolazioni. E' un'attività ampiamente diffusa sul territorio e fortemente legata alle tradizioni locali al punto che spesso le modalità di pesca e l'uso degli attrezzi si differenziano, anche di molto, da marineria a marineria.

Nell'area toscana ed in particolare nel Compartimento Marittimo di Livorno è presente una rilevante flotta della piccola pesca artigianale costituita da oltre 400 imbarcazioni, che è già stata oggetto di vari studi scientifici: tra i più recenti basti citare Baino *et al.*, 1998 e Sbrana *et al.*, (in stampa).

Una peculiare caratteristica di questo tipo di attività è l'alternanza di vari attrezzi (reti da posta, reti derivanti, palangari, nasse, draghe, ecc.) durante il corso dell'anno per meglio indirizzare la pesca verso quelle specie che sono più vulnerabili e che prevedibilmente possono fornire il massimo rendimento. Comunque, tra tutti gli attrezzi della pesca artigianale, di gran lunga il più diffuso ed utilizzato è il tremaglio nelle sue numerose modificazioni e varianti. Questa rete da posta ha un doppio meccanismo di azione: cattura gli individui di maggior dimensione formando una sacca nel panno interno, mentre gli individui di taglia minore vengono catturati con un meccanismo ad imbrocco.

Questo studio analizza quantitativamente le catture del tremaglio mettendo in relazione l'abbondanza delle specie pescate sia con il tipo di fondale, sia con l'effetto stagionale. Viene inoltre esaminata anche la distribuzione di lunghezza delle catture di triglia in funzione della dimensione delle maglie.

Materiali e metodi

Per la valutazione dei rendimenti di cattura, in un periodo decennale, sono state realizzate oltre 250 pescate sperimentali con la rete legale (panno interno

con maglia di 21 mm da nodo a nodo) nella zona immediatamente a sud di Livorno in tre aree limitrofe caratterizzate però da un diverso fondale: sabbioso in un caso, roccioso nell'altro o in una situazione intermedia di fondo misto. La profondità di pesca in tutti e tre i casi è risultata compresa tra i 3 m e i 15 m. Le reti erano calate al tramonto e salpate dopo l'alba per complessive 10-12 ore in pesca; nell'analisi dei rendimenti del tremaglio le catture non risultano comunque correlate con la durata dell'azione di pesca, ma solamente con la lunghezza dell'attrezzo, parametro questo che è stato quindi utilizzato nella standardizzazione dei dati.

Per l'analisi della selettività, realizzata sia su *Mullus surmuletus* sia su *Mullus barbatus*, sono state invece usate tre reti differenti con maglia del panno interno di 15, 18 e 21 mm da nodo a nodo. Gli esperimenti sono stati condotti con frequenza mediamente quindicinale per 7 mesi da agosto a febbraio in modo da includere il periodo di reclutamento delle specie; globalmente per questo scopo sono state realizzate 130 pescate contemporanee utilizzando i tre tipi di tremaglio montati linearmente in sequenza casuale.

Relativamente alle altre caratteristiche tecniche delle reti utilizzate, per tutte l'altezza era di 1,5 m e la lunghezza compresa tra i 300 e 450 m per ogni singola rete (il catturato è stato comunque standardizzato a 100 m di rete). La corda sugherata era in cordino di nylon da 4 mm di diametro con galleggianti lenticolari di media densità da 40 mm montati a distanza di 90 cm l'uno dall'altro e la corda piombata con peso di 80 g per metro lineare. Il panno interno era costituito da filato in tortiglia di nylon del 210/2 per la rete da 15 mm e del 210/3 per quelle da 18 e 21 mm; le corrispondenti maglie dei panni esterni risultano pari a 150, 155 e 155 mm da nodo a nodo e in tutti e tre i casi in filato di tortiglia di nylon del 210/6. Il rapporto di armamento delle tre reti era comunque identico con campate di 16 cm al piombo e 15 cm al sughero, mentre per ogni campata erano montate 10 maglie per le reti da 15 e 18 mm e 8 maglie per la rete da 21 mm.

Risultati e discussione

Globalmente sono state catturate 107 specie ittiche tra pesci, molluschi e crostacei; molte di queste possono però considerarsi estremamente occasionali, infatti le 10 più abbondanti rappresentano da sole l'80% del catturato totale. Di queste dieci specie sono stati analizzati in dettaglio i rendimenti in peso, standardizzati a 100 metri di rete per pescata che sono risultati spesso sensibili a fluttuazioni stagionali di notevole ampiezza (Tab. 1). È stato considerato inutile riportare stime della variabilità in quanto la distribuzione statistica delle catture è particolarmente asimmetrica ed anche postulando una situazione gaussiana, i coefficienti di variazione risultano di tale ampiezza da perdere ogni significato descrittivo. A titolo di esempio si riportano i coefficienti di variazione relativi ad alcune delle specie più significative, calcolati su base mensile (già sensibilmente inferiori a quelli ricavabili dalle singole pescate): *Sepia officinalis* CV = 137%, *Octopus vulgaris* CV = 150%, *Dicentrarchus labrax* CV = 306%, *M. surmuletus* CV = 93%, *Chelon labrosus* CV = 205%.

La *Sepia officinalis* è quella che fornisce il massimo rendimento medio annuo pari a 240 g/100 m di rete; questo risulta però molto variabile in relazione al periodo della riproduzione (da febbraio ad aprile) e alla conseguente migrazione verso i bassi fondali con rese fino a 450 g/100 m nel mese di marzo ma

Tab. 1 - Rendimenti in g/100 m di rete per stagione e tipo di fondale delle principali specie catturate.
Catch rates of main species in g/100 m of net for each season and ground.

fondo sabbioso	**primavera**	**estate**	**autunno**	**inverno**	**Media**
Sepia officinalis	154	67	127	493	210
Torpedo marmorata	201	208	25	17	113
Octopus vulgaris	82	0	149	142	93
Chelon labrosus	12	175	121	8	79
Mullus surmuletus	119	27	77	65	72
Scorpaena porcus	100	64	84	20	67
Sarpa salpa	35	0	15	27	19
Diplodus vulgaris	43	0	5	19	17
Raja asterias	0	42	0	24	16
Dicentrarchus labrax	5	0	0	53	14
fondo misto	**primavera**	**estate**	**autunno**	**inverno**	**Media**
Sepia officinalis	246	50	74	322	173
Scorpaena porcus	157	155	104	105	130
Octopus vulgaris	103	68	118	230	130
Mullus surmuletus	83	133	87	40	86
labridi	84	135	64	55	84
Sarpa salpa	77	18	48	66	52
Raja asterias	39	0	7	80	32
Serranus scriba	32	46	9	4	23
Conger conger	20	18	15	30	21
fondo roccioso	**primavera**	**estate**	**autunno**	**inverno**	**Media**
Scorpaena porcus	399	686	396	414	474
Octopus vulgaris	391	67	181	297	234
Sepia officinalis	232	99	128	312	192
labridi	309	145	129	146	182
Mullus surmuletus	190	212	118	108	157
Conger conger	79	2	17	218	79
Mugil cephalus	0	300	0	0	75
Scorpaena scrofa	79	60	56	52	62
Sarpa salpa	33	71	42	50	49

soli 25 g/100 m a settembre. Simile è l'andamento di *Octopus vulgaris* (300 g/100 m in primavera e 50 in autunno), mentre complementari risultano invece i rendimenti di *Scorpaena porcus* con 600 g/100 m in estate e 150 in inverno. *Mullus surmuletus* fornisce rese mediamente intorno a 100 g/100 m ma con un picco estivo di 300 g/100 m subito dopo il reclutamento. Anche i labridi e i cefali hanno rendimenti medi intorno a 100 g/100 m mentre un'accentuata presenza stagionale, seppure su valori decisamente inferiori (20-50 g/100 m) si osserva in estate per *Torpedo marmorata* e *Mugil cephalus*, in autunno per *Chelon labrosus* e *Liza ramada*, ed in inverno per *Dicentrarchus labrax*, *Conger conger* e *Raja asterias*.

Le catture, relativamente ai due substrati estremi, sono illustrate in Fig. 1 utilizzando assi logaritmici poiché l'intervallo dei valori risulta estremamente ampio. Le rese medie sul fondo duro (1,73 kg/100 m di rete) sono sensibilmente superiori a quelle su sabbia (0,98 kg/100 m) ed anche la composizione specifica è assai differente: questa è caratterizzata da *S. officinalis, R. asterias* e *T. marmorata* sui fondi sabbiosi, da *S. porcus*, *O. vulgaris*, *M. surmuletus* e labridi su quelli rocciosi.

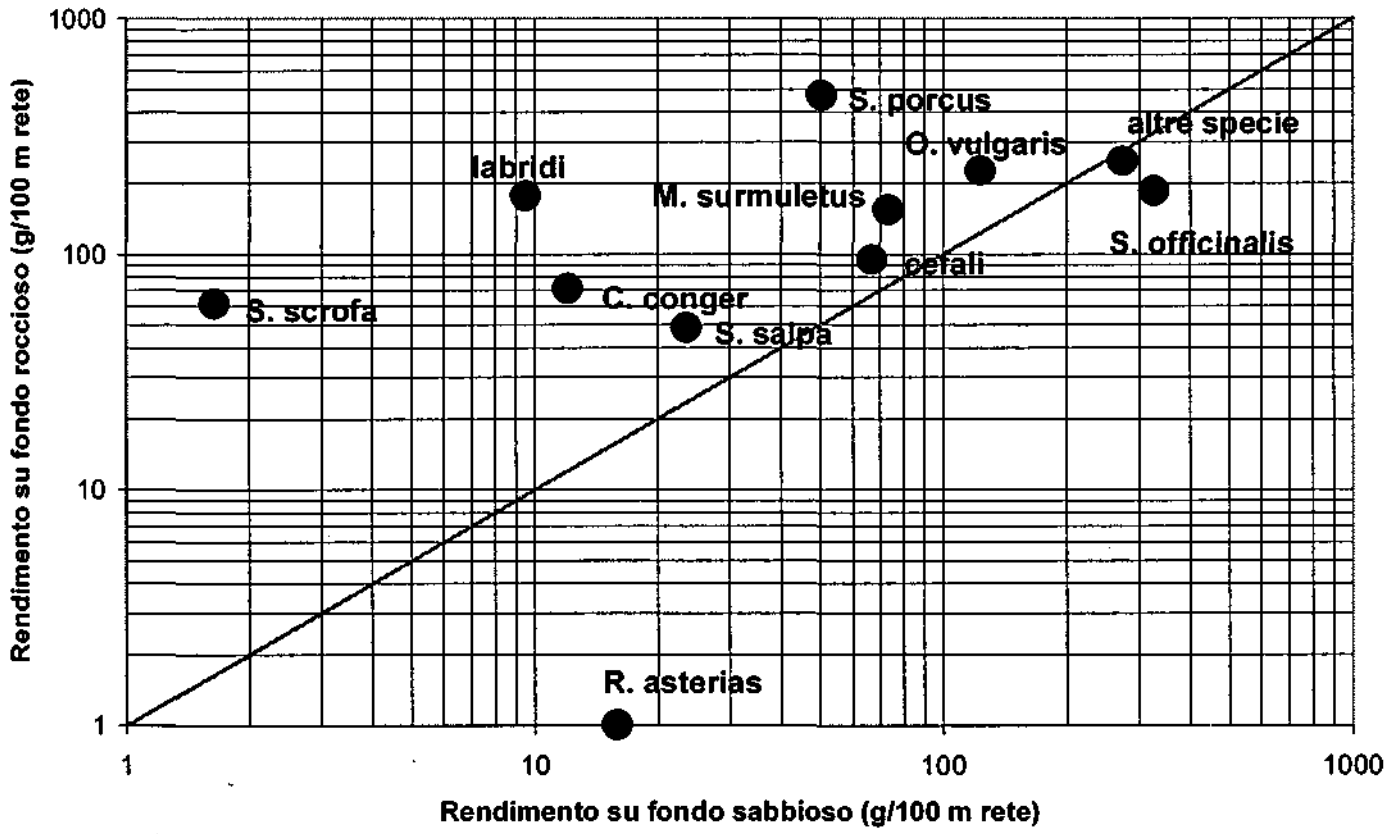


Fig 1 - Confronto tra i rendimenti del tremaglio in funzione del substrato.
Comparison of trammel catches on rocky bottom and sandy bottom.

La curva di selettività delle reti è stata valutata su *M. barbatus* e *M. surmuletus*. Come atteso, non sono state rilevate differenze di selettività tra le due specie sebbene i rendimenti siano marcatamente diversi: 2,4 individui per 100 m di rete per *M. barbatus* e 4,3 per *M. surmuletus*. Come evidenziato in Fig. 2 la capacità di cattura delle tre reti coincide per gli individui superiori a 17 cm LT (ramo discendente delle interpolazioni) che vengono imprigionati dalla formazione della sacca nel tremaglio.

Al contrario gli individui inferiori a 17 cm LT sono catturati prevalentemente con un meccanismo ad imbrocco che è conseguente alla dimensione del panno interno. Infatti per la rete con maglie di 15 mm la lunghezza degli individui catturati al 50% della frequenza massima ($L_{50\%}$) corrisponde a 11 cm di lunghezza totale (LT) con rese medie di 4 individui o 150 g per ogni 100 m di rete; la curva di selettività della rete di 18 mm mostra invece una $L_{50\%}$ corrispondente ad individui di 13 cm LT (rese medie di 2 individui o 80 g) e quella di 21 mm una $L_{50\%}$ per esemplari di 15 cm LT (in media 1 individuo ovvero 50 g per 100 m di rete).

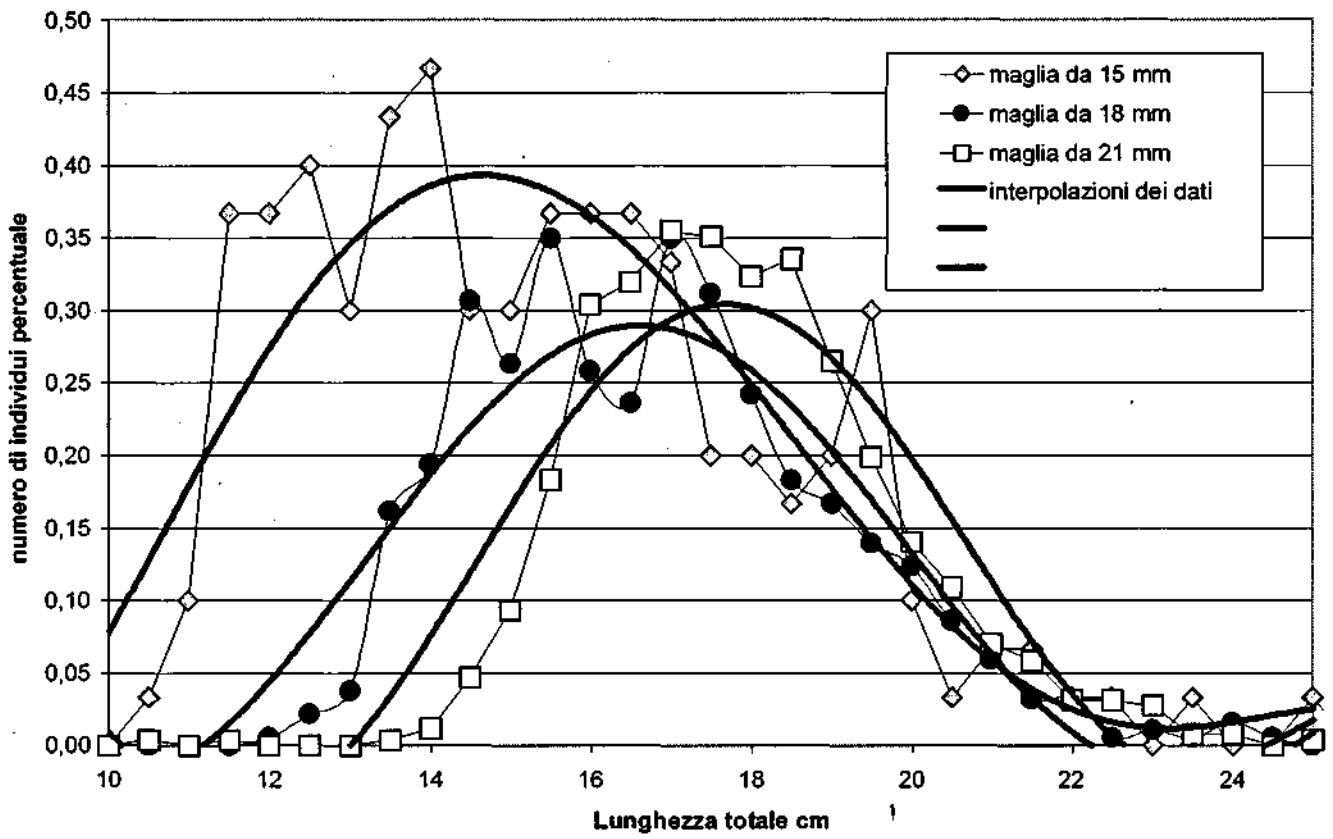


Fig. 2 - Distribuzione di frequenza delle catture di *Mullus surmuletus* con tre differenti maglie.
Size distribution of Mullus surmuletus *catches with three different mesh size.*

Bibliografia

BAINO R., RIGHINI P., SILVESTRI R. (1998) - Target species and C.P.U.E. of trammel, gillnet and combined net in sandy and rocky bottoms. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, **35** (2): 516-517.

SBRANA M., SARTOR P., REALE B., BIAGI F. (1999) - Inter-specific selectivity of experimental set nets along the Tuscany coast.. *Biol Mar Medit.* **6** (1): 609-613.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 841-843

M. VACCHI, M.C. CHIANTORE*

ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,
Via di Casalotti, 300 – 00166 Roma, Italy.
*DIP.TER.IS, Università di Genova, Italy.

ABUDEFDUF VAIGIENSIS (QUOY & GAIMARD, 1825): A TROPICAL DAMSELFISH IN MEDITERRANEAN SEA

ABUDEFDUF VAIGIENSIS *(QUOY & GAIMARD, 1825): UN POMACENTRIDE TROPICALE IN MEDITERRANEO*

Abstract

On August 1998, a juvenile Abudefduf vaigiensis *(Pisces, Pomacentridae) was sighted in very shallow waters during a snorkelling survey at Gulf of Genoa (N-W Mediterranean). Our record constitutes the third known occurrence of this Indo-Pacific damselfish species in Mediterranean. Some mechanisms of introduction were proposed.*

Key-words: Abudefduf vaigiensis, *alien fish, Mediterranean.*

Introduction

The pomacentrid *Abudefduf vaigiensis* is widespread in the Indo-Pacific Region from Eastern Africa and Red Sea to Southern Australia and Japan (Allen & Randall, 1980; de Beaufort, 1940; van der Elst, 1988; Hutchins & Swainston, 1986).

In the past, *A. vaigiensis* was frequently misidentified with the similar Atlantic species *A. saxatilis* (Allen and Randall, 1980; Tortonese, 1983).

A useful morphological character to distinguish between *A. vaigiensis* (Indo-Pacific Sergeant) and *A. saxatilis* (Sergeant Mayor) is the extension of the last dark vertical body bar to the posterior margin of dorsal and anal fins in the latter species (de Beaufort, 1940). Moreover, *A. vaigiensis* can be easily recognised from other similar damselfishes through a yellow-orange area under the dorsal fin and the lack of dark stripes on the caudal fin (Hutchins & Swainston, 1986).

A. vaigiensis is frequent in all inshore reefs and particularly common around the harbour piers and wharves (van der Elst, 1988). The diet of *A. vaigiensis* includes shrimps and other small crustaceans, and several red and green seaweeds (van der Elst, 1988).

The species has been firstly recorded in Mediterranean Sea on September 1957 in the Gulf of Naples: a juvenile (8.5 cm-long) was sighted during a dive and then captured (Tardent, 1959).

Another specimen of *A. vaigiensis* was collected off the northern coast of Israel, on 6 December 1997 (Goren and Galil, 1998). The fish, 111 mm TL, was caught by hook on the outer side of the littoral platform at 1-2 m depth.

In August 1998, we have found a specimen of *A. vaigiensis* in the Gulf of Genoa (Ligurian Sea, Western Mediterranean) during an underwater fish visual survey.

Material and methods

Abudefduf vaigiensis was observed during a snorkelling survey at "Scoglio della Croce", a site located in the Eastern Riviera near the small town of Riva Trigoso

(44°15'10 N / 9°25'40 E), 40 km far from Genoa. The site is an emerging rocky pinnacle connected to the shoreline by a 35m-long quay. The seabed in this small area consists of steep cliffs with algae around the rock, and of flat grounds covered by boulders (up to 1m-wide) on the two sides of the quay.

Results

The first sighting occurred on 14 August 1998; the fish was grouped in a shoal of the damself *Chromis chromis* at 2 m of depth, close to a vertical rocky wall. The specimen was estimated 6-8 cm in total length. During an half-hour observation it seemed not disturbed by the presence of the divers, thus allowing us to collect images by videocamera, successively used to confirm the field taxonomic diagnosis. The fish was censused several times and remained in the site until to the end of August. Later on, after a rough sea period, the specimen was not yet found.

Discussion and conclusions

Abudefduf vaigiensis is the only tropical damselfish recorded in Mediterranean Sea which may be considered an immigrant species.

The few findings of *A. vaigensis* in the Mediterranean waters temporally and spatially scattered do not provide a clear indication about the mechanism of introduction.

The long distance between the two western basin sites of occurrence and Suez Canal, as well as the lack of intermediate sighting sites disagree with an active colonisation of this species from the Red Sea.

In these cases we may hypothesise an accidental release from aquarium or, more probably, as already suggested by Tardent (1959), a passive transport by ship. The introduction of the species by ballast water or within ship-fouling communities, particularly when the hull and the sea-water pipe systems are heavily fouled, can be sustained by the tigmotrophic habit of juveniles.

Abudefduf vaigiensis is known to colonise new habitats by juveniles passively transported beneath floating objects borne along by ocean currents (van der Elst, 1988). The fouling community which inhabits such flotsam can constitute an abundant food supply for the young fish (van der Elst, 1988).

The heavy naval traffic which characterise several Mediterranean coastal areas, such as Gulf of Genoa and Gulf of Naples, can support the introduction of alien fish species.

Acknowledgements

We wish to thank Mr. Bruno Chiantore who first sighted the specimen and Mr. Attilio Anselmo for his technical support in the video analysis.

References

ALLEN G.R., RANDALL J.E. (1980) - A review of the damselfishes (Teleostei: Pomacentridae) of the Red Sea. *Isr. J. Zool.*, **29**: 1-98.

DE BEAUFORT L.F. (1940) - *The fishes of the Indo-Australian Archipelago.* 8, E.J. Brill Editor, Leiden: 508 pp.

GOREN M., GALIL B.S. (1998) - First record of the Indo-Pacific coral reef fish *Abudefduf vaigiensis* (Quoy & Gaimard, 1825) in the Levant. *Isr. J. Zool.*, **44**: 57-59.

HUTCHINS B., SWAINSTON R. (1986) - *Sea fishes of Southern Australia.* R. Swainston Editor, Perth: 180 pp.

TARDENT P. (1959) - Capture d'un *Abudefduf saxatilis vaigiensis* Q. und G. (Pisces, Pomacentridae) dans le Golfe de Naples. *Rev. Suisse Zool.* **66**: 347-351.

TORTONESE E. (1983) - *Ambienti e pesci dei mari tropicali.* Calderini Editore, Bologna: 226 pp.

VAN DER ELST R. (1988) - *A Guide to the Common Sea Fishes of Southern Africa.* P. Borchert Editor, Cape Town: 398 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 844-849

A. VOLIANI, P. MANNINI, R. AUTERI

A.R.P.A.T. - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana,
Sezione Regionale G.E.A., Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.

DISTRIBUZIONE E BIOLOGIA DI *LEPIDOTRIGLA CAVILLONE* (LACEPEDE) E *L. DIEUZEIDEI* (AUDOIN IN BLANC & HUREAU) NELL'ARCIPELAGO TOSCANO

DISTRIBUTION AND BIOLOGY OF LEPIDOTRIGLA CAVILLONE *(LACEPEDE) AND* L. DIEUZEIDEI *(AUDOIN IN BLANC & HUREAU) IN THE TUSCAN ARCHIPELAGO*

Abstract

The spatial distribution and biology of Lepidotrigla cavillone *and* L. dieuzeidei *(Osteichthyes, Triglidae) were investigated in the Northern Tuscan Archipelago (Tyrrhenian Sea). The distribution patterns resulted different with limited overlapping. Both species were found to be characterised by fast-growth and short-life. The diet was based on crustaceans even though that of* L. dieuzeidei *included more prey taxa.*

Key-words: Lepidotrigla, *distribution, growth, diet, Tyrrhenian Sea.*

Introduzione

Il caviglione (*Lepidotrigla cavillone*) è uno dei triglidi più comunemente catturati con la pesca a strascico nel piano circalitorale dell'area dell'Arcipelago Toscano; il caviglione liscio (*L. dieuzeidei*) è invece meno diffuso, anche se talvolta può dare origine anch'esso a catture abbondanti. Entrambe le specie presentano uno scarso valore economico. Dai dati delle campagne di pesca a strascico eseguite a nord dell'Isola d'Elba fino alla foce del Magra risulta che il caviglione costituisce mediamente il 2 % del catturato, mentre il caviglione liscio non supera mai l' 1% (Auteri, 1996a). La biologia di *L. cavillone* non è molto conosciuta, in particolare nell'area in esame, mentre per l'altra specie congenere le informazioni sono ancora più scarse in tutto il bacino Mediterraneo. Nel presente lavoro si confrontano le distribuzioni geografiche delle due specie e si forniscono per entrambe informazioni biologiche relative alla riproduzione, all'accrescimento e all'alimentazione.

Materiali e metodi

I dati impiegati provengono da 30 campagne scientifiche di pesca a strascico (Auteri, 1996a) condotte dal 1985 al 1998 in primavera, estate e autunno nella parte settentrionale dell'Arcipelago Toscano, utilizzando una maglia stirata al sacco di 40 mm. Altri dati utilizzati provengono dai survey mensili di pesca a strascico indirizzati alla cattura di *Aphia minuta* (Auteri, 1996b) negli anni 1994-96, dove era impiegata una rete non selettiva con maglia di 4 mm. Sono stati rilevati i rendimenti orari (kg/h) delle due specie ed inoltre, di un campione degli esemplari raccolti, è stata misurata la lunghezza totale (LT al mezzo cm) ed il peso al decimo di g, è stato determinato il sesso, lo stadio di maturità delle gonadi

ed infine sono stati analizzati i contenuti gastrici. Per questi ultimi, i risultati sono stati espressi in percentuale di frequenza delle prede (Hyslop, 1980). L'area di distribuzione delle due specie è stata analizzata tramite l'applicazione del sistema d'informazione geografico (GIS) Geo-Inspector (ProGis™). Il metodo del quadrato della distanza inversa è stato utilizzato per interpolare i dati di rendimento. Per stimare i parametri di crescita secondo il modello di von Bertalanffy è stata usata l'analisi della progressione delle classi modali nelle distribuzioni di taglia, mediante l'uso di algoritmi disponibili nel software FiSAT (Gayanilo *et al.*, 1996).

Risultati

L. cavillone è risultato presente tra 15 e 250 m di profondità, ma i rendimenti più elevati sono stati riscontrati in un intervallo compreso tra 90 e 150 m (Fig. 1), sui fondali fangosi a *Leptometra* e *Stichopus*, o detritici a *Griphus*, *Echinus* e

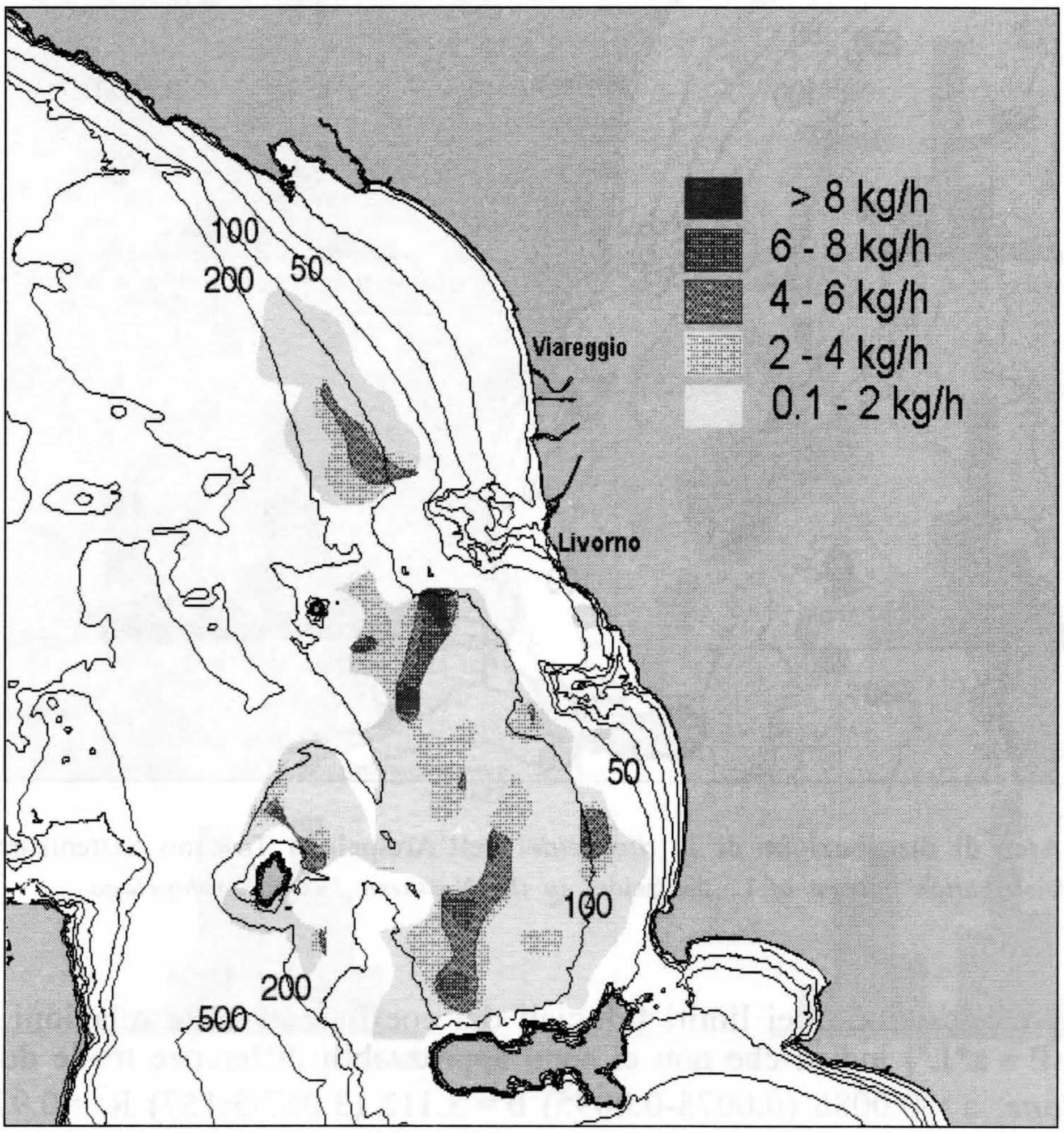


Fig. 1 - Area di distribuzione di *L. cavillone* nell'Arcipelago Toscano Settentrionale.
Distribution pattern of L. cavillone *in the Northern Tuscan Archipelago.*

Cidaris. Gli esemplari giovanili sono apparsi, in particolare nei mesi estivi, nelle zone a minore profondità (30-100 m) *L. dieuzeidei* occupa una fascia più profonda rispetto al caviglione. Pur essendo stato campionato in un intervallo batimetrico compreso tra 120 e 400 m, le catture più abbondanti sono state ottenute tra 150 e 210 m, interessando anche una parte del piano epibatiale (Fig. 2).

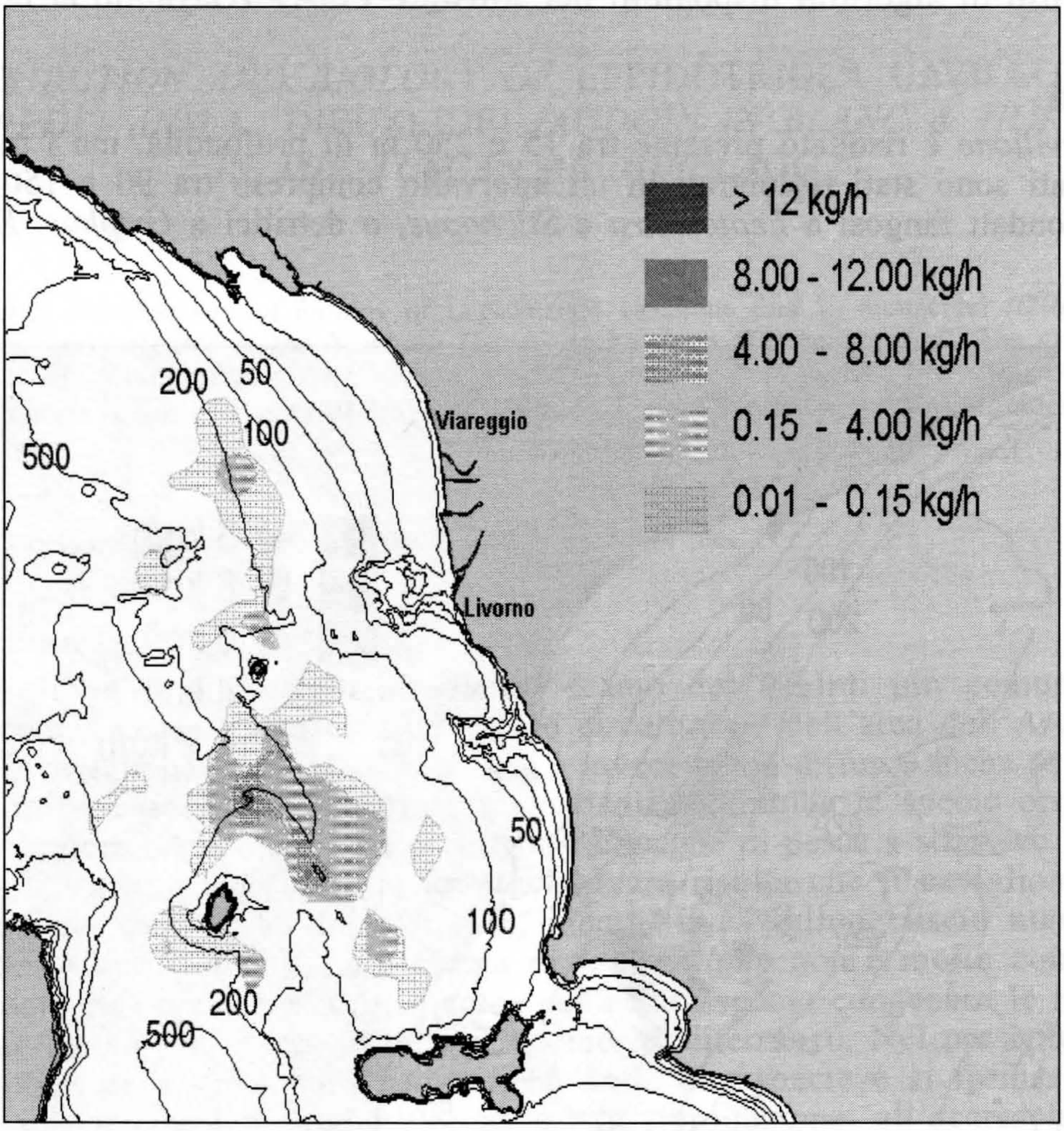


Fig. 2 - Area di distribuzione di *L. dieuzeidei* nell'Arcipelago Toscano Settentrionale.
Distribution pattern of L. dieuzeidei *in the Northern Tuscan Archipelago.*

La sovrapposizione dei limiti fiduciali dei coefficienti delle relazioni lunghezza-peso ($P = a*L^b$) indica che non ci sono apprezzabili differenze tra le due specie:
L. cavillone: a = 0.0086 (0.0078-0.0095) b = 3.112 (3.067-3.157) $R^2 = 0.97$ n = 500
L. dieuzeidei: a = 0.0085 (0.0069-0.0103) b = 3.116(3.037-3.195) $R^2 = 0.95$ n = 321

In primavera circa lo 80% delle femmine di *L. cavillone* di LT superiore a 8 cm presentava le gonadi prossime alla deposizione. Agli inizi di settembre, per lo stesso intervallo di taglia, meno del 50% delle femmine risultava ancora in

fase riproduttiva. Lo stesso tipo di analisi non è stata possibile per i maschi in quanto le piccole dimensioni delle gonadi, come già riportato da Colloca *et al.* (1997), hanno reso difficile l'attribuzione macroscopica dello stadio di maturazione. Per quanto riguarda *L. dieuzeidei*, femmine mature sono state campionate da febbraio a settembre; in giugno circa il 70 % delle femmine di LT superiore a 12 cm è risultato maturo.

Le distribuzioni di tutte le lunghezze rilevate sono riportate in Figura 3. Gli esemplari di dimensioni maggiori catturati durante i campionamenti sono stati di 17 cm per *L. cavillone* e di 19 cm per *L. dieuzeidei*. I parametri dell'equazione di crescita sono risultati:

L. cavillone $K = 0.67$ anno^{-1} $L_\infty = 16.5$ cm $t_0 = -0.51$ anni

L. dieuzeidei $K = 0.69$ anno^{-1} $L_\infty = 17.5$ cm $t_0 = -0.36$ anni

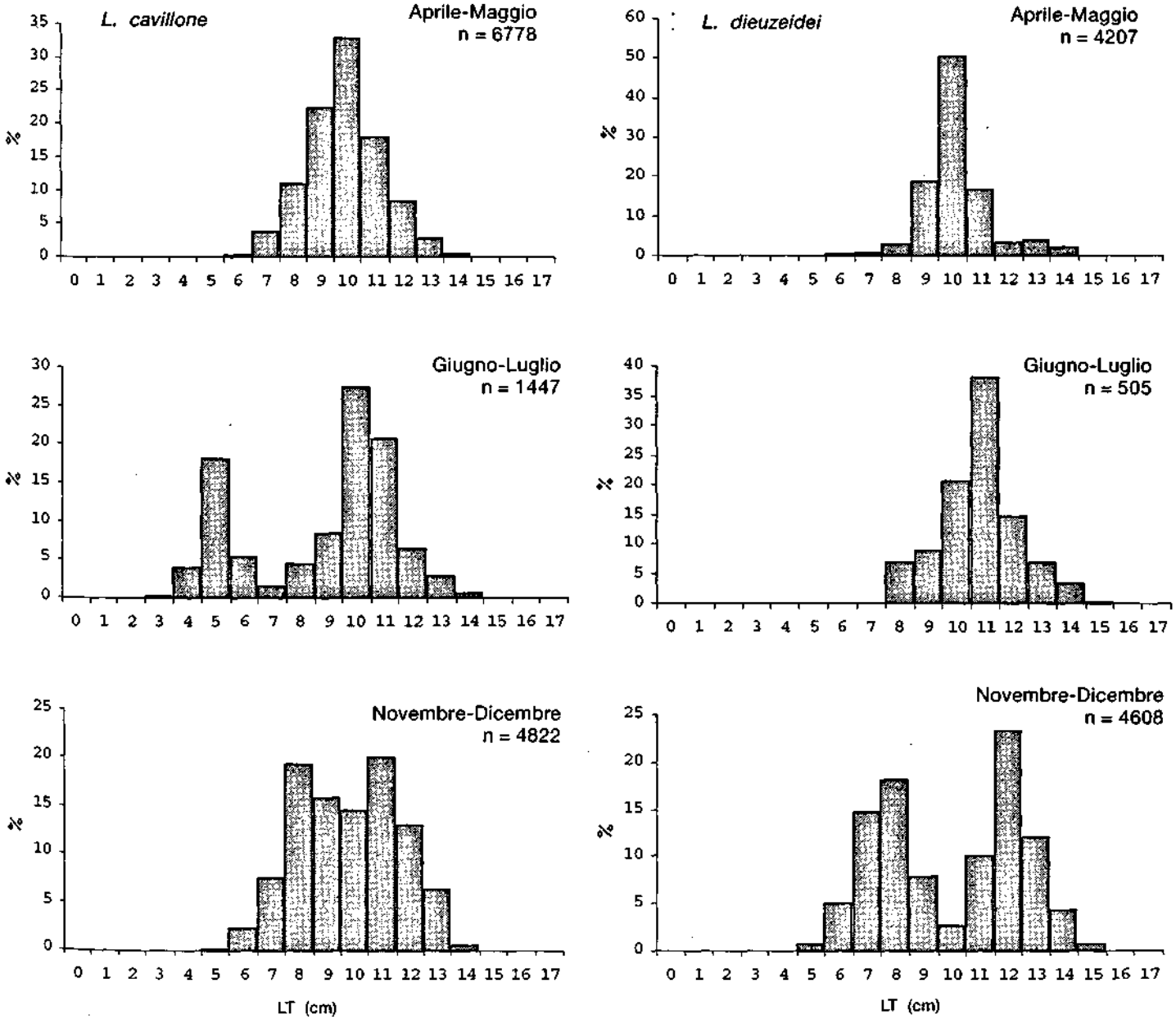


Fig. 3 - Distribuzione di taglia di *L. cavillone* e *L. dieuzeidei*.
Length-frequency distribution of L. cavillone *and* L. dieuzeidei.

In base a tali parametri, le lunghezze medie ad uno, due e tre anni di età sono risultate di 10.5, 13.4 e 14.9 cm per *L. cavillone* e di 10.8, 14.2 e 16.0 cm per *L. dieuzeidei.*

Sono stati analizzati 211 stomaci di *L. cavillone* e 199 di *L. dieuzeidei.* Nella Tabella 1 è riportata la percentuale di presenza delle diverse categorie di prede determinabili rinvenute negli stomaci non vuoti. Crostacei sono stati identificati nella totalità degli stomaci considerati di *L. cavillone* e nel 97 % di quelli di *L. dieuzeidei.*

Tab. 1 - Percentuale di presenza delle prede negli stomaci non vuoti. *L.ca = L. cavillone, L. di = L. dieuzeidei,* "n" = stomaci considerati
Percentage of occurrence of prey items in non-empty stomachs. "n" = stomachs utilised

prede	Crostacei				Pesci	Molluschi	
	Misidacei	Decapodi	Isopodi	Anfipodi	Osteitti	Sepiolidi	Gasteropodi
L.ca (n = 98)	76.5	21.4	2.1	-	1.0	-	-
L.di (n = 162)	92.0	4.3	-	0.6	3.7	11.1	1.2

Discussione e conclusioni

Nel presente lavoro risulta che *L. cavillone* e *L. dieuzeidei* hanno una ripartizione differente, sia per la profondità che per la natura del fondo. Nell'Arcipelago Toscano *L. cavillone* è diffuso in una vasta area che comprende gran parte della piattaforma continentale, mentre *L. dieuzeidei*, pur presentando una parziale sovrapposizione batimetrica e spaziale con *L. cavillone,* è confinato in una fascia, generalmente piuttosto stretta, caratterizzata dal passaggio dalla platea continentale alla scarpata. Facendo riferimento alla Carta Bionomica dei Mari Toscani (Bianchi *et al.*, 1995), le biocenosi caratteristiche delle zone a maggiore concentrazione delle due specie sono prevalentemente quella del "detritico del largo" per *L. cavillone* e quella relativa ai "fondi detritici dell'orizzonte profondo del circalitorale" fino ai "fanghi dell'epibatiale" per *L. dieuzeidei.* Il caviglione è comunque presente, e talvolta abbondante, anche nelle aree occupate dai "fanghi terrigeni costieri", zone a minore profondità frequentate dagli esemplari giovanili, come già osservato da Colloca *et al.* (1997) per il Mar Tirreno, e da Serena *et al.* (1990) per la fascia costiera toscana. *L. dieuzeidei* non sembra mostrare una relazione tra taglia e profondità.

Il periodo riproduttivo del caviglione nell'Arcipelago Toscano è simile a quello osservato lungo le coste laziali (Colloca *et al.*, 1997). In primavera si ha il più alto numero di esemplari maturi, ma la riproduzione sembra comunque continuare fino al mese di settembre. Anche per *L. dieuzeidei* il periodo riproduttivo è risultato primaverile-estivo.

Il tasso di crescita di entrambe le specie è risultato relativamente veloce. Per *L. cavillone* gli accrescimenti proposti sono decisamente più rapidi, in particolare nel primo anno di vita, rispetto alle stime di Colloca *et al.* (1997) e di Marano *et al.* (1999), ottenute con il metodo della lettura degli otoliti. La differenza

principale consiste nell'attribuire le nuove reclute di 5-6 cm alla classe di età 0+ oppure 1+. La comparsa dei giovani nel pescato di reti non selettive nei mesi di giugno-luglio (Abella *et al.*, 1997) a nostro avviso indica che si tratta dei primi nati del nuovo ciclo riproduttivo e non di quello dell'anno precedente. Gli accrescimenti di *L. dieuzeidei* sono risultati molto simili a quelli della specie congenere, in particolare nel primo anno di vita; successivamente *L. dieuzeidei* cresce più velocemente, raggiungendo anche dimensioni maggiori.

Entrambe le specie basano la propria alimentazione sui Crostacei, ma *L. dieuzeidei,* forse in relazione alle maggiori dimensioni, presenta una dieta più varia che comprende anche Cefalopodi Sepiolidi e, in piccola parte, Pesci e Molluschi Gasteropodi.

Bibliografia

ABELLA A., AUTERI R., BAINO R., LAZZERETTI A., RIGHINI P., SERENA F., SILVESTRI R., VOLIANI A., ZUCCHI A. (1997) - Reclutamento di forme giovanili nella fascia costiera toscana. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 172-181.

AUTERI R. (1996a) - Valutazione delle risorse demersali dalla foce del Magra all'Isola d'Elba. Unità Operativa T2. *Relazione finale periodo 1994-1996. MRAAF.*: 150 pp.

AUTERI R. (1996b) - Studio per l'individuazione di un sistema razionale per lo sfruttamento del rossetto nell'Alto Tirreno. *Relazione finale periodo 1994-1996. MRAAF.*: 51 pp.

BIANCHI C.N., CINELLI F., MORRI C. (1995) - La carta bionomica dei mari toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative. *Atti Soc. Toscana Sc. Nat., Suppl.* **52**: 255-270.

COLLOCA F., CARDINALE M., ARDIZZONE G.D. (1997) - Biology, spatial distribution and population dynamics of *Lepidotrigla cavillone* (Pisces: Triglidae) in the Central Tyrrhenian Sea. *Fish. Res.*, **32**: 21-32.

GAYANILO F.C., SPARRE P., PAULY D. (1996) - The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT). User's Guide. *FAO Computerized Information Series (Fisheries),* **8**: 126 pp.

HYSLOP E.J. (1980) - Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.* **17**: 411-429.

MARANO C., MARSAN R., MARZANO M.C., UNGARO N. (1999) - Note sull'accrescimento di *Lepidotrigla cavillone* (Lacepède, 1802) - Osteichthyes, Triglidae - nelle acque del basso Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 584-586.

SERENA F., BAINO R., VOLIANI A. (1990) - Distribuzione dei Triglidi (Osteichthyes, Scorpaeniformes) nell'alto Tirreno. *Oebalia*, Suppl. **16** (1): 269-278.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 850-853

M. Cabrini, S. Cok, I. Pecchiar

Laboratorio di Biologia Marina, Via A. Piccard, 54 - Trieste, Italia.
cabrini@univ.trieste.it

DINAMICA E STRUTTURA DEL FITOPLANCTON NELLA FASCIA COSTIERA DEL GOLFO DI TRIESTE

PHYTOPLANKTON STRUCTURE AND DYNAMIC IN THE COASTAL ZONE OF THE GULF OF TRIESTE

Abstract

In the Gulf of Trieste 16 stations were monitored from April 1995 to March 1996 in order to describe the phytoplankton succession and its correlation with environmental data. The results highlight the prevalence of diatoms especially in spring that may be related to the major abundance in estuarine waters.

Key-words: *phytoplankton, nutrients, Gulf of Trieste.*

Introduzione

Negli ultimi vent'anni il monitoraggio delle acque litorali coordinato dal Ministero dell'Ambiente si è intensificato ed oggi é attivo in ogni regione costiera italiana. L'estensione dei fenomeni di eutrofizzazione, le maree colorate e tossiche, le anossie e morie di benthos si espandono in aree anche precedentemente incontaminate e quindi il controllo e l'osservazione costanti del cambiamento si rendono maggiormente necessari.

In realtà molto spesso mancano dati soprattutto biologici utili al fine di valutare la variabilità nel tempo e spiegare gli effetti; infatti la spiegazione delle cause é a volte riconducibile solo nella disponibilità di lunghe serie storiche di dati. Conoscere le cause significa prevenire gli effetti e contenere i danni spesso rilevanti sull'ecosistema marino e sui prodotti della pesca e dell'acquacoltura. Da quasi quindici anni (Cabrini *et al.*, 1991-94; Fonda Umani *et al.*, 1995) lungo la fascia costiera del Golfo di Trieste la distribuzione spaziale e temporale della comunità microfitoplanctonica viene periodicamente esaminata e a tuttoggi sono disponibili utili informazioni sull'evoluzione delle caratteristiche idrologiche e biologiche dell'ecosistema marino.

Materiali e metodi

In questo lavoro vengono discussi i risultati relativi al periodo da aprile 1995 a marzo 1996, approfondendo il ruolo della componente microfitoplanctonica, analizzata secondo il metodo della sedimentazione (Utermöhl, 1958; Zingone *et al.*, 1990). In 16 stazioni, distribuite su 4 transetti costa-largo (Fig. 1), sono stati rilevati mensilmente i parametri abiotici e prelevati, generalmente su tre o quattro quote, campioni d'acqua per le analisi chimiche e del fitoplancton. I dati di superficie così ottenuti sono stati organizzati in quattro matrici distinte per transetto (A, C, D e F). Sono stati considerati i seguenti parametri fisico chimici temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH, NH_3, NO_2, NO_3, PO_4, P totale, $Si(OH)_4$

ed i parametri biologici diatomee, dinoficee ed altri (fitoflagellati appartenenti alla frazione nanoplanctonica). Ad ogni matrice composta da 624 dati, è stato applicato il programma di analisi multivariata MATEDIT di Burba *et al.* (1992).

Risultati

La distribuzione spazio-temporale della comunità fitoplanctonica evidenzia in tutti i transetti dei picchi primaverili ed autunnali dovuti sempre ad alte concentrazioni di diatomee mentre le dinoficee ed i fitoflagellati risultano generalmente poco abbondanti.

Nel transetto A, localizzato nella parte sud-est del Golfo di Trieste, si osservano dei massimi primaverili dovuti a *Pseudo-nitzschia delicatissima* (presente con 1.836.000 cell/l nella stazione A3) e *P.* cfr. *seriata* con un andamento decrescente costa-largo. Le altre componenti sono sempre al di sotto del milione di cell/l. Il transetto C, situato al largo del promontorio di Miramare, é caratterizzato da una maggiore variabilità quantitativa delle diatomee nell'arco del periodo considerato. Le stazioni più costiere mantengono i massimi, per lo più primaverili, mentre più al largo, la stazione C6, maggiormente influenzata dalla "plume" dell'Isonzo, registra delle concentrazioni elevate di diatomee in quasi tutti i mesi. Le specie dominanti risultano *Chaetoceros curvisetus, C. decipiens* e *Pseudo-nitzschia delicatissima* che raggiungono valori intorno ai 2 milioni di cell/l nella stazione C3. Nella stazione C6 si registrano notevoli abbondanze determinate anche da *Skeletonema costatum*. Tre stazioni del transetto D (D0, E3 e D6), localizzate all'interno della baia di Panzano, presentano le più alte concentrazioni della componente biologica in quanto non risentono dell'influsso delle correnti di provenienza orientale. Questo sistema idrodinamico infatti condiziona le acque più al largo senza interessare quelle della baia. Nella stazione E3 si osservano quasi 8 milioni di cell/l sostenuti da piccole specie di *Chaetoceros* indeterminati, riscontrati nel mese di giugno. Fioriture primaverili ed autunnali vengono regolarmente registrate anche in questo transetto. Il transetto F, che si sviluppa dalla laguna di Grado verso il largo, è caratterizzato dalle tipiche fioriture di diatomee primaverili ed autunnali dovute sempre a *P. delicatissima*, *P.* cfr. *seriata* e *Chaetoceros* spp.. In giugno viene inoltre rilevata nella stazione F3 una discreta abbondanza di piccoli flagellati rappresentati soprattutto da criptoficee.

L'elaborazione statistica dei dati relativi al transetto A ha prodotto una classificazione distinta in 5 gruppi di stazioni, separando nettamente un gruppo di stazioni primaverili ed uno corrispondente ai campionamenti di giugno. I rimanenti gruppi non sono caratterizzati da una marcata stagionalità. Le elaborazioni dei dati relativi agli altri transetti separano soprattutto i campionamenti invernali in cui si rilevano i minimi sia di abbondanza di fitoplancton sia di disponibilità di nutrienti. Per ogni matrice vengono comunque sempre distinti 5 gruppi di stazioni.

Conclusioni

I risultati mettono in evidenza come nell'arco dell'anno ci sia una marcata variabilità spaziale e temporale della comunità microalgale, seppure si registrino poche correlazioni significative tra le variabili biologiche ed abiotiche considerate. In generale la struttura del popolamento é determinata dalla successione delle diatomee, mentre le dinoficee sono sempre piuttosto scarse e limitate al periodo primaverile-estivo. In primavera la fioritura fitoplanctonica é particolarmente

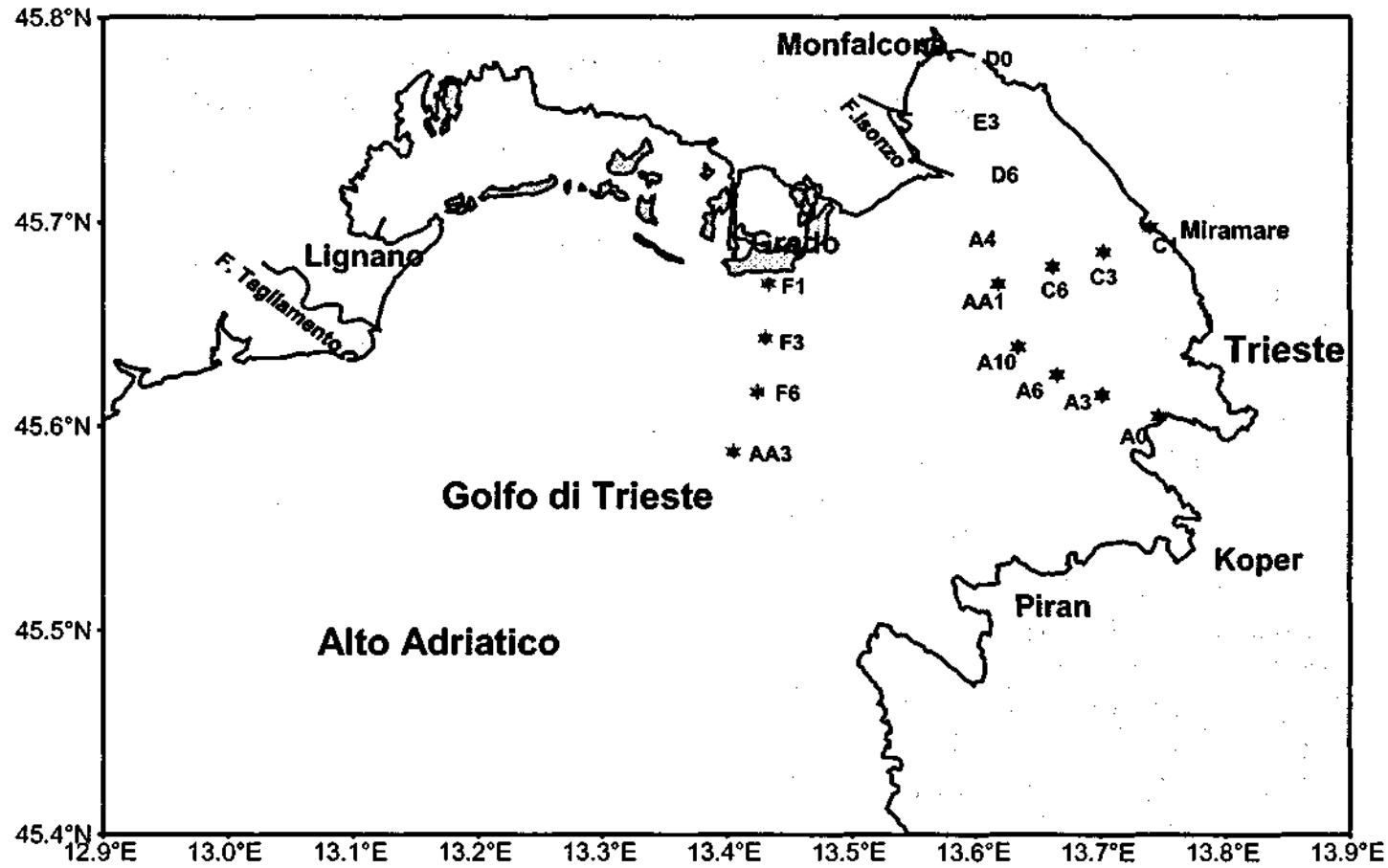


Fig.1 - Mappa delle stazioni di campionamento.
Map of the sampled stations.

abbondante ed a carico soltanto delle diatomee, mentre in autunno la minor quantità degli apporti fluviali limita la riproduzione algale. In inverno infine si riscontrano i minimi assoluti del popolamento microfitoplanctonico dovuti alla scarsa disponibilità dei nutrienti e all'omogeneità termoalina della colonna d'acqua.

Nel periodo studiato non vengono mai segnalati fenomeni di acque colorate nè di iperproduzione di essudati mucopolisaccaridici, più volte osservati nelle estati precedenti (Fonda Umani, 1996).

Ringraziamenti

Questo studio è stato finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica nell'ambito del progetto PRISMA (Progetto di Ricerca e Sperimentazione per il Mare Adriatico). Gli autori desiderano inoltre ringraziare il dr. Sergio Predonzani ed i suoi collaboratori per le analisi chimiche.

Bibliografia

BURBA N., FEOLI E., MALARODA M., ZUCCARELLO V. (1992) - Un Sistema Informativo per la Vegetazione. Software per l'archiviazione della vegetazione italiana e per l'elaborazione di tabelle. *Collana Quaderni C.E.T.A. 2.* GEAD-EQ 11, Gorizia.

CABRINI M., MILANI L., BRAUN E., MARTECCHINI E., FONDA UMANI S. (1991-94) - The phytoplankton in a station in the Gulf of Trieste from October 1988 to December 1990. *Nova Thalassia,* **12**: 191-243.

FONDA UMANI S., YOUNG S.C., FEOLI E., CATALETTO B., CABRINI M., MILANI L. (1995) - Is it possible to identify any plankton succession in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea)? In: Eleftheriou A. *et al.* (eds). *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters,* Olsen & Olsen, Fredensborg (Denmark): 59-65.

FONDA UMANI S. (1996) - Pelagic production and biomass in the Adriatic Sea. *SCI. MAR.*, **60** (Suppl. 2): 65-77.

UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton Methodik. *Mitt. inter. Ver. Theor. angew. Limnol.*, **9**: 1-38.

ZINGONE A., HONSELL G., MARINO D., MONTRESOR M., SOCAL G. (1990) - Fitoplancton. In: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera d'Alcalà M. (eds), *Metodi nell'ecologia del plancton marino, Nova Thalassia,* **11**: 183-198.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 854-857

M. CAMPOLMI, A.M. VACCARO[1], N. CRESCENTI[2], G. COSTANZO[2]

Istituto di Meteorologia ed Oceanografia, IUN, via De Gasperi, 5 - 80166 Napoli, Italia.
[1]Dip. di Biologia Animale, Università di Palermo, Italia.
[2]Dip. di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Italia.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLE VARIAZIONI NICTEMERALI DELLA COMUNITÀ A MISIDACEI DELLO STAGNONE DI MARSALA (SICILIA OCCIDENTALE)

FIRST OBSERVATIONS ON THE DAY-NIGHT VARIABILITY OF THE MYSID ASSEMBLAGE IN THE STAGNONE DI MARSALA (WESTERN SICILY)

Abstract

The first data on day-night variability of the mysid assemblage in the Stagnone di Marsala (Western Sicily) are here reported. The fluctuations of population structure are shown for each species.

Key-words: *Mysids, day-night variability, coastal sound, Mediterranean Sea.*

Introduzione

I misidacei sono organismi generalmente demersali, che vivono di giorno in prossimità del fondo, al riparo della vegetazione o infossati nel sedimento e risalgono verso la superficie durante le ore notturne, seguendo tipici modelli di migrazione nictemerale (Mauchline, 1980). I fattori che regolano tale fenomeno sono svariati, il più importante sembra essere la variazione di intensità luminosa nell'arco delle ventiquattro ore (Mauchline, 1980; Williams e Collins, 1984; Macquart-Mouline e Maycas, 1995).

In questa nota vengono presentati i primi dati relativi allo studio delle variazioni giornaliere della comunità a misidacei presente nello Stagnone di Marsala. In particolare, sono state analizzate le fluttuazioni nella struttura di popolazione delle singole specie prese in esame e valutate le possibili relazioni con i principali fattori ambientali.

Materiali e metodi

Il 22 e 23 ottobre 1996 è stato effettuato un ciclo nictemerale di campionamenti, in una stazione posta in vicinanza della bocca meridionale di comunicazione col mare (profondità 1,5-2 m). I prelievi sono stati effettuati, ogni tre ore, utilizzando un retino da plancton (apertura di maglia 125 μm, bocca 40 cm di diametro) dotato di flussimetro. Per ciascun orario di campionamento sono state fatte tre repliche. Le pescate sono state di tipo orizzontale e hanno interessato lo strato d'acqua compreso tra la superficie e la profondità di circa 1 m. Contemporaneamente alle retinate sono stati rilevati i valori di temperatura e salinità e l'ampiezza dell'escursione di marea. I campioni raccolti sono stati fissati con formalina al 4%. I misidacei sono stati identificati a livello di specie e separati in sei categorie (*sensu* Mauchline, 1980): maschi maturi e immaturi; femmine ovigere, vuote e immature; giovanili.

Risultati

Nell'arco delle ventiquattro ore i valori di temperatura e salinità hanno oscillato rispettivamente tra 18,5 e 19,5°C e tra 37,8 e 39,4 psu. L'escursione di marea è risultata pari a 25 cm.

La misidiofauna, costituita principalmente da *Siriella clausii* (93,8%), *Diamysis bahirensis* (4,1%), *Mysidopsis gibbosa* (2%), *S. armata* (0.1%) e *Mesopodopsis slabberi* (0.1%), ha presentato notevoli oscillazioni di densità nell'arco delle ventiquattro ore (Tab. 1). *S. clausii,* specie dominante, ha mostrato un doppio picco di densità (ore 21:00 e 3:30) da ascrivere ad un cospicuo aumento notturno delle forme giovanili, che costituiscono la categoria più abbondante anche per le altre specie. *D. bahirensis e M. gibbosa* hanno mostrato un solo picco di densità (ore 3:30) ma di entità nettamente inferiore rispetto a *S. clausii. S. armata* e *M. slabberi,* rappresentate quasi esclusivamente da giovanili, sono state rinvenute solo occasionalmente durante l'intero ciclo nictemerale.

In genere, tra maschi e femmine di ogni specie non sono state riscontrate differenze nei tempi di migrazione.

Discussione e conclusioni

Le fluttuazioni di densità del popolamento a misidacei, durante il ciclo nictemerale, sembrano dipendere principalmente dall'alternarsi dei periodi di luce e di buio, mentre non sembrano influenzate dai fattori idrodinamici associati ai cicli di marea, né dalle variazioni dei parametri chimico-fisici.

Dall'analisi della distribuzione delle specie, nell'arco delle ventiquattro ore, è possibile ipotizzare il cosiddetto "*midnight sinking*" (Cushing, 1951), evidente in special modo per *S. clausii.* Gli esemplari di tale specie, durante le ore notturne, compiono delle migrazioni nictemerali dal fondo verso la superficie e viceversa, secondo un chiaro *pattern* che può essere suddiviso in quattro fasi successive.

In tutte le specie esaminate, le forme giovanili sembrano migrare più abbondantemente nella colonna d'acqua rispetto agli adulti. Probabilmente questo fenomeno è dovuto al fatto che tali individui sono meno visibili ai predatori, per via delle loro minori dimensioni e di una colorazione meno intensa (Mauchline, 1980).

La risalita nella colonna d'acqua, nelle ore notturne, è da correlare soprattutto alle necessità alimentari di tali organismi. Essi nella maggior parte dei casi sono onnivori (Mauchline, 1980; Williams e Collins, 1984; Jerling e Wooldridge, 1995), nutrendosi di detrito organico (depositato prevalentemente sul fondo), ma anche di zooplancton di piccole dimensioni, principalmente Copepodi (Mauchline, 1980).

La biomassa dei misidacei all'interno di ambienti lagunari, sebbene sia distribuita irregolarmente, può essere consistente. Tali organismi, in questi ambienti sembrano utilizzare in maniera considerevole il detrito organico come fonte di nutrimento (Mauchline, 1980). Questo fenomeno potrebbe assumere particolare importanza nello Stagnone di Marsala, dove si accumula una notevole quantità di sostanza organica (Sarà *et al., in press*), gran parte della quale non viene poi consumata e finisce dunque col depositarsi sul fondo. I misidacei, in tale ambiente, sarebbero coinvolti in una breve catena alimentare (detrito-misidacei-pesci) e, con i loro continui spostamenti verticali, potrebbero svolgere un ruolo di particolare rilievo nella connessione delle reti trofiche del benthos e del necton (Vaccaro, 1998).

Tab. 1 - Andamento dell'abbondanza media (ind./100 m^3) dei Misidacei nell'arco delle 24 ore (22-23 Ottobre 1996). M(m): maschi maturi; M(i): maschi immaturi; F(o): femmine ovigere; F(v): femmine vuote, F(i): femmine immature; j: giovanili.

Day-night trend of mysid average abundance (ind./100 m^3) (October 22-23th 1996). M(m): mature males; M(i): immature males; F(o): mature females; F(v): empty females; F(i): immature females; j: juveniles.

Orario	11:20		14:30		18:10		21:00		0:00		3:30		6:40		9:00		11:15	
Specie	media	d. s.	media	d. s.	media	d. s.	media	d. s.	media	d. s.	media	d. s.	media	d. s.	media	d. s.	media	d. s.
S. clausii							784,2		201,4		5715,1		2,8		11,8			
M (m)									1,4	2,0	39,8	22,0	0,7	0,9				
M (i)									1,4	1,9	26,0	2,4						
F (o)									1,4	1,9	21,9	8,1			0,7	0,9		
F (v)							2,6	3,7			117,8	29,2	0,7	0,9	0,7	0,9		
F (i)							0,5	0,7			21,4	4,1						
j							781,1	885,8	197,2	118,5	5488,2	1990,1	1,4	0,1	10,5	7,7		
D. bahirensis									15,2		255,8		0,8		21,6			
M (m)									2,8	3,9					0,8	1,2		
F (o)											4,0	5,7			1,3	1,9		
F (v)															3,5	2,6		
F (i)											12,7	4,9	0,8	1,1	1,5	0,2		
j									12,4	17,5	239,0	131,9			14,5	13,4		
M. gibbosa									12,4		126,0				2,3			
M (m)									2,8	3,9	8,7	0,8						
M (i)									2,8	3,9	26,0	2,4			0,7	0,9		
F(i)									4,1	5,8	41,1	45,0			1,7	2,4		
j									2,8	3,9	50,3	31,9						
S. armata											4,6				2,7			
F (i)															0,7	0,9		
j											4,6	6,5			2,0	2,8		
M.slabberi											4,0							
j											4,0	5,7						

Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Antonio Ariani per la conferma della diagnosi sistematica delle specie.

Bibliografia

CUSHING D.H. (1951) – The vertical migration of planktonic Crustacea. *Biol. Rev.*, **26:** 158-192.

JERLING H.R., WOOLDRIDGE T.H. (1995) - Feeding of two mysid species on plankton in a temperate South African estuary. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **188**: 243-259.

MAUCHLINE J. (1980) – The biology of Mysids. *Advances in Mar. Biol.*, **18:** 1-369.

MACQUART-MOULIN C., MAYCAS E.R. (1995) - Inshore and offshore diel migrations in European benthopelagic mysids, genera *Gastrosaccus, Anchialina* and *Haplostylus* (Crustacea, Mysidacea). *J. Plankton Res.*, **17** (3): 531-555.

SARÀ G., LEONARDI M., MAZZOLA A. (in press) – Spatial and temporal changes of suspended matter in relation to wind and vegetation cover in a Mediterranean shallow coastal environment. *Chem. Ecol.* **16**: 151-173.

VACCARO A.M. (1998) – *Distribuzione di Misidacei (Crustacea, Malacostraca) nello Stagnone di Marsala.* Tesi di laurea, Sc. Biologiche, Università di Palermo: 110 pp.

WILLIAMS R., COLLINS N.R. (1984) - Distribution and variability in abundance of *Shistomysis spiritus* (Crustacea: Mysidacea) in the Bristol Channel in relation to environmental variables, with comments on other mysids. *Mar. Biol.*, **80**: 197-206.

Lavoro effettuato con fondi di Ateneo, ex M.U.R.S.T. 60%

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 858-860

M. CAMPOLMI, G. ZAGAMI*, G. COSTANZO*

Istituto di Meteorologia ed Oceanografia IUN, via De Gasperi, 5 - 80166 Napoli, Italia.
*Dip. di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Italia.

PRIMA SEGNALAZIONE DI *RIDGEWAYIA MARKI MINORCAENSIS* (COPEPODA, CALANOIDA) NEL MEDITERRANEO CENTRALE

FIRST RECORD OF RIDGEWAYIA MARKI MINORCAENSIS *(COPEPODA, CALANOIDA) IN THE CENTRAL MEDITERRANEAN SEA*

Abstract

Specimens of Ridgewayia marki minorcaensis *Razouls e Carola, 1996 (Copepoda, Calanoida, Ridgewayiidae) were collected from shallow waters (1.5-6 m depth) along the Western coast of Sicily. This is the first record of this subspecies in the Central Mediterranean Sea, and represents an interesting case of biogeographic distribution.*

Key-words: *First record,* Ridgewayia, *Copepods, Mediterranean Sea.*

Introduzione

Ridgewayia Thompson e Scott, 1903 (Ridgewayiidae) è uno dei pochi generi, tra i Copepodi Calanoidi, che vive in stretta associazione col benthos (iperbentonico). Presenta un'ampia distribuzione geografica, essendo stato segnalato nell'Oceano Indiano (regione nord-occidentale), nel Canale di Suez, al largo dell'Australia settentrionale, alle Isole Bermuda, alle Bahamas, nelle acque della Florida, di Panama e del Giappone (Razouls e Carola, 1996). Attualmente, il genere comprende 12 specie, tutte tipicamente iperbentoniche e caratteristiche di acque poco profonde o di cave sottomarine. Tra di esse, *Ridgewayia marki* (Esterly, 1911), finora rinvenuta solo alle isole Bermuda (Esterly, 1911; Yeatman, 1969), è stata recentemente segnalata da Razouls e Carola (1996) all'interno di una grotta sottomarina dell'Isola di Minorca (Mediterraneo Occidentale). I suddetti autori hanno considerato gli esemplari rinvenuti appartenenti alla sottospecie *R. marki minorcaensis* sulla base della struttura del quinto piede del maschio.

Nella presente nota viene segnalato il ritrovamento di alcuni esemplari di questa sottospecie, lungo le coste della Sicilia occidentale.

Materiale e metodi

I campioni sono stati raccolti nella zona interna (profondità 1-1,5 m) e nelle acque antistanti (profondità 5-6 m) lo Stagnone di Marsala (37°52'N, 12°28'E), su un substrato sabbioso-fangoso. Le pescate, effettuate con un retino da plancton (apertura di maglia 125 µm, bocca 40 cm di diametro), sono state di tipo orizzontale e hanno interessato lo strato d'acqua compreso tra la superficie e la profondità di circa 1 m. Gli esemplari sono stati catturati sia durante le ore diurne, nei mesi di giugno, settembre e dicembre 1996, che in quelle notturne (luglio 1996).

Risultati e discussione

Nel corso di una campagna di ricerca sullo zooplancton dello Stagnone, sono stati rinvenuti 7 femmine adulte (lunghezza totale media 0,96 ± 0,017 mm) e 8 maschi adulti (lunghezza totale media 0,82 ± 0,013 mm), appartenenti alla sottospecie *Ridgewayia marki minorcaensis* (Fig. 1a, b).

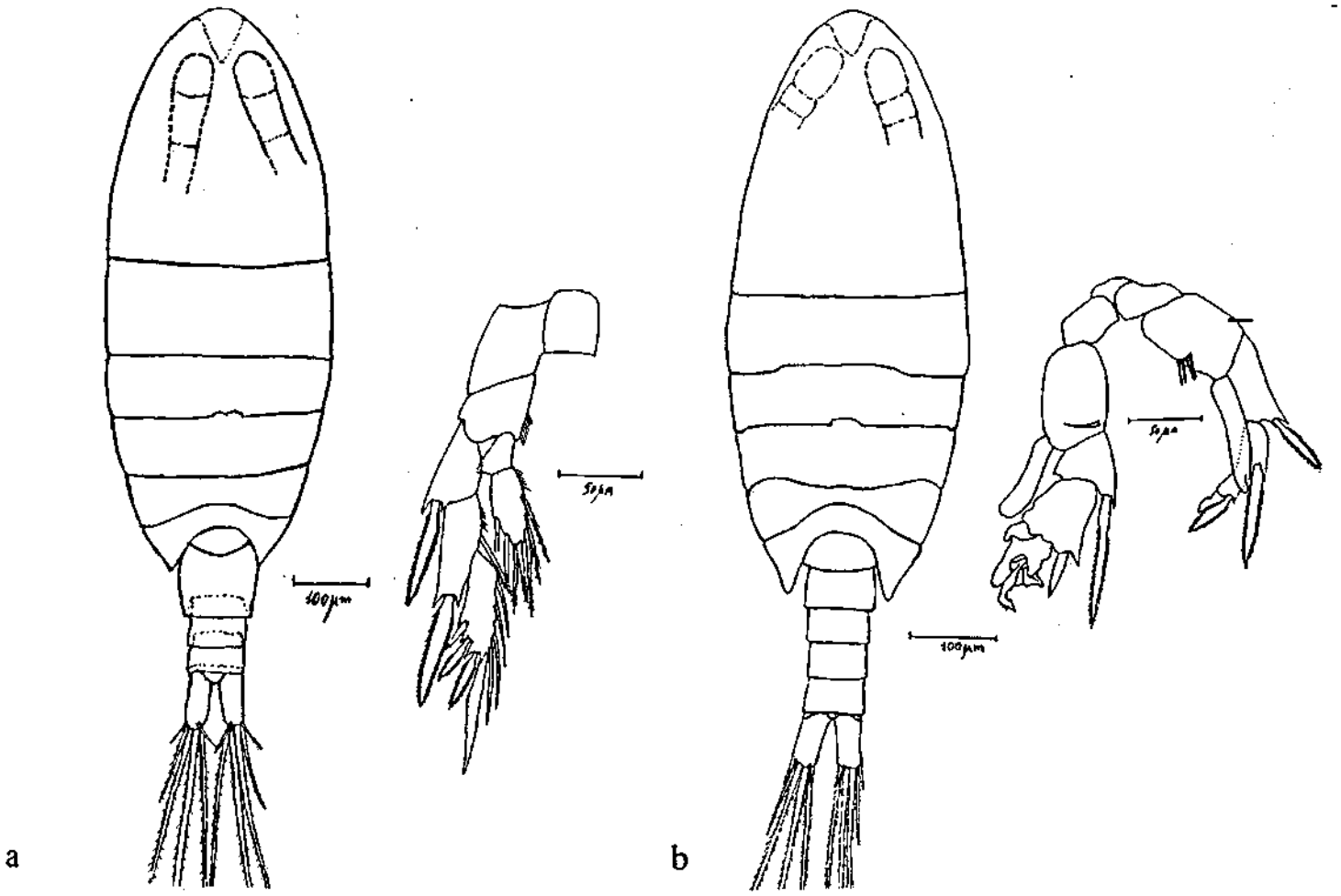


Fig. 1 - *Ridgewayia marki minorcaensis* Razouls e Carola, 1996, veduta dorsale e quinto piede: (a) femmina; (b) maschio.
Ridgewayia marki minorcaensis *Razouls & Carola, 1996, dorsal view and leg 5: (a) female; (b) male.*

La presenza di questa sottospecie nel Mediterraneo rappresenta un caso interessante di distribuzione biogeografica. Dopo il ritrovamento di Razouls e Carola (1996) nella grotta sottomarina di Calan Porter (Minorca), questa è, infatti, la seconda segnalazione di esemplari di questa sottospecie nel Mediterraneo e a queste latitudini.

Dato il carattere non pelagico di questa specie, che la confina in habitat costieri o poco profondi, e la scarsa abbondanza della popolazione, l'ipotesi di un'introduzione accidentale da parte dell'uomo, così come la possibilità di una diffusione naturale da altri mari nel Mediterraneo, sono poco probabili (Razouls e Carola, 1996).

La presenza nella stessa area costiera di altri rari Calanoidi iperbentonici, appartenenti ai generi *Metacalanus*, *Stephos*, *Pseudocyclops* e *Paramisophria,* ad affinità Atlantica e Indo-Pacifica, suggerisce l'ipotesi del carattere relitto di questa popolazione iperbentonica in Mediterraneo.

Bibliografia

ESTERLY C.O. (1911) - Calanoid Copepoda from the Bermuda Islands. *Proc. American Acad. Arts Sci.*, **47** (7): 219-226, pls. 1-4.

RAZOULS C., CAROLA M. (1996) - The presence of *Ridgewayia marki minorcaensis* n. ssp. in the Western Mediterranean. *Crustaceana,* **69** (1): 47-55.

THOMPSON I.C., SCOTT T. (1903) - Report on the Copepoda collected by Professor Herdman, at Ceylon, in 1902. In: W.A. Herdman, *Report to the government of Ceylon on the Pearl Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar*, **1** (Suppl. 7): 227-307, pls. 1-20.

YEATMAN, H.C. (1969) - A redescription of the copepod *Ridgewayia marki*, with description of an unusual specimen. *Journ. Tennessee Acad. Sci.*, **44** (1): 7-10.

Lavoro effettuato con fondi di Ateneo ex M.U.R.S.T. 60%

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 861-864

A. Cuttitta, B. Patti, A. Bonanno, G. Basilone, A. Garcia*, A. Carpena*, L. Godoy*, S. Mazzola

Istituto di ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente - CNR, Via L. Vaccara, 61
21096 Mazara del Vallo, Trapani, Italia.
*Inst. Esp. de Ocean. - Centro Ocean. de Malaga, Fuengirola, Spagna.

PRIMI DATI SULL'ACCRESCIMENTO GIORNALIERO DELLE LARVE DI *SARDINELLA AURITA* (VALENCIENNES, 1847) NELLO STRETTO DI SICILIA

FIRST DATA ON THE DAILY OTOLITH GROWTH INCREMENTS IN THE LARVE OF SARDINELLA AURITA *(VALENCIENNES, 1847) IN THE STRAIT OF SICILY*

Abstract

A survey was carried out during July 19-August 8, 1997 covering the area of the Sicilian shelf to investigate the distribution of early life stages of small pelagic species. The method of otolith lecture was applied in order to estimate the daily larval growth pattern of Sardinella aurita *(Osteichthyes, Clupeiformes) in the study area. Length and otolith radius vs daily increments and length vs otolith radius relationships, fitted using power function models, showed high R^2 values. Estimated sardinella larval growth appears to be relatively low compared to that of anchovy larvae at the same size.*

Key-words: Sardinella, *otolith, daily growth, Mediterranean Sea.*

Introduzione

Nell'ambito del progetto interdisciplinare biennale MED 96-052 sulla biologia ed ecologia di *Engraulis encrasicolus* nello Stretto di Sicilia, è stato condotto un campionamento ittioplanctonico tra il 19 Luglio e l'8 Agosto 1997, per studiare la concentrazione e la distribuzione delle uova e delle larve di acciuga sulla piattaforma continentale a sud-ovest della Sicilia fino all'isola di Malta e sulla piattaforma Tunisina al largo dell'isola di Lampedusa. I risultati della campagna hanno evidenziato una elevata concentrazione di uova e larve di sardinella (*Sardinella aurita,* Valenciennes 1847) in numerosi campioni, con una distribuzione geografica quasi identica a quella dell'acciuga. Per la prima volta ciò ha consentito lo studio dell'accrescimento giornaliero di questa specie utilizzando la tecnica della lettura degli otoliti larvali.

Materiali e metodi

Le larve di sardinella utilizzate per lo studio dell'accrescimento giornaliero sono state catturate mediante retinate di Bongo 90 (1 mm di apertura di maglia) in un campione raccolto durante la notte al largo dell'isola di Lampedusa e conservate in alcool a 96°.

In totale sono stati misurati 200 esemplari e per ciascuno sono stati letti entrambi gli otoliti. Per la lettura degli anelli di accrescimento giornaliero è stato utilizzato il software di analisi di immagine OTO 3.0 (Butler e Moksness, 1997).

Risultati

La taglia minima delle larve studiate è di 2,78 mm, quella massima di 14,30 mm. La taglia media è risultata pari a 10,3 mm (± 2,38 SD).

La relazione tra maglia ed incrementi giornalieri è di tipo potenziale (Tab. 1). La taglia di schiusa (Lo) delle larve è stata fissata a 3,5 mm. L'analisi dei dati evidenzia una elevata correlazione ($R^2 = 0,83$) tra la lunghezza delle larve e l'incremento giornaliero degli otoliti (Fig. 1), e fra la lunghezza delle larve e la lunghezza dei raggi degli otoliti ($R^2 = 0,93$, Fig. 2). Una relazione diretta quasi lineare con $R^2 = 0,92$ è stata trovata tra i raggi degli otoliti e l'età delle larve (Fig. 3). La derivata rispetto al tempo della funzione potenziale adattata alla relazione tra taglia e incrementi giornalieri ha permesso di stimare il tasso di crescita, risultato a pari a 0,43 mm/giorno per una larva di 8 mm di taglia.

Tab. 1 - Risultati del modello di regressione non-lineare (funzione potenziale) adattato alla relazione Taglia/Incrementi giornalieri.

Results of the non-linear regression model (power function) fitted to Size/Daily increments relationship.

y = 3.5 + m2*x^m3		
	Valore	Errore
m2	0.47179	0.056546
m3	0.97177	0.041505
R^2	0.83016	NA

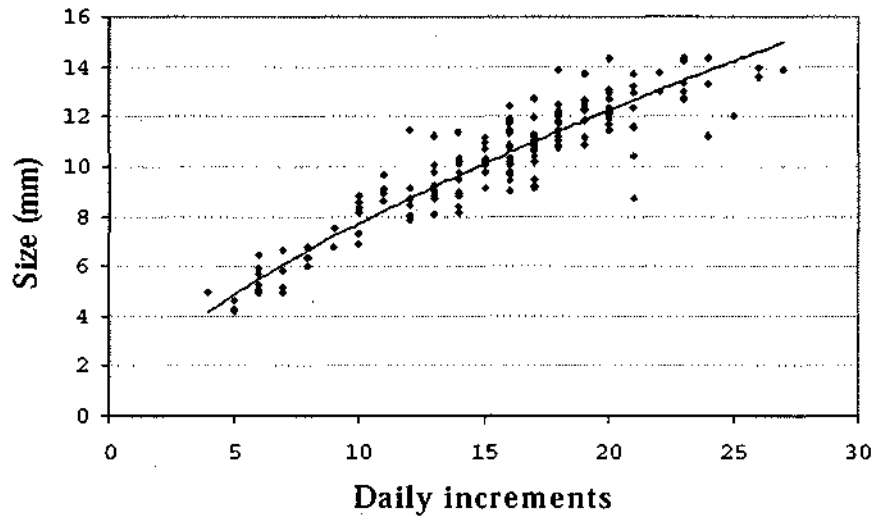


Fig. 1 - Relazione Taglia (mm)/Incrementi giornalieri di *Sardinella aurita* (i parametri della funzione potenziale adattata sono riportati in Tab. 1).

Size (mm)/Daily increments relationship for Sardinella aurita *(parameters of the fitted power function are reported in Tab. 1).*

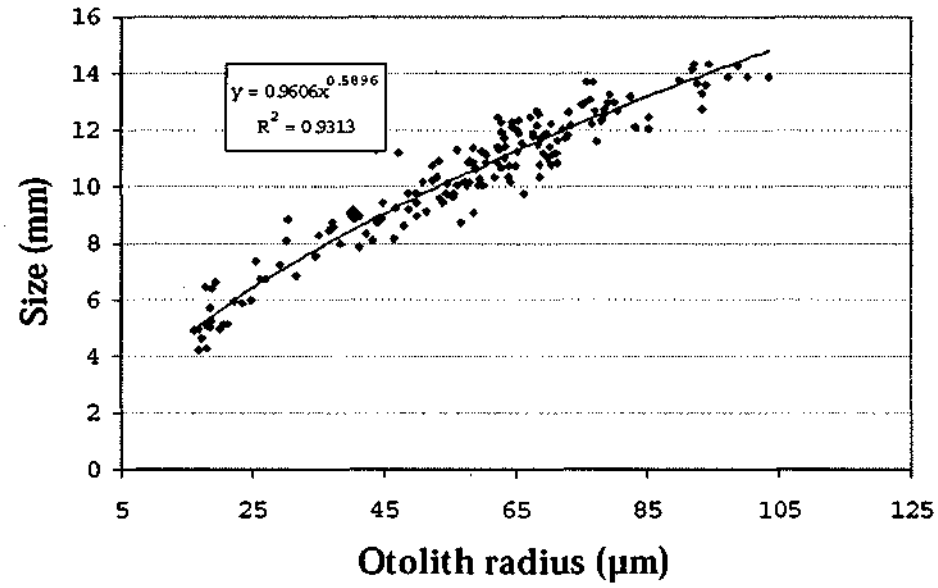


Fig. 2 - Relazione Taglia (mm)/Raggio otolite (mm) di *Sardinella aurita.*
Size (mm)/Otolith radius (mm) *relationship for* Sardinella aurita.

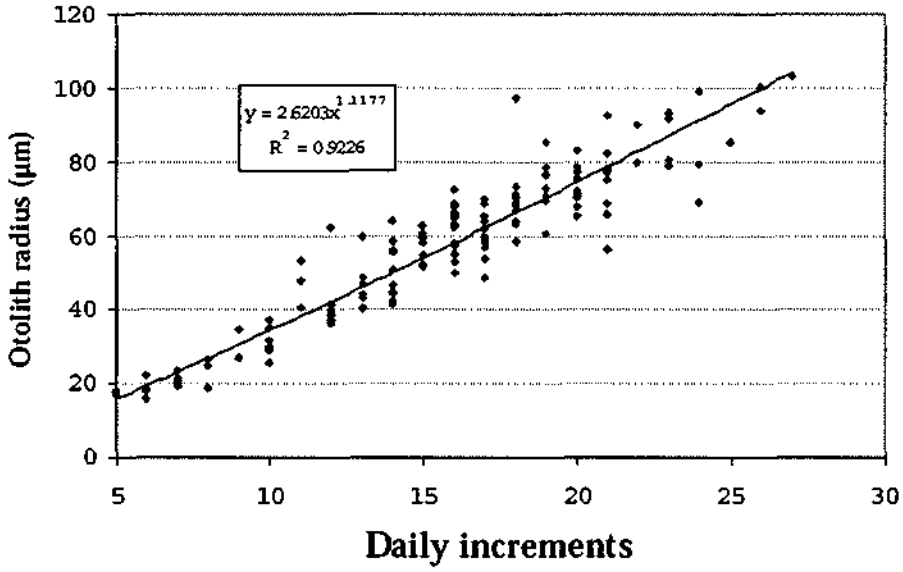


Fig. 3 - Relazione Raggio otolite (mm)/Incrementi giornalieri di *Sardinella aurita.*
Otolith radius (mm)*/Daily increments relationship for* Sardinella aurita.

Discussioni e conclusioni

La tecnica di lettura degli otoliti larvali di specie quali sardine, aringhe e acciughe di differenti parti del mondo è ormai consolidata (Geffen, 1986; Waldron, 1994; Anon., 1997). Nonostante l'assenza di studi precedenti sulla crescita giornaliera delle larve di *Sardinella aurita*, si può quindi assumere che le strutture osservate negli otoliti corrispondano realmente a incrementi giornalieri. La mancanza di campioni catturati durante il giorno ha tuttavia impedito l'applicazione della tecnica degli incrementi marginali (Re, 1984) per la convalida della deposizione giornaliera ipotizzata. I risultati evidenziano una crescita larvale giornaliera per la sardinella relativamente bassa se confrontata con quella stimata, sulla base del materiale raccolto nel corso della stessa campagna e a parità di taglia, per le larve di acciuga (0,62 mm/giorno).

Bibliografia

ANON. (1997) - *Report of the workshop on sardine otolith age reading.* ICES CM/H:7.

BUTLER J., MOKSNESS E. (1997) - *Manual for OTO 3.0 and OPS programs for reading daily increments.* U.S. Department of Commerce, La Jolla, CA. NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFSC-238, 57 p. SH11 C47 no.238.

GEFFEN A.J. (1986) - The growth of herring larvae, *Clupea harengus* L., in the Clyde: an assessment of the suitability of otolith ageing methods. *J. Fish Biol.*, **28** (3): 279-288.

RE P. (1984) - Evidence of daily and hourly growth in pilchardus larvae based on otolith growth increments, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). *Cybium*, **8**: 33-38.

WALDRON M.E. (1994) - Validation of annuli of the South African anchovy, *Engraulis capensis*, using daily otolith growth increments. *ICES J. mar. Sci.*, **51**: 233-234.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 865-867

A. Cuttitta, B. Patti, A. Bonanno, G. Basilone, A. Garcia[1], J. Garcia Lafuente[2], L. Quintanilla[1], A. Carpena[1], N. Carrasco[1], L. Godoy[1], S. Mazzola

Istituto di ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente - CNR, Via L. Vaccara, 61 21096 Mazara del Vallo, Trapani, Italia.
[1]Inst. Esp. de Ocean., Centro Ocean. de Malaga, Fuengirola, Spagna.
[2]Dept. of Applied physics, University of Malaga, Campus de Teatinos, E.T.S.I. Telecommunicacion, Malaga, Spagna.

PRIMI DATI SULLA DEPOSIZIONE DI *ENGRAULIS ENCRASICOLUS* NEL CANALE DI SICILIA

FIRST DATA ON THE SPAWNING OF ENGRAULIS ENCRASICOLUS *IN THE SICILIAN CHANNEL*

Abstract

Using data from a fish egg and larval survey carried out during July 19-August 8, 1997 covering the area from the northwestern Sicilian shelf and slope to the southern shelf which extends over the island of Malta and north of Lampedusa island, the distribution of early life stages of anchovy Engraulis encrasicolus *(Osteichthyes, Clupeiformes) was investigated. Results depict the main spawning and nursery grounds in the study area. Observed fish egg and larval distribution pattern evidences probable alongshore transport phenomena from the spawning area located off Sciacca towards a south-eastern direction, induced by the hydrographic regime of the Sicilian Channel.*

Key-words: Anchovy, Sicily, *distribution, eggs and larvae.*

Introduzione

Nonostante la grande importanza che i piccoli pelagici rappresentano per l'economia della marineria Siciliana, non esistono dati che consentano una conoscenza approfondita e la gestione di queste risorse nel Canale di Sicilia. A tale scopo è stato condotto negli anni 1997 e 1998 un progetto europeo, MED 96-052 sullo "studio della distribuzione, biologia e stima della biomassa delle acciughe *Engraulis encrasicolus,* Linnaeus 1758 nel Canale di Sicilia". Questo lavoro presenta i risultati preliminari del survey ittioplanctonico condotto nell'ambito del progetto menzionato nel Giugno 1997 per lo studio di uova e larve sulla piattaforma continentale a sud-ovest della Sicilia fino all'isola di Malta.

Materiali e metodi

I campioni sono stati raccolti sulla piattaforma continentale prospiciente la costa meridionale siciliana lungo una griglia di transetti approssimativamente separati da 12 miglia nautiche (m/n), ognuno con stazioni ogni 10 m/n, per un totale di 129 stazioni. In ognuna delle stazioni sono stati effettuati dei campionamenti con un Bongo 40 con un retino ad apertura di maglia di 200 µm. Con un "Minilog depth profiler" fissato sull'armatura della rete sono stati rilevati dati di temperatura. Al fine di ottimizzare le catture, per ogni stazione del Bongo 40 è stato analizzato un campione a bordo; nel caso di presenza di uova o larve di acciuga, il campionamento è stato infittito spazialmente (Holden e Raitt,

1975). In alcune zone lungo la costa, sono state fatte anche retinate superficiali con un Bongo da 90 cm di bocca e 1 mm di apertura di maglia, specifico per la cattura delle larve. I campioni di plancton sono stati conservati in formaldeide al 4%.

Risultati

Su un totale di 2550 uova di pesce ritrovate nei campioni raccolti, quelle di acciuga rappresentano 10%. La maggiore concentrazione di uova è stata osservata al largo della scarpata continentale di fronte l'abitato di Sciacca e in misura ridotta nella zona antistante Porto Empedocle (Fig. 1). Riguardo alla composizione larvale, quelle di *Engraulis encrasicolus* rappresentano il 6% delle larve totali. La distribuzione delle larve di acciuga nell'area in esame è mostrata in Fig. 2.

Un'area di "nursery" è stata individuata nelle acque antistanti Capo Passero, area che può essere considerata una zona di ritenzione ed accrescimento per le larve.

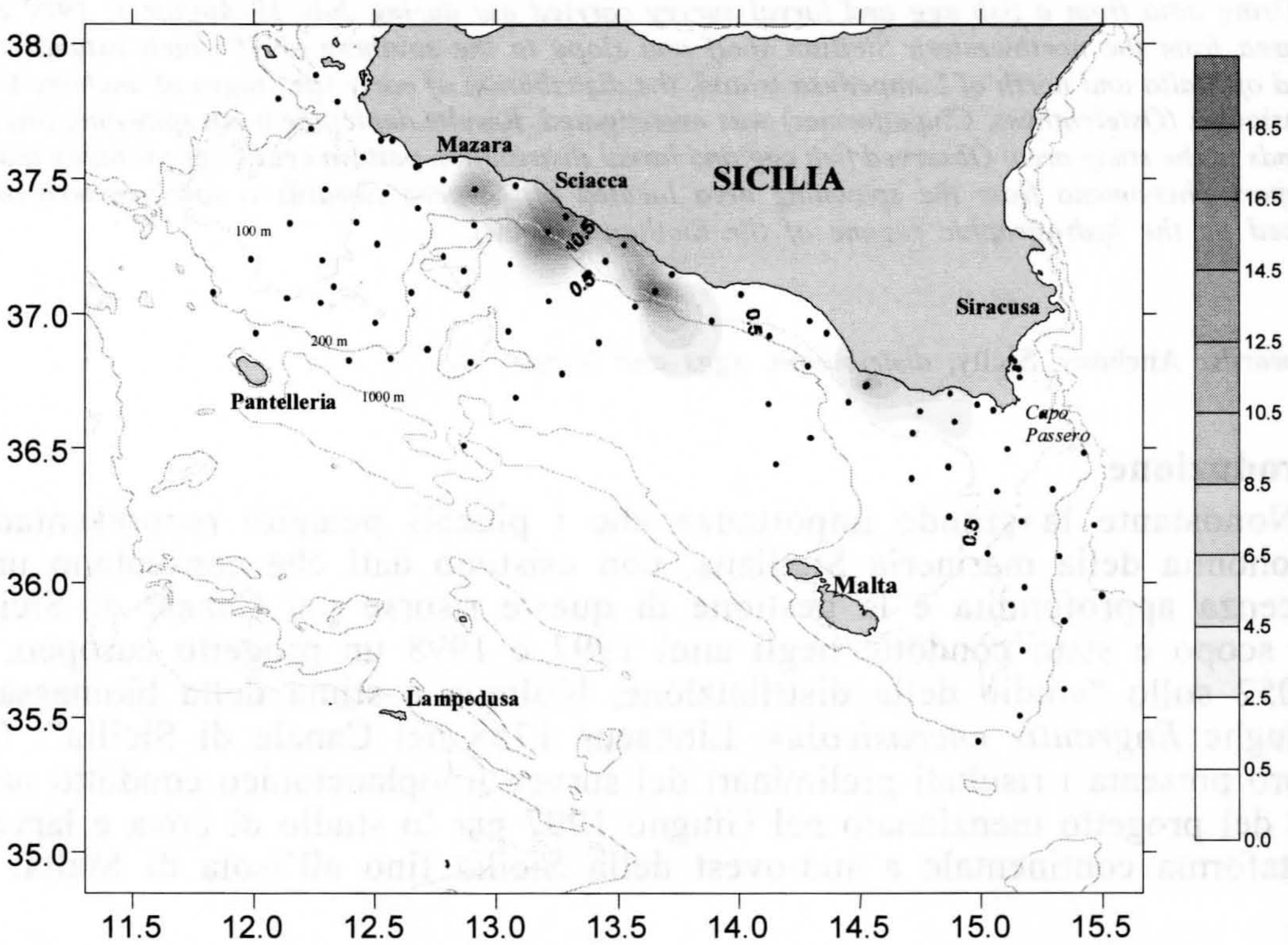


Fig. 1 - Distribuzione di uova di *Engraulis encrasicolus* in Giugno 1997 (uova m^{-2}).
Anchovy egg distriubution of Engraulis encrasicolus *in June 1997 (eggs* m^{-2}*).*

Discussioni e conclusioni

I risultati ottenuti in questo survey parziale individuano due principali aree di deposizione per *Engraulis encrasicolus*. Malgrado l'area studiata presenti importanti fenomeni di upwelling evidenziati sia da immagini da satellite (Piccioni *et al.*, 1988) che dall'analisi delle condizioni idrologiche effettuata contemporaneamente al survey ittioplanctonico (S. Mazzola *et al.*, com. pers.), la densità di

uova e larve è risultata bassa rispetto ad altre zone del Mediterraneo (Palomera, 1992).

La diversa dislocazione delle uova e delle larve evidenzia un probabile fenomeno di trasporto dall'area di deposizione al largo di Sciacca in direzione sud-est. Tanto le immagini da satellite quanto l'idrodinamismo dell'area mostrano infatti un flusso superficiale entrante nel Canale di Sicilia in direzione sud-est definito come Corrente Atlantico-Ionica (A.R. Robinson *et al.*, com. pers.).

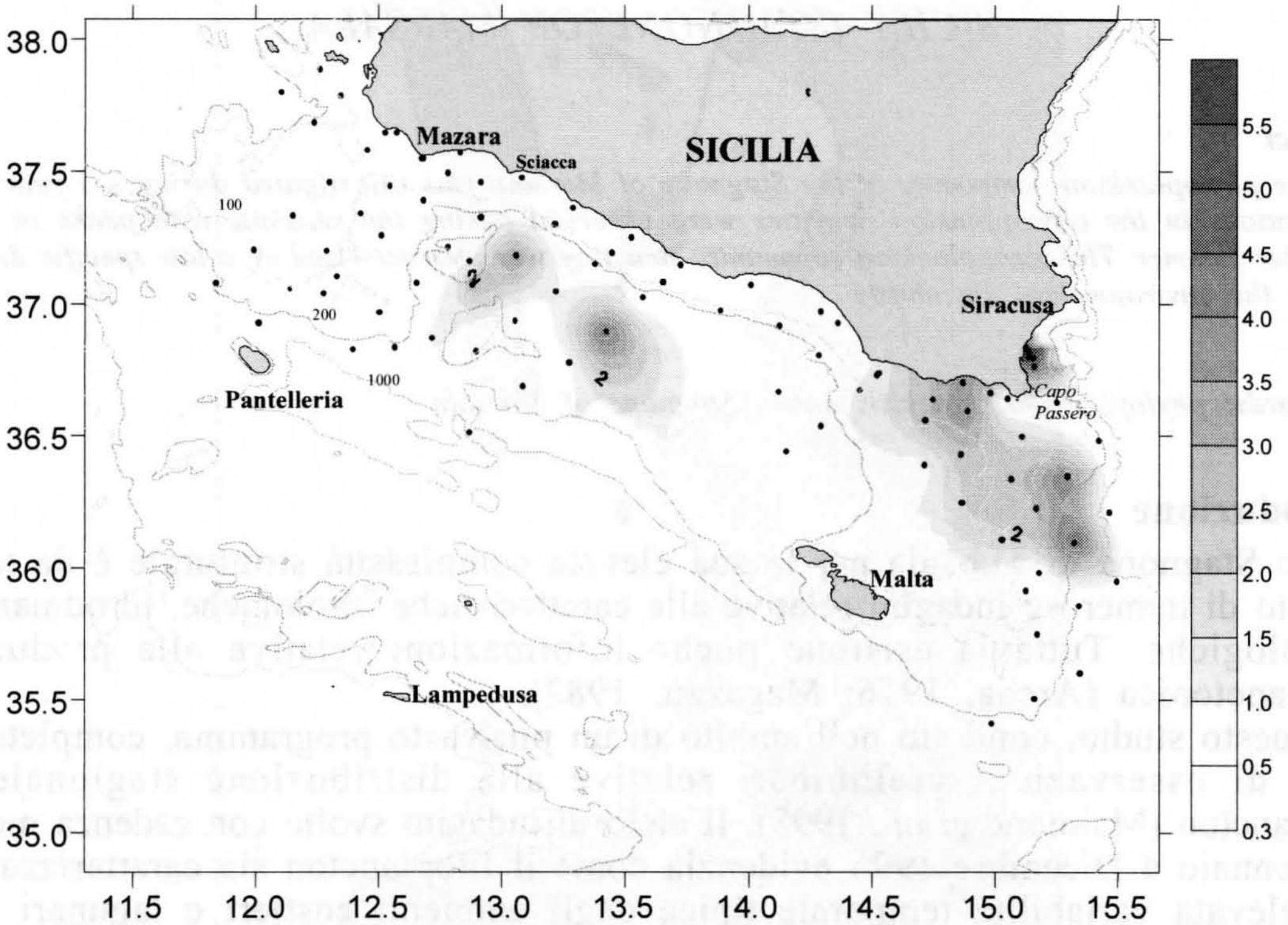


Fig. 2 - Distribuzione di larve di *Engraulis encrasicolus* in Giugno 1997 (larve m^{-2}).
Anchovy larval distribution of Engraulis encrasicolus *in June 1997 (larvae* m^{-2}*).*

Bibliografia

HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (eds) (1975) - Manual de ciencia pesquera. Parte 2 - Métodos para investigar los recursos y su aplicaciòn. *Doc. Tec. FAO Pesca,* (115) Rev. **1**: 211 pp.

PALOMERA I. (1992) - Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Northwestern Mediterranean relative to hydrographic features in the region. *Mar. Ecol. prog. Ser.*, **79**: 215-223.

PICCIONI A., GABRIELE M., SALUSTI E., ZAMBIANCHI E. (1988) - Wind-induced upwellings off the southern coast of Sicily. *Oceanologica Acta* **11** (4): 309-314.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 868-873

G. MAIMONE, A. COSENZA, E. CRISAFI

Istituto Sperimentale Talassògrafico C.N.R., Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

CICLO ANNUALE DEL FITOPLANCTON IN UNA LAGUNA DELLA SICILIA OCCIDENTALE (STAGNONE DI MARSALA)

PHYTOPLANKTON ANNUAL CYCLE IN A LAGOON OF THE WESTERN SICILY (STAGNONE OF MARSALA)

Abstract

The phytoplankton community of the Stagnone of Marsala was investigated during a 1-year study. Fluctuations in the phytoplankton densities were observed during the seasons, with peaks in spring and later summer. The phytoplankton community structure was characterized by a low specific diversity due to the environmental variability.

Key-words: *phytoplankton; brackish water; Stagnone of Marsala*

Introduzione

Lo Stagnone di Marsala per la sua elevata complessità strutturale è da tempo oggetto di numerose indagini relative alle caratteristiche idrologiche, idrodinamiche e biologiche. Tuttavia esistono poche informazioni relative alla produzione fitoplanctonica (Arena, 1976; Magazzù, 1982).

Questo studio, condotto nell'ambito di un più vasto programma, completa una serie di osservazioni preliminari relative alla distribuzione stagionale del fitoplancton (Maimone *et al.*, 1998). Il ciclo di indagini svolto con cadenza mensile da Gennaio a Dicembre 1996 evidenzia come il fitoplancton sia caratterizzato da una elevata variabilità temporale tipica degli ambienti costieri e lagunari.

Materiali e metodi

Campioni d'acqua superficiali sono stati raccolti con cadenza mensile, dal Gennaio al Dicembre 1996, in 9 stazioni: due esterne allo Stagnone in corrispondenza delle bocche a nord (Mare nord) e sud (Mare sud), che presentano una profondità di circa 5-6 metri e sette stazioni (2, 3, 5, 6, 7, 8, 10) situate all'interno dello Stagnone con profondità che variano da 1 a 2 m. I dati di queste ultime non sono risultate significativamente differenti, per cui sono riportati come valori medi riferiti ad una generica stazione definita "Laguna". (Fig. 1).

La salinità è stata misurata mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (Hydrolab). I campioni di fitoplancton sono stati analizzati come riportato da Giacobbe *et al.* (1996). La diversità specifica è stata calcolata applicando l'indice H' di Shannon e Weaver (1949).

Risultati

Nel corso dell'anno l'andamento della salinità ha messo in evidenza una chiara stagionalità con un incremento a partire dall'inizio della primavera sino a raggiungere valori massimi a Luglio, per poi diminuire gradatamente a partire dalla

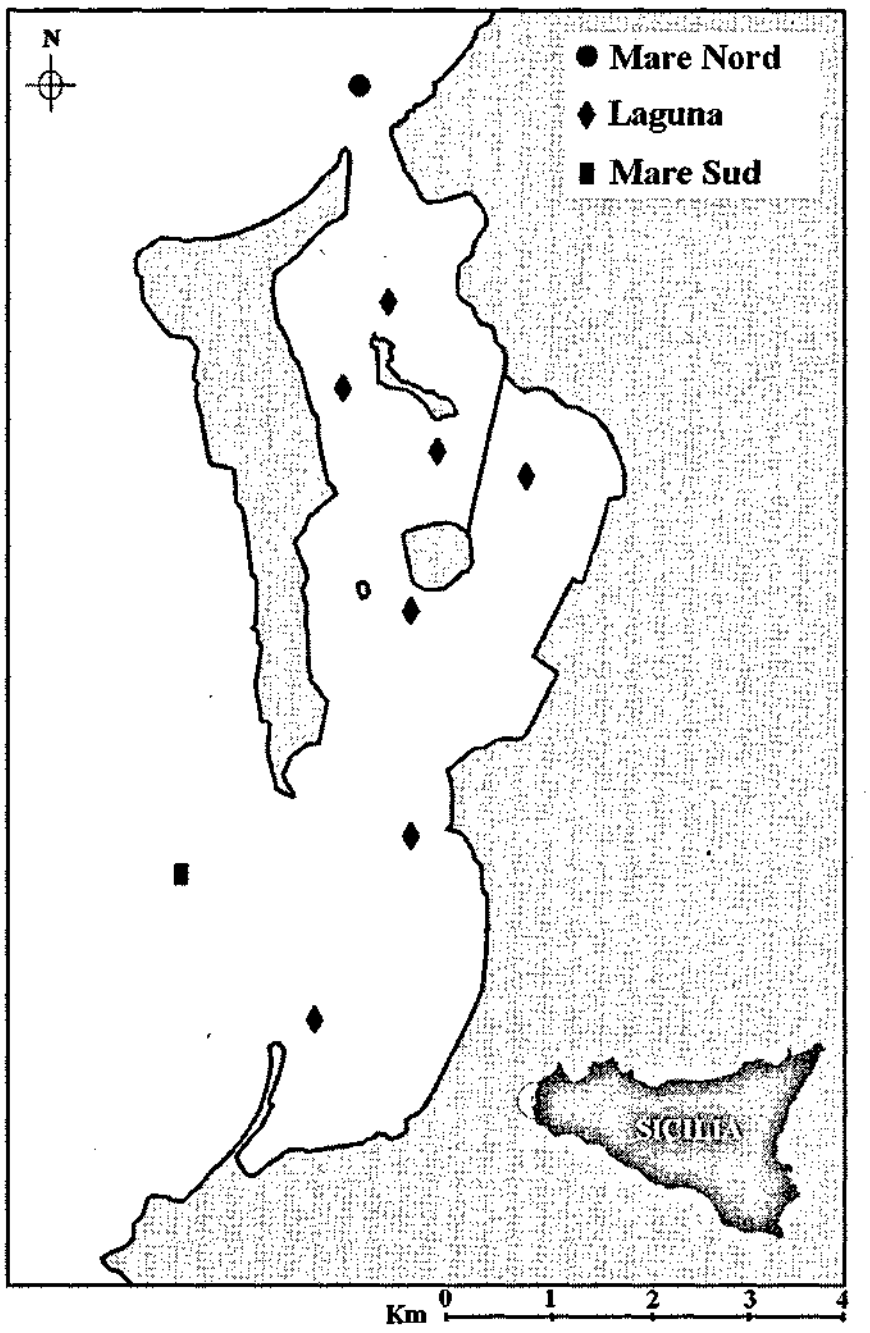


Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di campionamento nello Stagnone di Marsala.
Location of the sampling stations in the Stagnone of Marsala.

fine di Ottobre. Inoltre è stata osservata una maggiore stabilità dei valori nelle stazioni "Mare nord" e "Mare sud", mentre all'interno dello Stagnone ("Laguna") sono state riscontrate notevoli variazioni (Campolmi, 1997).

Il ciclo annuale del fitoplancton riportato in Fig 2 ha presentato un profilo bimodale con fioriture riscontrate nel periodo primaverile (max 4.0×10^6 cell l^{-1} nella stazione "Laguna") e nella tarda estate (max 2.5×10^6 cell l^{-1} nella staz. Mare nord). La distribuzione del fitoplancton nelle singole stazioni, ha evidenziato alcune differenze: nei primi mesi di campionamento le stazioni di mare (nord e sud) hanno mostrato concentrazioni cellulari ridotte (in media $0{,}2 \times 10^6$ cell l^{-1}), ed inoltre, la stazione "mare sud" si è differenziata anche per la limitata diversità specifica. A partire da Marzo nelle stazioni "Laguna" e "Mare nord" i valori di abbondan-

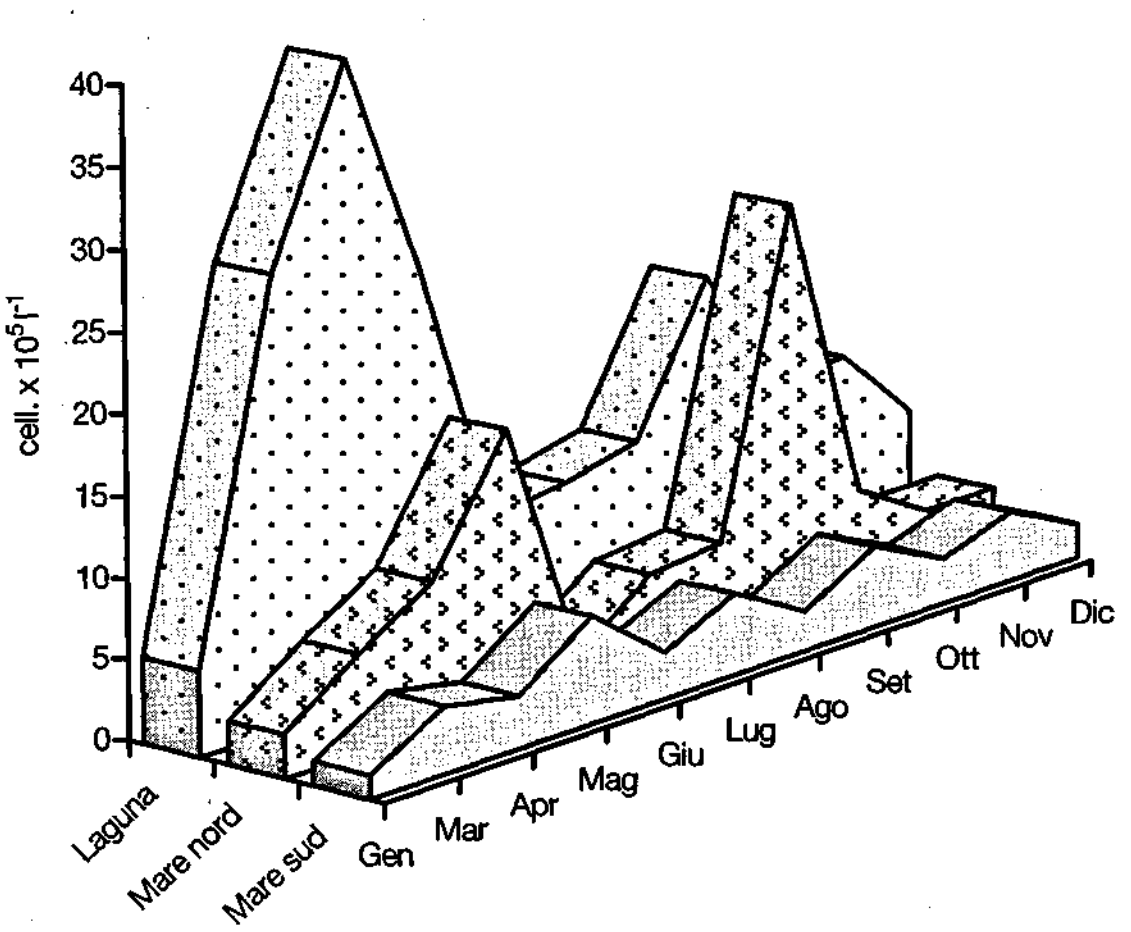


Fig. 2 - Ciclo annuale (Gennaio-Dicembre 1996) delle densità fitoplanctoniche.
Annual cycle (January-December 1996) of phytoplankton densities.

za fitoplanctonica hanno raggiunto densità più rimarchevoli (valori medi annuali rispettivamente di 1,5 e 0,8 x 10^6 cell l^{-1}), mentre concentrazioni più basse sono state osservate solo alla stazione "Mare sud" (valori medi annuali 0,4 x 10^6 cell l^{-1}) .

Piccoli Flagellati, Diatomee, Dinoflagellati e Cianoficee hanno caratterizzato la composizione del fitoplancton (Fig. 3), mentre le altre classi (Crisoficee, Euglenoficee e Cloroficee), limitate a comparse episodiche, non hanno contribuito significativamente alla densità. In tutte le stazioni la classe dominante riscontrata è stata quella dei Flagellati, organismi di dimensioni assai ridotte per i quali è difficile definire una precisa collocazione sistematica.

Le Diatomee sono risultate presenti tutto l'anno con valori compresi tra 0.3 e 5.2 x 10^5 cell l^{-1} (rispettivamente alle stazioni "Laguna" e "Mare nord"). Le concentrazioni più elevate sono state generalmente riscontrate nella stazione antistante lo Stagnone (Mare nord), ma una maggiore diversità specifica è stata osservata all'interno dell'area. Le Diatomee pennate hanno quasi sempre predominato; in particolare le forme naviculoidi sono risultate più eurialine, ritrovandosi in corrispondenza dell'intero intervallo di salinità (32.8 – 47.1), che ha caratterizzato le acque dello Stagnone. Spesso sono state accompagnate da: *Amphora* sp., *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria* sp., *Licmophora* sp., *Pleurosigma* sp., *Striatella unipunctata*, *Synedra* sp. Tra le Diatomee centriche le più significative sono risultate *Cyclotella* sp. e *Melosira*

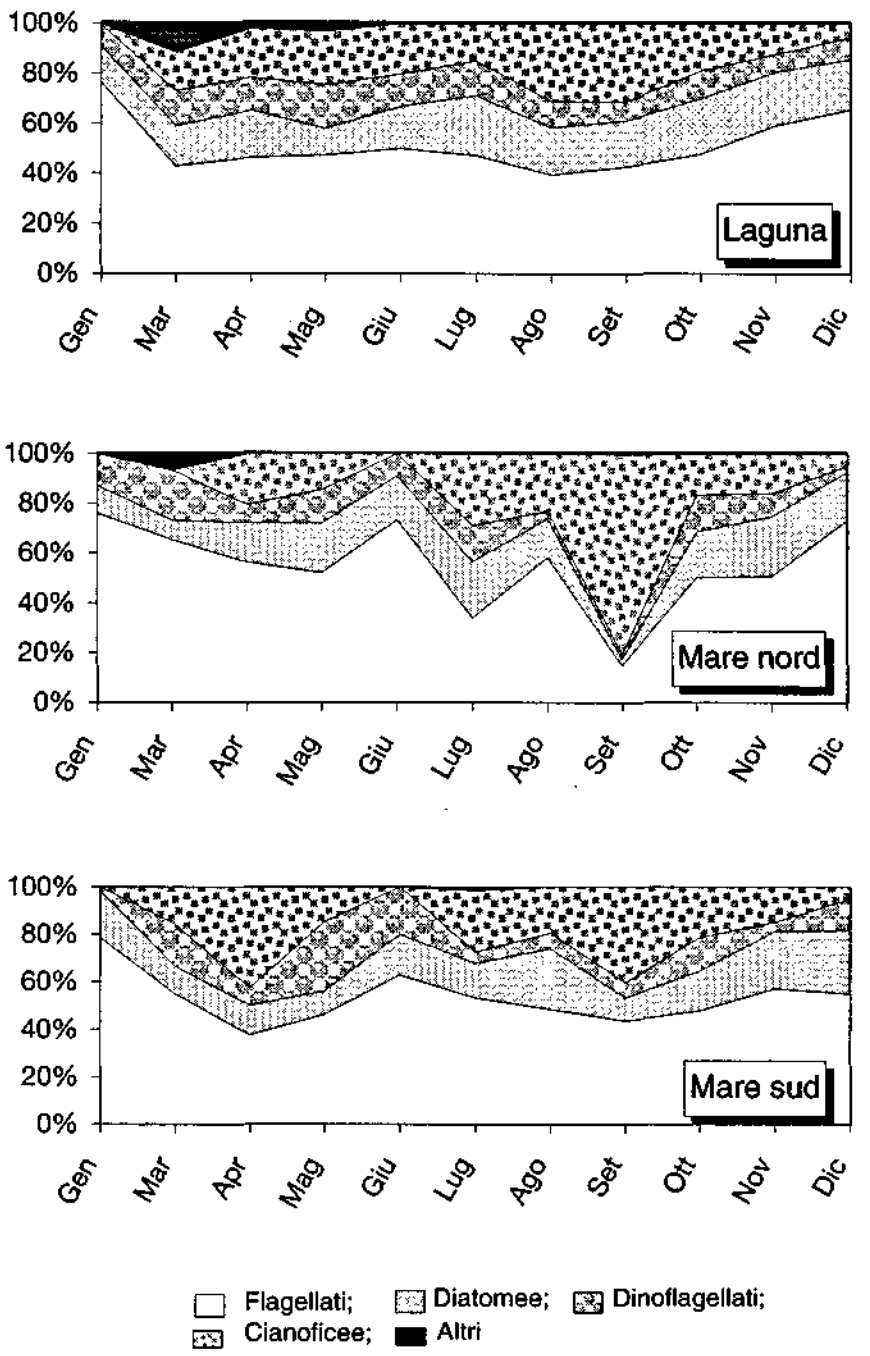


Fig. 3 - Composizione media delle comunità fitoplanctoniche.
Mean composition of phytoplankton communities.

sulcata (Staz. "Laguna"), pur non presentandosi mai in grandi quantità. Inoltre, nel periodo estivo non sono mancate forme tipicamente eupelagiche: *Leptocylindrus danicus* e *Chaetoceros socialis*.

Le Dinoflagellate hanno presentato densità piuttosto contenute con valori sempre inferiori a 3×10^5 cell l^{-1} (massimi valori staz. "Mare nord). I generi osservati con maggiore frequenza e a livello di tutte le stazioni prese in esame sono stati *Gymnodinium*, e *Prorocentrum* con la specie *micans*, che si ritrovano facilmente in ambienti salmastri (Tolomio *et al.*, 1992). Tuttavia, durante il periodo estivo, è stata riscontrata soprattutto nella staz. "Laguna" una cospicua varietà di specie: *Alexandrium* sp., *Ceratium fusus* var. *eugrammum*, *Gonyaulax polygramma*, *Gonyaulax spinifera*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum*, *Prorocentrum scutellum*, *Protoperidinium diabolus*, *Protoperidium granii*, *Protoperidinium minusculum*, *Scrippsiella trochoidea*.

Le Cianoficee apparse all'inizio della primavera, hanno mostrato concentrazioni rimarchevoli soprattutto a Settembre (2,5 x 10^6 cell l^{-1}, staz. "Mare nord"). I generi *Anabaena* e *Oscillatoria* sono stati riscontrati frequentemente, ma i cianobatteri coccoidi sono risultati di gran lunga dominanti.

Di scarsa entità è risultata l'abbondanza numerica delle Cloroficee, ad eccezione di una fioritura rilevata a Marzo nella Laguna, in corrispondenza di bassi valori di salinità (33.9).

L'andamento dell'indice di Shannon ha mostrato generalmente valori contenuti in un range compreso tra 0.9 e 2.62 bit; un indice più elevato è stato riscontrato nella stazione esterna posta a nord (max 2.62 bit, nel mese di luglio).

Discussione e conclusioni

L'andamento annuale del fitoplancton ha evidenziato l'instaurarsi di fioriture tra Marzo ed Aprile e tra Agosto e Settembre, a carico di Flagellati, così come riscontrato in altri complessi lagunari dell'Italia meridionale (Magazzù *et al.*, 1991; Giacobbe *et al.*, 1995).

Per quanto concerne la distribuzione fitoplanctonica nei punti esaminati, è apparsa rilevante la differenza sia a livello quantitativo che qualitativo fra la staz. "Mare sud" e le staz. "Mare nord" e "Laguna"; la prima mostra infatti, concentrazioni cellulari più ridotte ed una limitata diversità specifica.

Relativamente alle Diatomee le forme maggiormente presenti sono state quelle ticopelagiche (Tolomio, 1978), la cui presenza in superficie è probabilmente dovuta alla scarsa profondità delle acque e all'idrodinamismo indotto dai venti. Inoltre, la presenza di specie appartenenti ai generi *Navicula*, *Nitzschia* ed *Amphora* viene indicata da Dor e Erlich (1987), come principale componente della frazione a Diatomee in bacini artificiali iperalini. Le Dinoflagellate hanno presentato un maggior sviluppo a partire da Marzo, in corrispondenza dell'incremento termico stagionale (valore medio = 17.4 °C). Di non chiara interpretazione è apparso il maggior incremento delle Cianoficee riscontrato a partire da Marzo con un picco a Settembre. Poiché questo taxon è in genere legato alla presenza di acque dolci, tale fenomeno è probabilmente da mettere in relazione alle condizioni ambientali favorevoli al loro sviluppo. Infine, le Cloroficee hanno mostrato una fioritura in corrispondenza di bassi valori di salinità (33.9), dovuti alle abbondanti piogge.

La struttura della comunità fitoplanctonica è apparsa caratterizzata da una bassa diversità specifica, in accordo con quanto rinvenuto in altri bacini salmastri del Mediterraneo. (Vadrucci *et al.*, 1999). Tali risultati così come riscontrato da Tolomio et al., 1990 sono legati alle caratteristiche ambientali del sistema: la scarsa profondità del bacino che determina ampie escursioni termiche e aline, l'idrodinamismo indotto dai venti ed i periodici scambi con il mare.

Sulla base dei risultati ottenuti, si può ipotizzare che le particolari condizioni dello Stagnone influenzano la distribuzione delle popolazioni interne modificando la naturale evoluzione delle biocenosi fitoplanctoniche.

Bibliografia

ARENA P. (1976) – La situazione ambientale dello Stagnone di Marsala ed i problemi relativi alla sua valorizzazione. In: *L'uomo e lo Stagnone*, Istituto Tecnico Agrario "A. Damiani", Marsala: 141 pp.

CAMPOLMI M. (1997) – *Studio della comunità zooplanctonica di un bassofondo costiero mediterraneo (Stagnone di Marsala, Sicilia Occidentale)*. Dottorato di Ricerca in Scienze Ambientali "Ambiente Marino e Risorse" IX ciclo (1995-1997) Univ. degli Studi di Messina.

DOR I., ERLICH A. (1987) – The effect of salinity and temperature gradients on the distribution of littoral microalgae in experimental solar ponds. Dead Sea Area, Israel. *P.S.Z.N.I Mar. Ecol.*, **8**: 193-205.

GIACOBBE M.G., OLIVA F., LA FERLA R., PUGLISI A., CRISAFI E., MAIMONE G. (1995) – Potentially toxic dinoflagellates in Mediterranean waters (Sicily) and related hydrobiological conditions. *Aquatic Microb. Ecol.*, **9**: 63-68.

GIACOBBE M.G., VADRUCCI M.R., PUGLISI A., MAIMONE G., MAGAZZÙ G. (1996) – Ciclo annuale del fitoplancton nello stagno salmastro di Acquatina in relazione alle condizioni ambientali. *Atti S.I.T.E.*, **17**: 451-454.

MAGAZZÙ G. (1982) – La crescita fitoplanctonica in alcuni ambienti lagunari del Mar Mediterraneo. *Naturalista Sic.*, **6** (2): 337-359.

MAGAZZÙ G., CARISTI C., DECEMBRINI F., CIMINO G., PULICANÒ G. (1991) – Pollution chimique et eutrophisation de la lagune saumatre de Ganzirri (Messine). *Rev. Int. Océanogr. Méd.*, **101-104**: 53-61.

MAIMONE G., PUGLISI A., CAMPOLMI M., SARÀ G., MAZZOLA A. (1998) – Variazioni stagionali delle comunità fitoplanctoniche in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche dello Stagnone di Marsala. *Biol. Mar. Mèdit.*, **5** (1): 357-361.

SHANNON C.E., WEAVER O. (1949) – *A mathematical theory of communication*. III University of Illinois Press, Urbana Chicago: 125 pp.

TOLOMIO C. (1978) – Catalogo delle diatomee e delle peridinee più significative segnalate nelle acque salmastre italiane. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, **8**: 129-150.

TOLOMIO C., ANDREOLI C., MONTANARI M. (1990) – Etude sur l'hydrologie et le phytoplancton du lac de Varano (Mer Adriatique). Mai 1985-Avril 1986. *Algological Studies*, **58**: 57-86.

TOLOMIO C., ANDREOLI C., DARIN M., BARTOLOTTO M. (1992) – Le phytoplancton de surface dans la lagune d'Acquatina-Frigule (mer Adriatique meridionale). *Marine Life*, **2**: 47-52.

VADRUCCI M.R., PUGLISI A., MAIMONE G., GIACOBBE M.G., MARRA P., MAGAZZÙ G. (1999) – Struttura della comunità fitoplanctonica in un ecosistema salmastro dell'Adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 674-680.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 874-880

G. ALABISO, M. CANNALIRE, M. MILILLO, G. VENTURELLI, P. PACIFICO

Ist. Sper. Talassografico "A. Cerruti" C.N.R., Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italy.

CARBOHYDRATES, PROTEINS AND CHLOROPHYLL-*A* IN THE SUSPENDED MATTER OF SURFACE WATERS IN THE MAR PICCOLO OF TARANTO (GULF OF TARANTO, IONIAN SEA)

CARBOIDRATI, PROTEINE E CLOROFILLA-A NEL PARTICELLATO SOSPESO DI ACQUE DI SUPERFICIE NEL MAR PICCOLO DI TARANTO (GOLFO DI TARANTO, MAR IONIO)

Abstract

This work is a part of a project which aims to construct a mathematical model for the seasonal variations and interactions of parameters concerning suspended matter (chlorophyll-a, proteins and carbohydrates) at different space points in the mar Piccolo of Taranto (Gulf of Taranto, Ionian Sea). Seasonal patterns were found over two years of observation and they have been related with one another by examining space-time distribution of the ratios CHO/Chl-a and PRT/Chl-a. Changes are discussed on the basis of the physiological conditions of phytoplankton and of the availability of nutrients therein.

Key-words: *particulate matter, carbohydrates, proteins, chlorophyll-a, Mar Piccolo of Taranto.*

Introduction

The basin that is object of our investigation, the Mar Piccolo ("small sea") of Taranto (Gulf of Taranto, Ionian Sea), is characterised by a complex hydrology being influenced by the neighbouring Mar Grande ("big sea") (Vatova, 1972). Since it undergoes the effects of quick and uncontrolled urban and industrial development, we try to assess the impact of these human activities on a sea which was famous for its good environmental conditions (Cerruti, 1938) during the 30's, but it was already altered at the beginning of the 70's (Vatova, 1972).

A possible way to approach this problem is to study the pathways of material and energy flux during transformation and utilisation of particulate organic matter (POM). In order to achieve this result an adequate knowledge of the constituents of particulate matter is required (Siezen & Mague, 1978). Particulate carbohydrates and proteins (PRT) are the main components of POM (Riley, 1970). Phytoplankton is one of the many contributions to the PRT and CHO pool. Assuming that phytoplankton builds protein molecules (Morris, 1981) with its carbohydrate reserves (Varum and Myklestad, 1984), the proportion of proteins and carbohydrates associated to phytoplankton can be considered as an index of its physiological conditions (Barlow, 1980). The ratio of protein to carbohydrate is also used to analyse the nutrient deficiency in phytoplankton (Barlow, 1980; Ganf *et al.*, 1986). This paper is a continuation of previous work (Alabiso *et al.*, 1997), in which we devised a few methods for analysing time and space series of carbohydrates, proteins and chlorophyll-*a* which characterise the suspended matter in the sea water under examination. In this paper we apply these methods to a new and longer time series set of the same variables. The first aim of this study is to determine the changes in the biochemical composition

of particulate organic matter throughout the seasonal cycles and evaluate the changes in correlation and functional relations among our variables, by using clustering methods and ANOVA.

Materials and methods

Sampling and analytical methods

Sampling was carried out twice a month from July 1995 to July 1997 at 7 stations located in the Mar Piccolo and 2 in the Mar Grande (Fig. 1). Water samples were collected at 1 m depth by a centrifugal pump and pre-filtered through a 200 mm Nylon mesh. Suspended particulate matter was collected by filtration through Whatman GF/F pre-combusted glass fibre filters. Chlorophyll-*a* (Chl-*a*) was extracted in anhydrous methyl alcohol according to the method of Talling and Driver (1963) and estimated using a spectrophotometer. Carbohydrate (CHO) content was determined by anthrone method (Strickland & Parsons, 1968); glucose was used as standard. Protein (PRT) content was assessed according to the Lowry *et al.* method (1951); bovine serum albumin was used as standard.

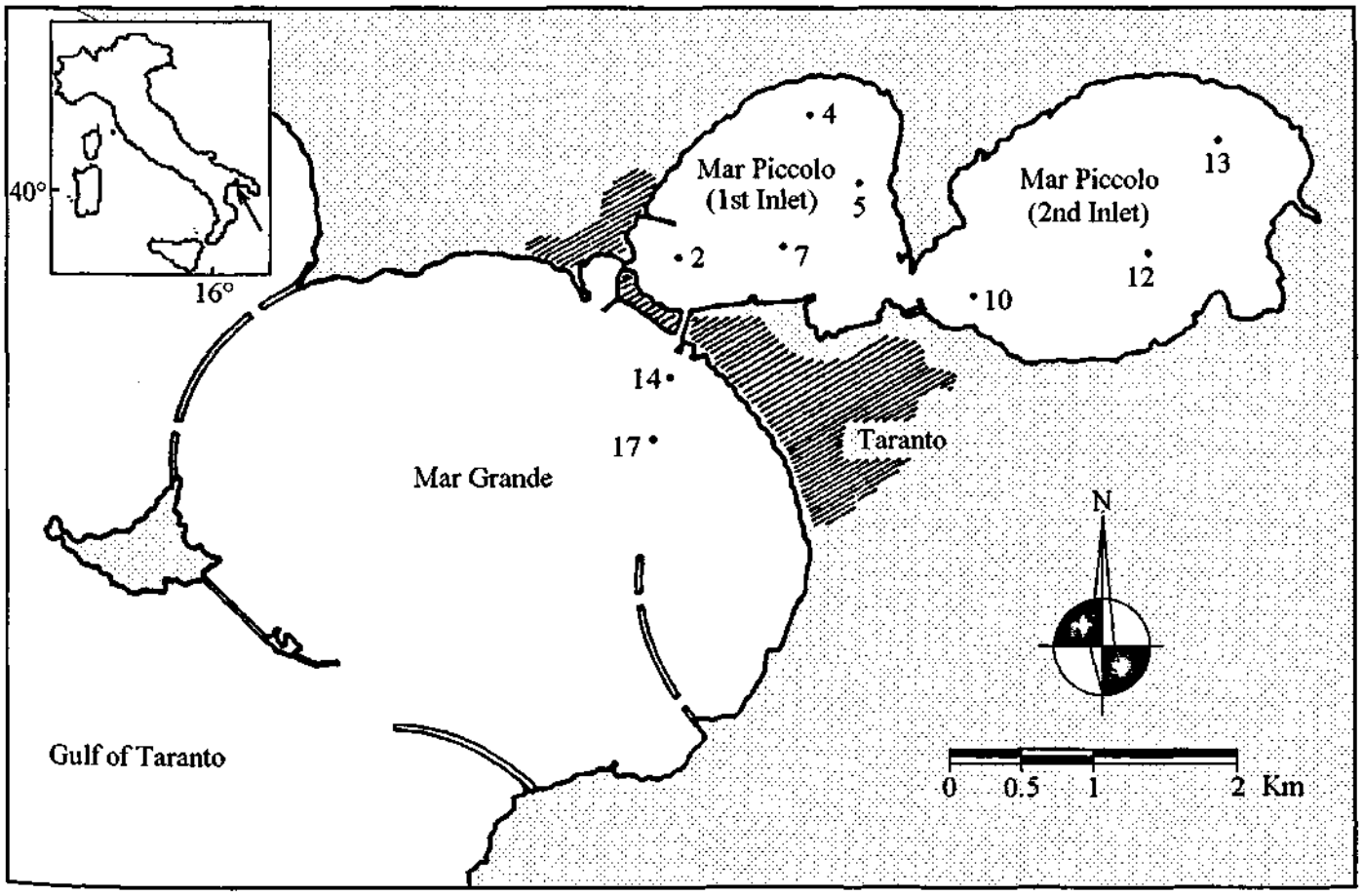


Fig. 1 - Geographic location of the sampling stations.
Distribuzione geografica delle stazioni di campionamento.

Mathematical procedures

Dortch and Packard (1989) consider Chl-*a* as an approximation of the phytoplankton biomass; as a consequence the analytic relation between PRT and CHO with Chl-*a* should be calculated in order to assess the fraction of proteins

or carbohydrates associated with phytoplankton and the fraction associated with detrital, bacterial and microzooplankton component (Lechuga Deveze *et al.*, 1989). As the detrital component of seston, the relative proportion of autotrophic and heterotrophic biomass and their chemical composition depend on different environmental conditions, the analysis had to be carried out on different space-time domains (named "areas" in the text). The different areas, for both couples of variables (PRT, Chl-*a* and CHO, Chl-*a*), were found in the following way. We looked for the functional relation between the variables. Since the functional relation is complex, due to many and not completely known interactions, we chose a first simple model (linear relation) for our variables, to be perfected as new insight in the functional relations is acquired. The assumption of linearity is also consistent with the search for slopes in variable-variable plots, which allows us to compare our results with results known in the literature. Therefore we were able to assess the presence of some specific patterns in the time series and the occurrence of clusters. Several methods have been devised for cluster analysis (Johnson & Wichern, 1988). We located clusters by using a selection method based on the parameters of the linear fit for our variables (slope and intercept) (Alabiso *et al.*, 1997), under the hypothesis according to which different rates will correspond to different domains in space and time (Alabiso *et al.*, 1997). Finally we obtained a partition in the set of variables where we verify the hypothesis according to which different groups of slopes belong to different populations. ANOVA (confidence level 0.95) on the regression parameters allows us to select different space and time domains, these parameters being significantly ($p<<0.005$) different among different domains. At each sampling station, we have observed in time scatter diagrams, for the ratios CHO/Chl-*a* and PRT/Chl-*a*, the recurrence of a tendency of our data to group together within a well-defined pattern. From each pattern, under the hypothesis of linearity mentioned above, we obtained a value for the slope for the linear regression of data points. Therefore we obtained all the relative slopes characterising each station, and we significantly evaluated through ANOVA the relative differences among them. The slopes grouping into different sets (ANOVA-calculated sets) define clusters. Finally we apply this method to both the ratios CHO/Chl-*a* and PRT/Chl-*a*. After finding the clusters, we grouped together all data points in the same cluster and repeated linear regression in order to assess the overall effect of the separation observed. In this way we can represent our data on the whole space and time range and obtain a general table for "space and time domains" (named "areas" above) in both cases CHO=f(Chl-*a*) and PRT=f(Chl-*a*).

Results

Results coming from the mathematical procedures give us evidence for the existence of two clusters for both CHO and PRT as a function of Chl-*a* (Tab. 1). ANOVA shows enough evidence for the existence of two well separated clusters owing to: i) the lack of overlapping, ii) the slopes mean values for which these relations hold: $m_2 \cong 2m_1$ per CHO = f(Chl-*a*) and $m_2 \cong 3\ m_2$ per PRT = f(Chl-*a*). The intuitive method, introduced at the end of the mathematical procedures which consists of analysing the data all together for each cluster, shows very close agreement with the more analytic method of ANOVA. In fact as shown in Tabs 2 and 3 the slope values stay well apart for about the same factor $m_2 \cong 2m_1$ and

Table 1 – List of different mean slope values for the cluster average slope m_i (i=1,2), confidence interval for the mean, F-value and p-value which identify different clusters. Same parameters for the intercept q_i.

Lista dei diversi valori medi delle pendenze m_i (i=1,2), intervallo di confidenza per la media, F-value e p-value che individuano i diversi clusters. Stessi parametri per i valori delle intercette q_i.

CHO = f (Chl-*a*)

	Mean	C.I.	F	P
		Cluster 1		
m_1	22.24	18.18, 26.30	30	0
q_1	0.62	-7.73, 8.60	0.01	0.94
		Cluster 2		
m_2	12.26	11.10, 13.42	30	0
q_2	0.88	-1.59, 3.37	0.01	0.94

PRT = f (Chl-*a*)

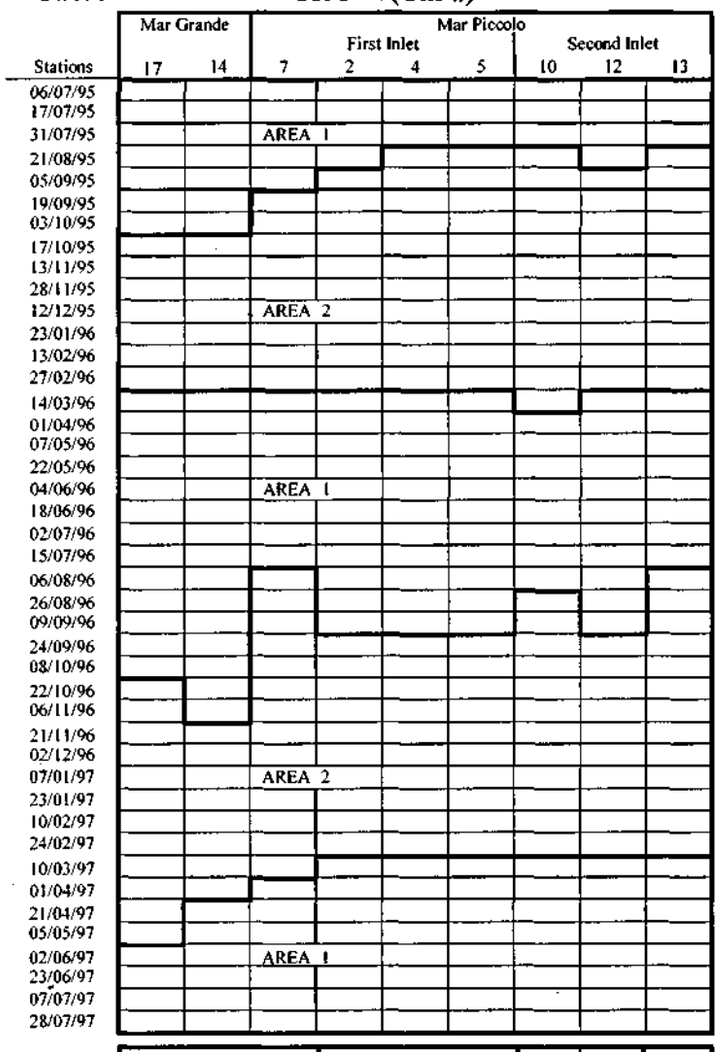
	Mean	C.I.	F	P
		Cluster 1		
m_1	19.36	16.36, 22.30	495	0
q_1	25.5	16.06, 26.94	3.54	0.078
		Cluster 2		
m_2	74.73	69.82, 79.65	495	0
q_2	10.54	-1.74, 22.83	22.8	0.078

$m_2 \cong 3m_2$ and well within the confidence intervals. In Tab. 1 we summarise the cluster content of our observations; it shows ANOVA analysis: the mean value of the slopes belonging to each cluster, the mean intercept and the confidence interval showing the separation between clusters. In Tabs 2 and 3 we show the more intuitive method discussed above in which there are two clusters. In the table there are two sub areas named Area 1 and Area 2: each sub area to each cluster. As can be seen Area 1 and Area 2 intersect owing to their different time distribution. As far as CHO-Chl-*a* functional relations are concerned, examining the different areas (Tab. 2) in the stations of the Mar Piccolo, we reveals a remarkable seasonal effect on the slope of CHO = f(Chl-*a*). This is larger in summer (Area 1 m = 20.25) than in winter (Area 2 m = 11.90). In the stations of the Mar Grande we found the same phenomenon but it seems to be shifted in time with respect to the Mar Piccolo. PRT-Chl-*a* functional relations show the same seasonal component for most of the stations (Tab. 3): i) spring and summer sections of years 1996 and 1997 (Area 2), characterised by the largest slope of PRT = f(Chl-*a*) (m = 71.10); ii) fall-winter period (Area 1) with the smallest slope (m = 20.59), with the exception of summer 1995 where we found a slope similar to the one for winter periods (Area 1). As already mentioned, the PRT/CHO ratio is an index for the physiological conditions of phytoplankton if measured on the phytoplankton alone. Our data include all contributions to PRT and CHO; therefore the contribution coming from the phytoplankton alone can be obtained by calculating the (slope PRT = f(Chl-*a*))/(slope CHO = f(Chl-*a*)) (named Ratio 1 in the text), which only accounts for the contribution of phytoplankton to the ratio PRT/CHO. Lechuga Deveze *et al.*, (1989) state that the ratio Ratio 1/(slope CHO = f(Chl-*a*)) is a parameter guiding the relative consumption and production of nutrients for phytoplankton. To be more specific, if, by comparing two different environmental configurations larger values are found in one case for Ratio 1 than in the other case and smaller values for the slope CHO = f(Chl-*a*) than in the other case, the first configuration is defined as "having a larger availability of nutrients". Therefore, in this paper a second index was utilised: Ratio 1 / (slope CHO = f(Chl-*a*)) (named Ratio 2 in the text) defining an index for the nutrient availability (the larger the ratio, the greater the nutrient availability).

Tabs 2 and 3 - Area partition for CHO and PRT vs. Chl-*a*. Statistics for the regression parameters *m* and *q* and description of variables range.

*Ripartizione delle aree per CHO e PRT vs. Chl-*a. *Statistica per i paramentri di regressione m e q e descrizione dei range delle variabili.*

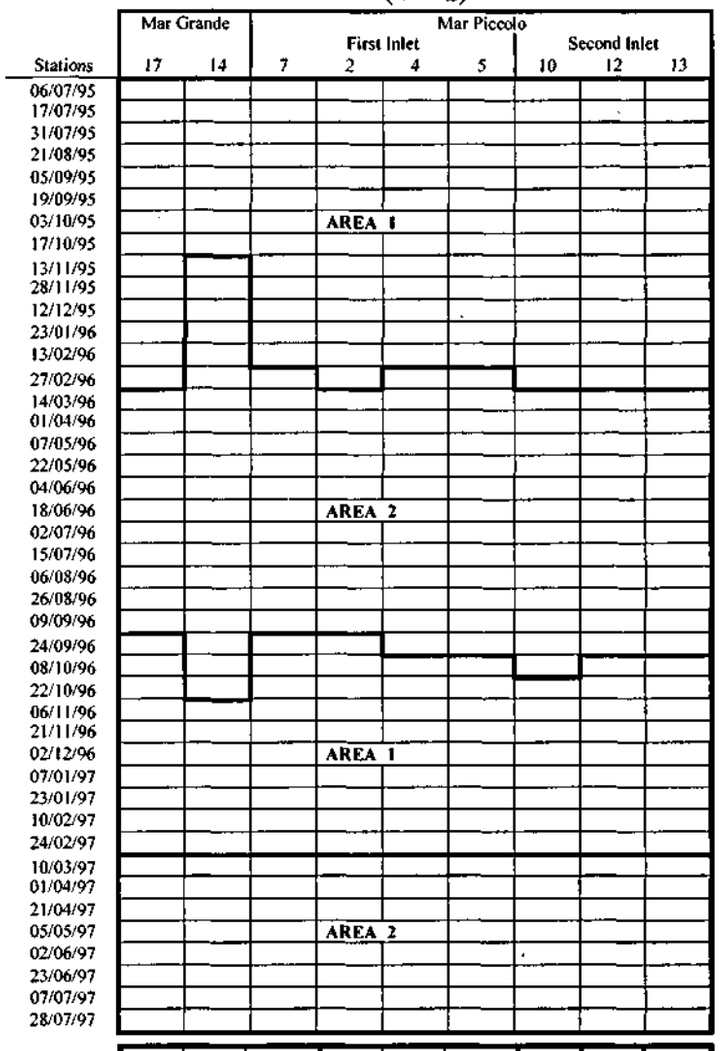
Tab. 2 **CHO = f(Chl-*a*)**



	m	se	P	q	se	P	r²	F	df
Area 1	20.25	0.59	<< 0.05	6.31	2.55	<< 0.05	0.84	1166	218
Area 2	11.90	0.34	<< 0.05	1.75	1.29	<< 0.05	0.87	1167	165

	CHO				Chl a			
	mean	sd	max	min	mean	sd	max	min
Area 1	69.93	65.22	387.00	5.67	3.14	2.95	17.58	0.24
Area 2	34.77	31.48	180.00	2.84	2.27	2.47	15.00	0.36

Tab. 3 **PRT = f(Chl-*a*)**



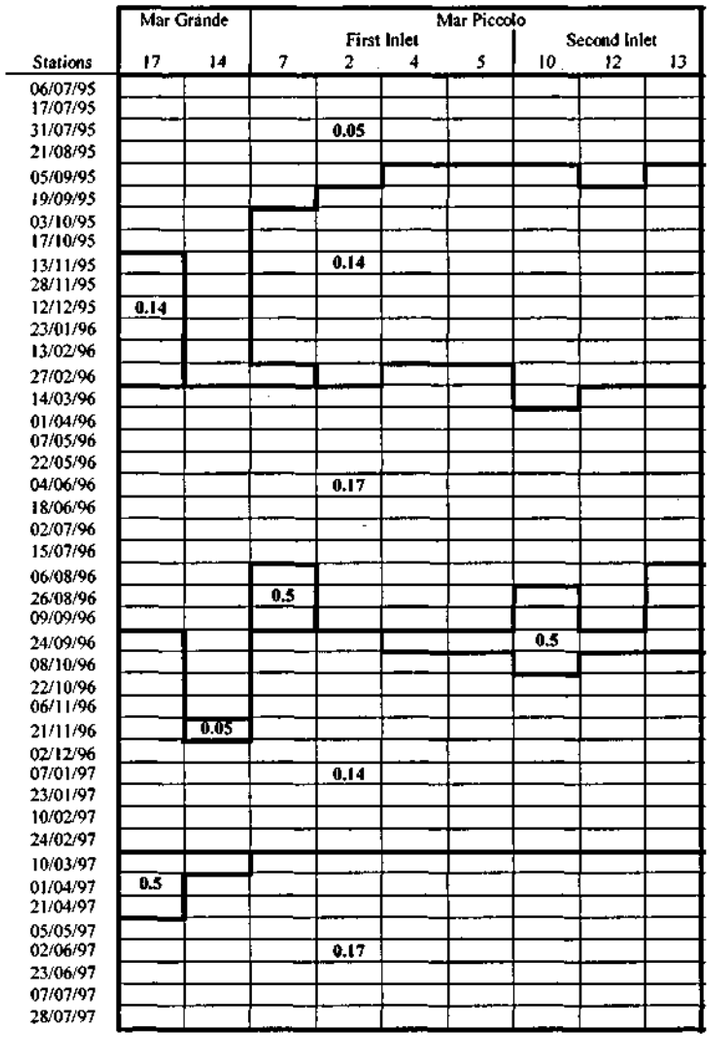
	m	se	P	q	se	P	r²	F	df
Area 1	20.59	0.63	<<0.05	19.79	3.17	<<0.05	0.84	1039	195
Area 2	71.10	2.09	<<0.05	18.26	6.13	<<0.05	0.86	1156	188

	PRT				Chl a			
	mean	sd	max	min	mean	sd	max	min
Area 1	121.08	78.63	463.00	6.17	3.52	3.50	22.46	0.24
Area 2	189.48	129.1	857.00	18.52	2.41	1.68	12.5	0.36

Tab. 4 - Area partition of Ratio 2 (number in each partition) calculated by the quotient between Ratio1 and slope of regression CHO = f (Chl-*a*).

*Ripartizione delle aree secondo il Rapporto 2 (numero in ogni partizione) ottenuto dal quoziente tra Rapporto 1 e pendenza della regressione CHO = f (Chl-*a).

Tab. 4 **Ratio 2**



The values of Ratio 2 are reported in Tab. 4: the numbers labelled in the middle of the sub areas. From an overall view of Tab. 4, during the spring-summer period of the years '96 and '97 the amount of nutrients is greater than in fall-winter of the years '95 and '96 (Ratio 2 = 0.17 against Ratio 2 = 0.14). We also noticed a remarkable depletion of nutrients during summer 1995 (Ratio 2 = 0.05); this is in apparent contrast with the relatively higher amount than that one in the same period of the following years. Looking at Tab. 4 more closely we find the existence of restricted areas where nutrients are present in large amounts especially at the borderline between fall-winter '96 and summer '96 areas, and they are embedded in areas of smaller nutrient availability.

Discussion and conclusions

We have found larger slope values of CHO = f(Chl-*a*) for summer periods than in winter, which is consistent with the results found by Lechuga Deveze *et al.* (1989) for the Gulf of California and the north-west of South Baja California: maximum slope (m = 555.18) in August and minimum slope (m = 21.86) in November. The same authors also found, for the functional relations PRT = f(Chl-*a*), some trends which are consistent with ours, with the exception of summer 1995 of our sampling, with maximum slope (m = 96.07) in August and minimum slope (m = 32.61) in November. This anomaly in the slope PRT = f(Chl-*a*) for summer 1995, which has consequences on the evaluation of Ratio 2, cannot be explained by using the time series at our disposal, because of two reasons. First, we have no clue about possible previous conditions determining lately this "lack" of nutrients at the right time in the year. Second, we think that this phenomenon could take place with a time period longer than our time series. As stated above the PRT/CHO ratio is used both as an index of the physiological state of the phytoplankton and an index of nutrient status in algae. In this second case and considering other authors' opinions (Handa, 1969; Myklestad, 1974; Kenneth *et al.*, 1983), according to which the proportion of PRT and CHO in phytoplankton is controlled mainly by the variability of CHO, we think that a suitable index for nutrient status could be the ratio introduced by us as ratio 2 in which the variability of CHO is weighted by the square of its value. As a consequence, the typical scale for our ratios is widened. As a final comment we would like to emphasise the consistency between a possible intuitive approach consisting of analysing our data all together (Tab. 1) and the formal result obtained through ANOVA (Tabs 2 and 3).

Acknowledgements

The authors thank Mr. Richard Lusardi for checking the English translation.

References

ALABISO G., CANNALIRE M., GHIONDA D., MILILLO M., LEONE G., CACIORGNA O. (1997) - Particulate matter and chemical-physical conditions of an inner sea: the Mar Piccolo in Taranto. A new statistical approach. *Marine Chemistry,* **58**: 373-388.

BARLOW R.G. (1980) - The biochemical composition of phytoplankton in an upwelling region of South Africa. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **45**: 83-93.

CERRUTI A. (1938) – Ricerche oceanografiche compiute nel Mar Piccolo, nel Mar Grande e nel Golfo di Taranto durante il triennio 1932-34 – *Atti R. Acc. Sc. Napoli*, **1**, Serie 3ª, N. 2: 169 pp.

DORTCH Q., PACKARD T. (1989) - Differences in biomass structure between oligotrophic and eutrophic marine ecosystem. *Deep-Sea Research,* **36** (2): 223-240.

GANF G.C., STONE S.J.L., OLIVER R.L. (1986) - Use of protein to carbohydrate ratios to analyse for nutrient deficiency in phytoplankton. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.,* **37**: 183-197.

HANDA N. (1969) – Carbohydrate metabolism in the marine diatom *Skeletonema costatum. Mar. Biol.*, **4:** 208-214.

JOHNSON R., WICHERN D. (1988) - *Applied Multivariate Statistical Methods.* Second Ed. Prentice Hall.

KENNETH L.T., HIRATA J., LAWS E.A. (1983) – Light-limited growth of two strains of marine diatom *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin: Chemical composition, carbon partitioning and the diel periodicity of physiological process. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **68**: 209-227.

LECHUGA DEVEZE C.H., AYALA ROCHA B., GARATE LIZZARAGA I. (1989) - Proteinas, Carboidratos y Clorofila *a* de la materia organica particulada, en tres diferentes ambientes oceanicos: Mar de Portugal, Golfo de California y NW de Baja California sur. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. Mexico,* **16** (1): 147-156.

LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., LEWISFARR A., RANDALL R.J. (1951) - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Marine Research,* **33**: 265-275.

MORRIS I. (1981) - Photosynthetic products, physiological state and phytoplankton growth. In: T. Platt (ed.), *Physiological Bases of Phytoplankton Ecology, Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.,* **210**: 83-102.

MYKLESTAD S. (1974) – Production of carbohydrates by marine planktonic diatoms. I. Comparison of nine different species in culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **15**: 261-274.

RILEY R.A. (1970) – Particulate organic matter in seawater. *Advances in Marine Biology*, **8**: 1-118.

SIEZEN R.J., MAGUE T.H. (1978) – Aminoacids in suspended particulate matter from oceanic and coastal waters of the Pacific. *Marine Chemistry*, **6**: 215-231.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1968) - A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board of Canada*, **167**: 1-311.

TALLING J.F., DRIVER D. (1963) - Some problems on the estimation of chlorophyll-a in phytoplacton. U.S. Atomic Energy Comm.. *Proceedings of Conference of Primary measurements, marine and freshwater*. Hawaii TID 7633: 142-146.

VARUM K.M., MYKLESTAD S. (1984) - Effects of light, salinity and nutrient limitation on the production of -1,3-D-Glucan and Exo-D-Glucanase activity in *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **83**: 13-25.

VATOVA A. (1972) - Osservazioni fisico-chimiche periodiche nel Mar Grande e Mar Piccolo di Taranto (1962-1969). *Boll. Pesca Pisc. Idrob.,* **27** (n.s.), 1: 43-79.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 881-888

G. Alabiso, M. Milillo, D. Ghionda, G. Leone

Istituto Sperimentale. Talassografico "A. Cerruti" C.N.R., Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italy.

PARTICULATE MATTER AND CHEMICAL-PHYSICAL CONDITIONS IN THE GULF OF TARANTO (IONIAN SEA)

SOSTANZA PARTICELLATA E CONDIZIONI CHIMICO-FISICHE NEL GOLFO DI TARANTO (MAR IONIO)

Abstract

The aim of the present work was to identify different areas in the Gulf of Taranto (Ionian Sea) regarding the utilisation of nutrients by phytoplankton. Materials were collected from 8 to 18 March 1994 at 42 stations along the coast. Dry weight, organic matter, chlorophyll-a, protein and carbohydrate contents were analysed in suspended matter. Temperature and salinity values, nitrite, nitrate, ammonium, phosphate and silicate contents were determined in the water. Significant functional relations among particulate matter properties were found. Areas with different environmental conditions were identified by grouping stations on the basis of some of these functional relations.

Key-words: *particulate matter, carbohydrates, proteins, chlorophyll-a, nutrients, Gulf of Taranto.*

Introduction

The Gulf of Taranto is a square semi-enclosed basin of the Ionian Sea. The hydrological characteristics and dynamic conditions of this basin are sufficiently known. The surface circulation is cyclonic, open to the Ionian circulation during winter-spring and closed in an isolated vortex during summer-autumn (Accerboni *et al.*, 1975; Gasparini & Griffa, 1986). The biochemical aspects of this basin received little attention in the past, so that they cannot be exhaustive. Particulate matter is an important component of marine food webs. To understand the pathways of fluxes during transformation and utilisation of particulate organic matter, an appropriate knowledge of its constituents is required (Siezen & Mague, 1978). Carbohydrates and proteins are the main components of particulate organic matter (Riley, 1970). Usually, there is a correlation between phytoplankton biomass and concentration of particulate compounds in seawater (Ittekkot *et al.*, 1982). However, the contribution of phytoplankton constituents to the total particulate compounds can be varied with the presence of different amounts of detrital matter (Lechuga Devéze *et al.*, 1989) and/or heterotrophic organisms (Dortch & Packard, 1989). The proportion of proteins and carbohydrates associated with phytoplankton is considered a suitable index of its physiological conditions (Barlow, 1980). This proportion is also used to analyse the nutrient deficiency in phytoplankton (Barlow, 1980; Ganf *et al.*, 1986). The principal aim of the present study was the assessment of the presence of different environmental conditions along the coastal waters of the Gulf of Taranto as regards the physiological state of phytoplankton and its nutrient status. This was performed by studying functional regressions between protein, carbohydrate and chlorophyll-*a* levels. Furthermore, we aimed to detect whether it was possible to find a direct correlation between nutrients and particulate matter components.

Materials and methods

Sampling and analytical methods

Surface seawater samples (1 m depth) were collected at 42 stations along the coast of the Gulf of Taranto (Fig. 1) by using Niskin bottles during the oceanographic survey GOTA94 of R/V Minerva (8-18 March 1994). Salinity and temperature were measured in the water column with a Sea-Bird Electronics SBE 9 CTD. Suspended particulate matter was collected by filtration through Whatman GF/F pre-combusted filters. Filters were stored frozen (-20°C) until analysis. Total particulate matter was determined as dry weight (DW), organic matter (OM) by ponderal way by heating the filters at 450 °C for 2 hours.

Chlorophyll-*a* (Chl-*a*) was extracted in anhydrous methyl alcohol (Talling & Driver, 1963) and determined spectrophotometrically. Carbohydrate (CHO) content was determined by anthrone method (Strickland & Parsons, 1968) with glucose as standard. Protein (PRT) content was assessed according to the Lowry *et al.* method (1951) with bovine serum albumin as standard. Nitrite, nitrate, ammonium, phosphate and silicate (as SiO_2) contents were analysed in the Technicon Autoanalyser MT2 according to the methods described in Strickland & Parsons (1968).

Mathematical procedures

The mean and standard deviation (s.d.) for every parameter were calculated considering the data all together. Dortch and Packard (1989) consider Chl-*a* as an estimation of the phytoplankton biomass; as a consequence the analytic relation between PRT and CHO with Chl-*a* should be calculated in order to assess the fraction of PRT or CHO associated with phytoplankton and the fraction associated with detrital, bacterial and microzooplankton components (Lechuga Deveze *et al.*, 1989). As the detrital component of seston, the relative proportion of autotrophic and heterotrophic biomass and their chemical composition depend on different environmental conditions, an analysis was carried out to identify areas with similar characteristics. Plotting, for both couples of variables (PRT, Chl-*a*) and (CHO, Chl-*a*), all data together, we noticed that they split into different clusters, which identified groups of stations with similar characteristics. The linear regression for each of these groups was calculated. A similar procedure was applied to DW and OM data, but we found no significant difference between their values; therefore, all data were used to calculate a non-linear regression, i.e. $OM = a\ DW^b$, according to Fischer (1985). As already mentioned, the proportion of PRT and CHO associated with the phytoplankton was used as an index of its physiological state. This proportion is principally controlled by the variability of the CHO (Handa, 1969 and Myklestad, 1974 in Lechuga Devéze, 1989). It is also reported that the minor variability of PRT compared to CHO observed in phytoplankton is due to the building of proteinic molecules using CHO reserves (Morris, 1981 and Varum & Myklestad, 1984 in Lechuga Devéze *et al.*, 1989). Since phytoplankton is one contribution to PRT and CHO pools of particulate matter, its contribution to the ratio PRT/CHO was obtained by calculating (slope PRT = f(Chl-*a*))/(slope CHO = f(Chl-*a*)) (named Ratio 1 in the text), as suggested by Lechuga Devéze *et al.* (1989). Lechuga Devéze *et al.* (1989) also considered that there is a sufficient amount of nutrients when the PRT/CHO ratio (calculated as reported for Ratio 1) is relatively high and the slope of the CHO/Chl-*a*

regression is relatively low ("relatively" is meant as referred to other environmental conditions). Therefore, in this work a second index was utilised: Ratio 1/(slope CHO = f(Chl-*a*)) (named Ratio 2 in the text), which defines an index for nutrient status of phytoplankton.

Results

Hydrology

During the survey the hydrological situation was typical of the Gulf of Taranto in late winter with cyclonic currents along the coast (cold waters from the SE along the Apulia coast, more warm waters in the NW, W and SW areas) (Gasparini & Griffa, 1986). This was related to the general circulation in the Ionian Sea reflecting the intrusion of North Atlantic Water, flowing eastward from the Sicily Channel (Rabitti *et al.*, 1994). The surface distribution patterns (1 m depth) of temperature and salinity are reported in Figs 2 and 3. The mean values of temperature and salinity with s.d., min. and max. values are reported in Tab. 1.

Particulate matter

All parameters concerning particulate matter exhibited a moderate spatial variability. DW, OM and PRT concentrations were on average higher along the N-NW coast than the SW one(Figs 4, 5, 6). OM was higher also along the NE coast. Chl-*a* and CHO were higher along the N-NE coast (Figs 7, 8). Mean values, s.d., min. and max. values for these parameters are reported in Tab. 1.

Tab. 1 – Statistics of the analysed parameters.
Statistica dei parametri analizzati.

	mean	s.d.	max.	min.
T (°C)	13.08	0.51	14.37	12.09
Sal. (p.s.u.)	37.59	0.19	38.24	37.30
DW (mg/l)	1.1	0.25	1.93	0.7
OM (mg/l)	0.45	0.07	0.63	0.35

	mean	s.d.	max.	min.
Chl-*a* (µg/l)	0.27	0.12	0.57	0.06
PRT (µg/l)	35.88	13.68	64.56	11.66
CHO (µg/l)	12.67	4.96	27.88	4.73
NO_2 (µg/l)	7.39	2.57	12.49	3.84

	mean	s.d.	max.	min.
NO_3 (µg/l)	37.79	25.70	105.3	3.3
PO_4 (µg/l)	4.56	2.95	9.99	0.68
SiO_2 (µg/l)	157.5	56.8	318.5	63.8

The proportion of OM in DW remained in the range of 32-55% (mean = 42±5%). The highest values were found mainly near the coast. The functional relation between OM (mg/l) and DW (mg/l) was $OM = 0.43\ DW^{0.56}$ (Fig. 13). It showed a downward trend for the proportion of OM in DW as DW concentration increased. As regards the PRT-Chl-*a* and CHO-Chl-*a* functional relations, the different groups of stations with similar characteristics, together with both the statistical evaluation of linear regression parameters and the variation ranges for all the 3 variables, are reported in Tab. 2. The surface distribution patterns of Ratio 1 and Ratio 2 are reported in Figs 14 and 15. These figures show that the physiological activity of phytoplankton (Ratio 1) and its nutrient status (Ratio 2) were higher along the SW coast than the NE one. In Ratio 2 the variability of CHO weighs according to its square value. It involves the scale of values in Fig. 15 having a wider range than that in Fig. 14. Consequently, the difference among the sites is more marked.

Nutrients

Nitrite, nitrate, phosphate and silicate values showed high variability. Their surface distribution patterns are reported in Figs 9, 10, 11 and 12. Ammonium was undetectable in all but in four stations (21, 22, 28 and 45). Mean values, s.d. and the variable ranges for these parameters are reported in Tab. 1.

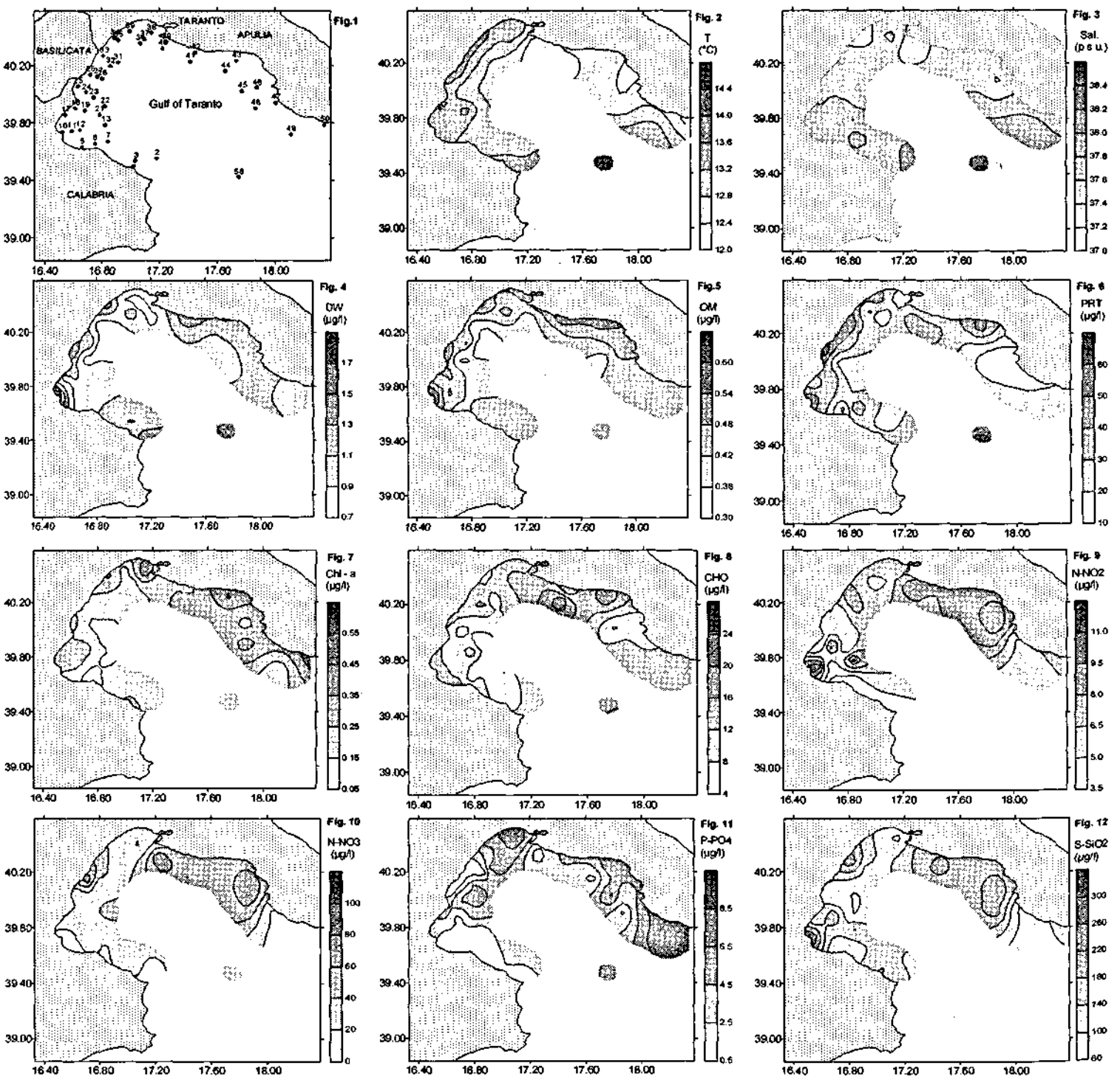
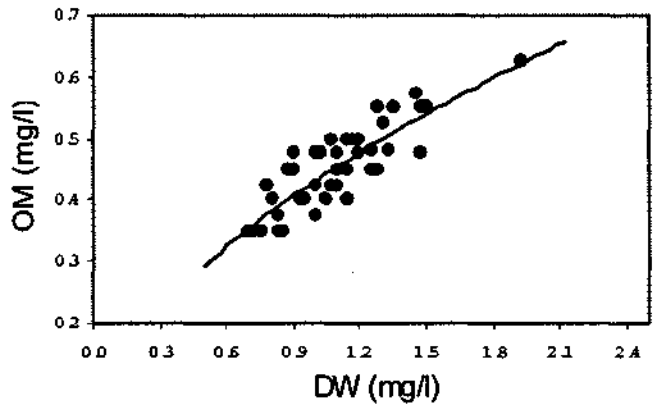


Fig. 1 – Geographic location of the sampling stations.
Distribuzione geografica delle stazioni di campionamento.

Figs 2 - 12 – Surface distribution patterns of the analysed parameters.
Modelli di distribuzione superficiale dei parametri analizzati.



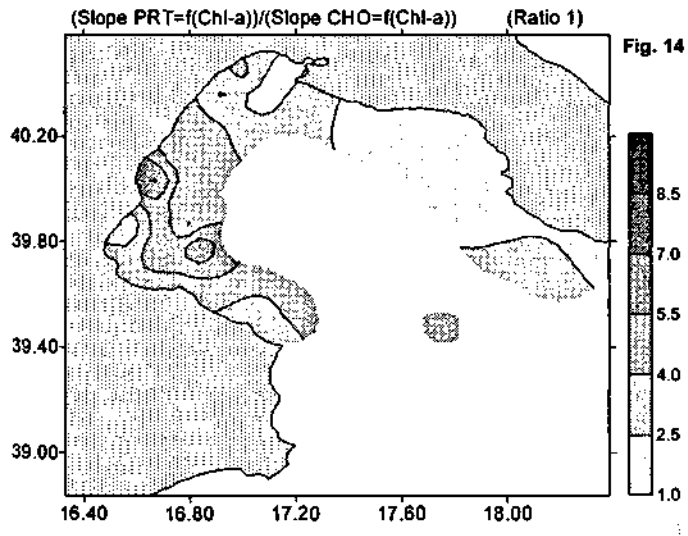
Statistics of regression parameters

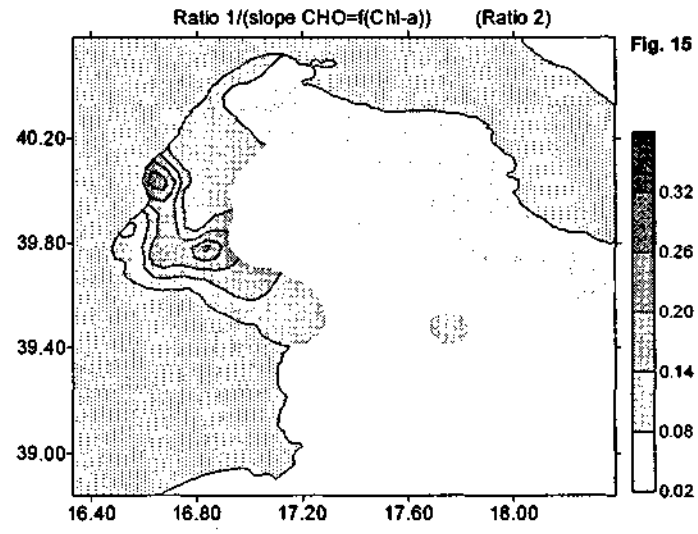
1) Best fit on original data: $OM = 0.43\ DW^{0.56}$
$r^2 = 0.71$

2) Linear fit on transformed data

m	s.e.	q	s.e.	r^2	F	df
0.4320	0.0421	0.0007	0.0444	0.72	105.5	41

Fig. 13 – Non linear regression between OM and DW. Statistics of regression parameters.
Regressione non lineare tra OM e DW. Statistica dei parametri della regressione.





Figs 14 – 15 – Surface distribution patterns of both the ratios: (slope PRT = f (Chl-*a*))/(slope CHO = f (Chl-*a*)) (named Ratio 1) and Ratio 1/(slope CHO = f (Chl-*a*)) (named Ratio 2).
*Modelli di distribuzione superficiale dei rapporti: (pendenza PRT = f (Chl-*a*))/(pendenza CHO = f (Chl-*a*)) (denominato Rapporto 1) e Rapporto 1/(pendenza CHO = f (Chl-*a*)) (denominato Rapporto 2).*

Tab. 2 - Stations partition for PRT vs. Chl-*a* and CHO vs. Chl-*a*. Statistics for the regression parameters *m* and *q* (P << 0.05) and description of the variables range.
*Ripartizione delle stazioni per CHO vs. Chl-*a *e per PRT vs. Chl-*a*. Statistica per i parametri di regressione m e q (P << 0.05) e descrizione del range delle variabili.*

	PRT = f (Chl-*a*)							Chl-*a* (µg/l)				PRT (µg/l)			
Stations	m	s.e.	q	s.e.	r^2	F	df	mean	s.d.	max.	min.	mean	s.d.	max.	min.
38, 45, 46, 47, 48, 50	36.73	8.14	0.26	3.70	0.84	60	4	0.45	0.09	0.54	0.30	16.66	3.80	29.90	11.66
3, 4, 17, 21, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44	79.70	12.18	7.05	4.29	0.81	42	10	0.34	0.11	0.57	0.19	33.84	9.82	56.23	20.83
2, 11, 12, 18, 19, 22, 23, 31, 39, 40, 49,	166.7	19.35	0.09	4.48	0.89	74	9	0.23	0.06	0.30	0.13	37.74	9.81	47.90	20.83
6, 7, 24,25, 26, 27, 28, 32, 33, 58, 59	214.6	28.85	5.68	5.45	0.82	55	12	0.18	0.06	0.28	0.06	44.44	13.66	64.56	13.32

	CHO = f (Chl-*a*)							Chl-*a* (µg/l)				CHO (µg/l)			
Stations	m	s.e.	q	s.e.	r^2	F	df	mean	s.d.	max.	min.	mean	s.d.	max.	min.
3, 4, 12, 13, 19, 24, 34, 38, 45, 46, 47, 48, 50	24.5	3.0	0.82	1.09	0.86	66	11	0.34	0.14	0.54	0.13	9.09	3.60	15.12	4.73
2, 7, 10, 11, 17, 18, 22, 23, 25, 31, 35, 37, 42, 43, 44	38.4	1.9	1.72	1.72	0.97	394	13	0.28	0.11	0.57	0.13	12.51	4.41	23.63	5.67
5, 6, 21, 26, 27, 28, 32, 33, 36, 39, 40, 41, 49, 58, 59	46.8	5.6	6.20	1.25	0.84	70	13	0.21	0.09	0.46	0.06	15.94	4.46	27.88	7.56

Discussion and conclusions

The dry weight range that we found (0.70-1.93 mg/l) was slightly higher than that reported for surface oceanic waters by some authors: 0.2-1.5 mg/l (Gordeev, 1964 and Bogdanov *et al.*, 1970 in Fischer, 1985). The proportion of OM in DW was consistent with the data in the literature, i.e. 20-60% (Dera, 1971 in Fischer, 1985; Fischer, 1985). The functional relation between OM and DW showed a downward trend for the proportion of OM in DW as DW concentration increased, which was smaller than that found by Alabiso *et al.* (1997) for the Mar Piccolo of Taranto ($OM = 0.47\ DW^{0.86}$). This is in agreement with the conclusions of Fisher (1985), namely that the rate of the downward trend for the proportion of OM in DW vs. DW increases moving from pelagic towards neritic zones or in more productive regions. Tab. 3 shows both the mean concentrations of Chl-*a*, PRT and CHO found in the Gulf of Taranto and the values reported by some authors for different environmental conditions. The Bay of Bengal, characterised by large quantities of detrital matter, shows low Chl-*a* levels and high PRT and CHO amounts. The Gulf of California and the Mar Piccolo of Taranto show high Chl-*a* and intermediate PRT and CHO levels. The Gulf of Taranto shows Chl-*a* levels

Tab. 3 - Mean values of particulate Chl-*a*, PRT, and CHO in different environmental conditions.
Valori medi di Chl-a, PRT e CHO particellati in diverse situazioni ambientali.

	Chl-*a* (µg/l)	PRT (µg/l)	CHO (µg/l)
	mean	mean	mean
Gulf of Taranto, in March	0.27±0.12	35.9±13.7	12.6±4.9
Gulf of California (Lechuga Devéze *et al.*, 1989), in November	1.0±0.5	67.1±21.3	77.2±25.5
Bay of Bengal (Sreepada *et al.*, 1996), in December	0.27±0.10	108.5±18.4	62.0±13.7
Mar Piccolo of Taranto (Alabiso, unpublished data), in March	1.28±0.83	68.5±30.3	21.04±11.47

similar to those in the Gulf of Bengal but lower levels of PRT and CHO, testifying to a higher contribution of living phytoplankton to the CHO and PRT pools of particulate matter. On the basis of Tab. 2 data, an assessment of this contribution was carried out. It was realised by multiplying the slope of the functional regression of the variable for the corresponding Chl-*a* mean value in each group of stations and expressing the results as a percentage of the mean value really found. Consequently, the level of PRT associated with phytoplankton was 80-100% and that of CHO 60-90%. The ratio of PRT to CHO in particulate matter has also been used as a potential indicator of nutrient deficiency in phytoplankton populations, when it is relatively free from detrital interference. In particular, ratios below 0.7 indicate a severe nutrient deficiency, whereas ratios above 1.2 indicate no deficiency (Healey, 1975 and Pick, 1987 in Sreepada, 1996). As reported above, our data indicate that phytoplankton makes up the major fraction of particulate matter, so that the PRT/CHO ratio was calculated by directly utilising the PRT and CHO values measured at each station. The values were always above 1.0 (min. = 1.13, max. 6.14, mean = 3.14 ± 1.48), implying that the phytoplankton populations were not nitrogen or phosphorous deficient in any of the areas investigated (Healey, 1975 in Sreepada, 1996). This environmental situation could explain why we did not find any significant correlation between biochemical parameters of particulate matter and nutrients. However, by comparing the surface distribution of nitrate and phosphate with that of Ratio 2 (Figs 10, 11 and 15),

it can be observed that the SW zone is characterised by the highest values of Ratio 2 and the lowest of nitrate and phosphate; just the opposite occurred in the NE zone. In conclusion, the area investigated showed a gradient of environmental conditions from NE to SW: the NE area is the least oligotrophic and it was characterised by the highest phytoplankton biomass (highest Chl-*a* concentrations) with the lowest activity (lowest Ratio 1 values). The SW area was the most oligotrophic and it showed the lowest phytoplankton biomass with the highest activity. These results are consistent with the conclusions reported by Dortch & Packard (1989), i. e. that nutrients are recycled many more times in oligotrophic waters than in eutrophic ones (Eppley & Peterson, 1979 in Dortch & Packard, 1989) and that in oligotrophic areas there is a very low phytoplankton standing stock which is growing rapidly (Goldman *et al.*, 1979 in Dortch & Packard, 1989).

Acknowledgements

The authors thank Mr. P. Pacifico and Mr. Richard Lusardi for checking the English translation.

References

ACCERBONI E., GRANCINI G., LAVENIA A. (1975) – Variability of water masses and geostrophic circulation in the Taranto Gulf. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, **18**: 267-298.

ALABISO G., CANNALIRE M., GHIONDA D., MILILLO M., LEONE G., CACIORGNA O. (1997) - Particulate matter and chemical-physical conditions of an inner sea: the Mar Piccolo in Taranto. A new statistical approach. *Mar. Chem.*, **58**: 373-388.

BARLOW R.G. (1980) – The biochemical composition of phytoplankton in an upwelling region of South Africa. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **45**: 83-93.

BOGDANOV J.A., KOZLOVA O.G., MUCHINA V.V. (1970) – Distribution and composition of suspended matter in the northern and central Indian Ocean. *Okeanologija*, **10**: 86-98 (Engl. summ.)

DORTCH Q., PACKARD T.T. (1989) – Differences in biomass structure between oligotrophic and eutrophic marine ecosystem. *Deep-Sea Research*, **36** (2): 223-240.

DERA J. (1971) – Irradiance in the euphotic zone of the sea. *Oceanologia*, **1**: 9-98.

EPPLEY R.W., PETERSON B.J. (1979) – Particulate organic matter flux and planktonic new production in the deep ocean. *Nature*, **282**: 677-680.

FISHER J.K. (1985) - Suspended matter in surface water of the tropical zone on Indian Ocean. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **32**: 313-334.

GANF G.C., STONE R.L., OLIVER R.L. (1986) – Use of protein to carbohydrates ratios to analyse for nutrient deficiency in phytoplankton. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **37**: 183-197.

GASPARINI G.P., GRIFFA A.L. (1986) – Studio delle condizioni dinamiche nel Golfo di Taranto. In: M. Viel and G. Zurlini (eds), *Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia*, ENEA, Roma: 101-125.

GOLDMAN J.C., McCARTHY J.J., PEAVEY D.G. (1979) – Growth rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters. *Nature*, **279**: 210-215.

GORDEEV E.I. (1964) – Quantitative distribution of suspended material in the surface waters of the northern part of Indian Ocean. *Tr. Inst. Okeanol. Akad. Nauk. SSSR*, **64**: 202-214.

HANDA N. (1969) – Carbohydrate metabolism in the marine diatom *Skeletonema costatum*. *Mar. Biol.*, **4**: 208-214.

HEALEY F.P. (1975) – Physiological indicators of nutrient deficiency in algae. *Canada Fisheries and Marine Service Research and Development Directorate Technical Report* No. 585.

ITTEKKOT V., DEGENS E.T., BROCKMAN U. (1982) – Monosaccharides composition of acid hydralyzable carbohydrates in particulate matter during a plankton bloom. *Limnology and Oceanography*, **2**: 271-278.

LECHUGA DEVÉZE C.H., AYALA ROCHA B., GARATE LIZZARAGA I. (1989)- Proteinas, Carboidratos y Clorofila-*a* de la materia organica particulada, en tres diferentes ambientes oceanicos: Mar de Portugal, Golfo de California y NW de Baja California sur. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México,* **16** (1): 147-156.

LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., LEWISFARR A., RANDALL R.J. (1951) - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Marine Research,* **33**: 265-275.

MORRIS I. (1981) - Photosynthetic products, physiological state and phytoplankton growth. In: T. Platt (ed), *Physiological Bases of Phytoplankton Ecology. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.,* **210**: 83-102.

MYKLESTAD S. (1974) – Production of carbohydrates by marine planktonic diatoms. I. Comparison of nine different species in culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **15**: 261-274.

PICK F.R. (1987) – Carbohydrate and protein content of lake seston in relation to plankton nutrient deficiency. *Can. J. of Fish. and Aquat. Sci.*, **44**: 2095-2101.

RABITTI S., BIANCHI F., BOLDRIN A., DA ROSS L., SOCAL G., TOTTI C. (1994).- Particulate matter and phytoplankton in the Ionian Sea. *Oceanologica Acta,* **17** (3): 297-307.

RILEY R.A. (1970) – Particulate organic matter in sea water. *Advances in Marine Biology,* **8**: 1-118.

SIEZEN R.J., MAGUE T.H. (1978) – Aminoacids in suspended particulate matter from oceanic and coastal waters of the Pacific. *Mar. Chem.*, **6**: 215-231.

SREEPADA R.A., RIVONKAR C.U., PARULEKAR A.H. (1996) – Particulate Carbohydrates and Proteins in the Bay of Bengal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* **43**: 295-310.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1968) - A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **167**: 1-311.

TALLING J.F., DRIVER D. (1963) - Some problems on the estimation of chlorophyll-a in phytoplankton. U.S. Atomic Energy Comm.. *Proceedings of Conference of primary measurements, marine and freshwater.* Hawaii TID 7633: 142-146.

VARUM K.M., MYKLESTAD S. (1984) - Effects of light, salinity and nutrient limitation on the production of -1,3-D-Glucan and Exo-D-Glucanase activity in *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* **83**: 13-25.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 889-891

A.M. Deiana, E. Coluccia, R. Cannas, A. Milia, S. Salvadori

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari, Viale Poetto, 1
09126 Cagliari, Italia.

DATI PRELIMINARI SUL BANDEGGIO DI REPLICAZIONE IN DUE SPECIE DI MURAENIDAE

FIRST DATA ON REPLICATION BANDING IN TWO MURAENIDAE SPECIES

Abstract

The use of the 5-bromodeoxyuridine (BrdU) incorporation technique made it possible to induce highly reproducible replication bands in two Mediterranean species of the order Anguilliformes, Muraena helena *L. e* Gymnothorax unicolor *Del. The early banding patterns allowed the pairing of homologous chromosomes and the comparison of the karyotypes of the two species.*

Key-words: *chromosome banding, Anguilliformes, Muraenidae.*

Introduzione

Nei pesci non è generalmente possibile ottenere bande eucromatiche strutturali come le bande G, R e Q, che permettono l'identificazione dei cromosomi omologhi e lo studio dei riarrangiamenti nei processi di evoluzione cariotipica. Trattando le cellule in divisione con un analogo della timina, la 5'-bromo-2'-deossiuridina, è tuttavia possibile mettere in evidenza, lungo i cromosomi, bande dinamiche o di replicazione corrispondenti a regioni della cromatina che replicano in tempi diversi durante le fasi di sintesi del DNA. In questo lavoro abbiamo studiato e confrontato le bande cromosomiche a replicazione precoce di due anguilliformi mediterranei *Muraena helena* L. e *Gymnothorax unicolor* Del.

Materiali e metodi

Da due esemplari di *G. unicolor* e cinque di *M. helena* sono stati ottenuti cromosomi metafasici dopo coltura di linfociti, secondo Cau *et al.*, 1988. Sette ore prima della raccolta delle cellule è stata aggiunta BrdU alle colture, in concentrazione finale di 300 μg/ml. La colorazione FPG (fluorocromo-fotolisi-Giemsa) è stata ottenuta secondo Giles *et al.*, 1988.

Risultati

Il tempo di incorporazione della BrdU e la colorazione differenziale della cromatina non sostituita hanno permesso di distinguere le regioni della cromatina a replicazione precoce che corrispondono a bande eucromatiche intercalari (bande scure nei cromosomi di Fig. 1) da quelle a replicazione tardiva che hanno incorporato la BrdU durante il tempo di trattamento (bande chiare in Fig. 1). Tra queste ultime sono particolarmente evidenti le regioni eterocromatiche paracentromeriche dei cromosomi meta-submetacentrici da 1 a 6 in entrambe le

specie e le grandi regioni subtelomeriche dei cromosomi acrocentrici dal 10 al 16 in *M. helena* (Salvadori *et al.*, 1997) (Fig. 1). La regione organizzatrice del nucleolo, localizzata nel braccio corto del cromosoma submetacentrico nº 7 in *M. helena* e nella regione sottocentromerica del cromosoma acrocentrico nº 9 in *G unicolor*, appare chiara in entrambe le specie.

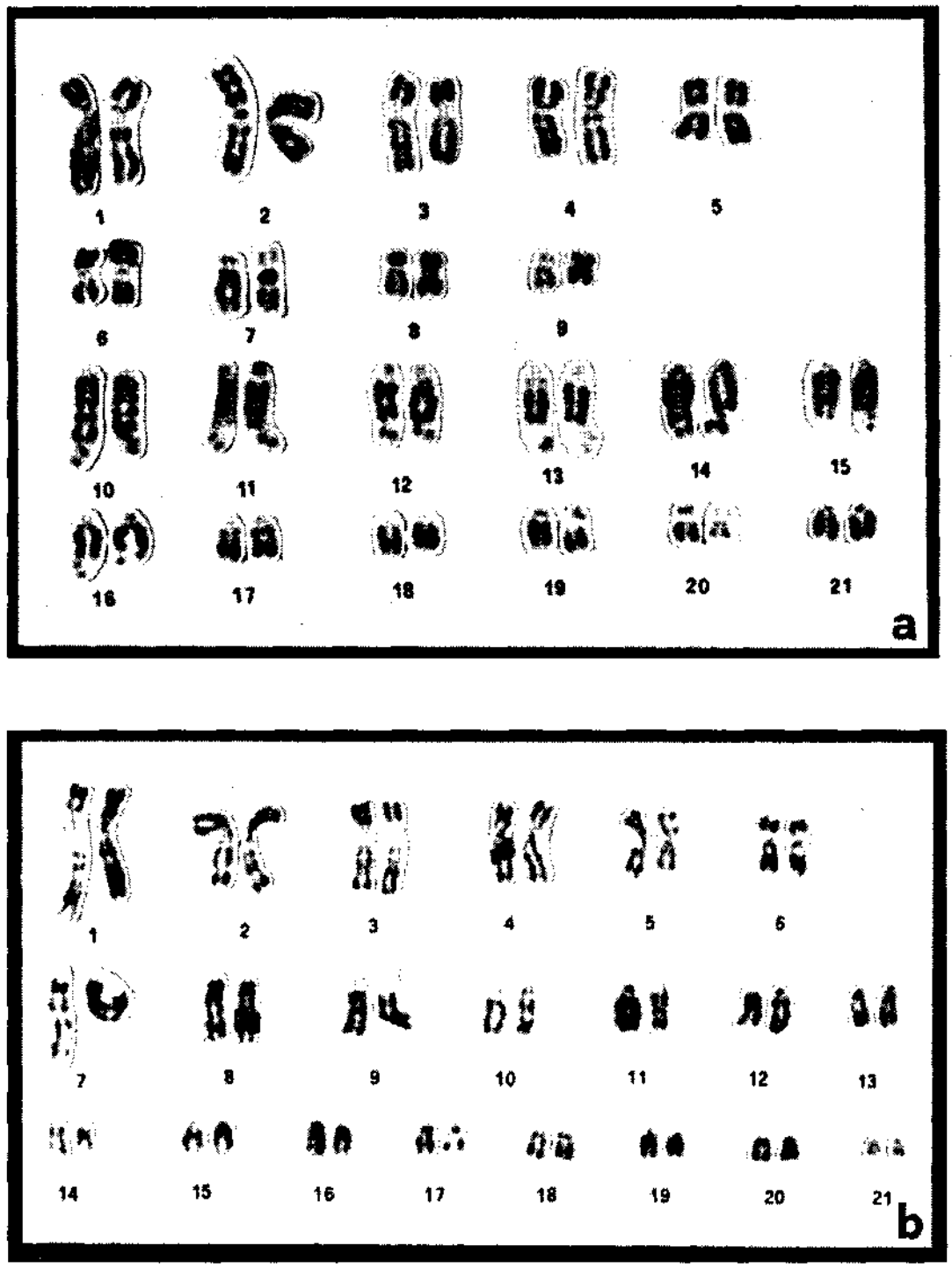


Fig. 1 – Cariotipo di *Muraena helena* (a) e *Gymnothorax unicolor* (b) dopo bandeggio a replicazione precoce. Le coppie cromosomiche da 1 a 6 evidenziano una parziale omologia.
Early replicating bands of Muraena helena *(a) and* Gymnothorax unicolor *(b). The large meta-submetacentic chromosomes from 1 to 6 show partial homology.*

Discussione

Le due specie studiate hanno identico numero diploide 2n=42, ma presentano differenze nella struttura del cariotipo e nel numero di bracci cromosomici (Cau *et al.*, 1988; Deiana *et al.*, 1990). L' analisi delle bande a replicazione precoce ha consentito l'inequivocabile identificazione e appaiamento dei cromosomi omologhi, in particolare delle coppie di acrocentrici che risultano molto simili dopo altri tipi di colorazione. Inoltre la comparazione dei cariotipi delle due specie evidenzia la parziale omologia dei grandi cromosomi metacentrici e submetacentrici dall'1 al 6.

Bibliografia

CAU A., SALVADORI S., DEIANA A.M., BELLA J.L., MEZZANOTTE R., 1988 - The characterization of *Muraena helena* mitotic chromosomes: Karyotype, C-banding, nucleolar organizer regions and *in situ* digestion with restriction endonucleases. *Cytogenet Cell Genet*, **47**: 223-226.

DEIANA A.M., SALVADORI S., CAU A., 1990 - The characterization of mitotic chromosomes of *Gymnothorax unicolor* (Delaroche, 1809) by C-banding and NOR staining. (Osteichthyes, Anguilliformes). *Genetica*, **81**: 17-20.

GILES V., THODE G., ALVAREZ M.C., 1988 – Early replication bands in two scorpion fishes, *Scorpaena porcus* and *S. notata* (order Scorpaeniformes). *Cytogenet Cell Genet*, **47**: 80-83.

SALVADORI S., DEIANA A.M., COLUCCIA E., MILIA A., CANNAS R., CAU A. (1997) - Heterochromatin distribution and structure in *Gymnothorax unicolor* Del. (Anguilliformes, Muraenidae). *Ital. J. of Zool.*, **64** (2): 125-130.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 892-893

A. Deriu, M.P. Falchi, F. Leone*, T. Spano*,
L.A. Sechi, G. Delogu, S. Zanetti

Dipartimento di Scienze Biomediche, Sezione di Microbiologia Sperimentale e Clinica,
V.le San Pietro, 43/B - 07100 Sassari, Italia.
*Ist. di Microbiologia Università Cattolica "S.Cuore", Roma.

POTENZIALI MARCATORI DI VIRULENZA IN CEPPI CLINICI ED AMBIENTALI DI *AEROMONAS HYDROPHILA*

VIRULENCE FACTORS IN CLINICAL AND ENVIRONMENTAL STRAINS OF AEROMONAS HYDROPHILA

Abstract

Clinical and environmental isolates of Aeromonas hydrophila *strains were tested for the production of potential virulences factors (hemolysin, proteases, capacity to adhere to Hep-2 cells). Results showed higher frequence of virulence factors in clinical isolates in comparison to the strains isolated in the environment.*

Key-words: Aeromonas hydrophila, *virulence factors.*

Introduzione

Gli *Aeromonas* sono microrganismi ampiamente distribuiti in natura in quanto possiedono notevole capacità di adattamento alle diverse condizioni ambientali; si ritrovano tra la flora batterica di pesci ed anfibi, ma sono anche presenti nell'1% della flora enterica di adulti sani (Araujo *et al.*, 1991). La specie *Aeromonas hydrophila* è nota come patogeno opportunista negli animali e nell'uomo, tuttavia ancora non si conosce l'esatto meccanismo attraverso il quale essa esprime la patogenicità (Abeyta *et al.*, 1986; Krovacek et al., 1993; Kawula *et al.*, 1996). Questo lavoro presenta i dati preliminari sullo studio di potenziali fattori di virulenza quali attività emolitica (espressa da tossine quali emolisine), attività proteasica (espressa da enzimi che favoriscono l'infezione) e capacità adesiva (le adesine permettono la colonizzazione intestinale), in ceppi di *Aeromonas hydrophila* di provenienza ambientale e clinica (feci).

Materiali e metodi

Sono stati saggiati 18 ceppi di *Aeromonas hydrophila*, 7 isolati da litorali della Sardegna settentrionale ed 11 di provenienza clinica, isolati da campioni di feci di soggetti con sintomatologia intestinale. I bacilli gram-negativi, mobili ed ossidasi-positivi, cresciuti su TCBS-agar, sono stati identificati col sistema API20 E (biomerieux). Gli esperimenti sui ceppi ambientali sono stati condotti a temperature di incubazione di 25 e 37°C, quelli sui ceppi clinici a 37°C. L'attività emolitica è stata saggiata in TSA addizionato del 5% (v/v) di sangue di montone. L'attività proteasica è stata saggiata in LB agar addizionato di gelatina (30g / l) e Nutrient agar addizionato di skim milk all'1.5%. Il saggio di adesione è stato effettuato con cellule Hep-2 (cellule epiteliali umane di carcinoma della laringe) infettate con 10^6 batteri/ml ed incubate per 3 ore a 37°C in atmosfera di CO_2.

Risultati

I ceppi clinici di *Aeromonas hydrophila* hanno mostrato capacità emolitica entro le 24 ore nel 27.3% dei casi. Riguardo l'attività proteasica, il 45.5% dei ceppi ha mostrato reazione positiva alla gelatinasi, il 91% allo skim milk. Nel saggio di adesione su cellule Hep-2 il 54% dei ceppi ha manifestato effetto citopatico, il restante 46% ha mostrato i seguenti risultati: 18% adesione <10 batteri/cellula, 9% >20 b/c, 18% >30 b/c. I ceppi di provenienza marina non hanno mostrato attività emolitica né capacità di produrre gelatinasi, tuttavia il 57% dei ceppi, negli esperimenti condotti a 25°C, ha mostrato reazione positiva allo skim milk entro le 24-48 ore. La capacità adesiva su cellule Hep-2 è stata rilevata nel 57% dei ceppi, con valori sempre inferiori ai 10 batteri/cellula. I risultati ottenuti inducono a supporre che difficilmente i suddetti ceppi ambientali possano esplicare azione patogena in ospiti omeotermi, tenuto conto che gli esperimenti condotti alla temperatura di 37°C hanno dato esito negativo.

Conclusioni

Gli isolati clinici hanno mostrato una maggiore capacità adesiva su cellule Hep-2, rispetto agli isolati ambientali, spesso associata ad almeno un altro fattore di virulenza. Inoltre, l'azione citopatogena corrispondeva nella quasi totalità dei casi, alla contemporanea capacità di produrre attività emolitica e/o proteasica. Tutti gli isolati clinici hanno espresso almeno due dei fattori di virulenza associati, mentre negli *Aeromonas* ambientali poco più del 28% mostrano tale associazione, rappresentata esclusivamente da attività proteasica (skim milk) e bassa adesione su cellule Hep-2.

Attualmente si stanno effettuando saggi di virulenza su un maggior numero di ceppi di *Aeromonas*, successivamente questi verranno caratterizzati a livello genotipico mediante nuove tecniche di PCR. Lo scopo è quello di chiarire l'importanza dal punto di vista sanitario, degli Aeromonadi, con particolare riguardo verso i ceppi isolati nell'ambiente acquatico.

Bibliografia

ABEYTA G.N., KAYSNER C.A., WEKELL N.M., SULLIVAN J.J., STELMA G.N. (1986) - Recovery of *Aeromonas hydrophila* from oysters implicated in an outbreak of food-borne illness. *J. Food Protect.*, **49**: 143-170.

ARAUJO R.M., ARRIBAS R.M., PARES R. (1991) - Distribution of *Aeromonas* species in waters with different levels of pollution. *J. Appl. Bacteriol.*, **71**: 182-186.

KAVULA T.H., LELIVELT M.J., ORNDORFF P.E. (1996) - Using a new inbred fish model and cultured fish tissue cells to study *Aeromonas hydrophila* and *Yersinia ruckeri* pathogenesis. *Microbial Pathogenesis*, **20**: 119-125.

KROVACEK K., CONTE M., GALDARISI P., MORELI G., POSTIGLIONE A., DUMONTET S. (1993) - Fatal septicaemia caused by *Aeromonas hydrophila* in a patient with cirrhosis. *Comp. Immunol. Microbiol. Dis.*, **16**: 267-272.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 894-897

S. DESANTIS, A. CORRIERO*, M. LABATE, G. DE METRIO*, G.M. LABATE*

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via E. Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.
*Dipartimento di Produzione Animale, Università di Bari, Italia.

OSSERVAZIONI ULTRASTRUTTURALI PRELIMINARI SULL'EPITELIO SEMINIFERO DEL NASELLO (*MERLUCCIUS MERLUCCIUS* L. 1758)

PRELIMINARY ULTRASTRUCTURAL STUDY ON THE SEMINIFEROUS EPITHELIUM OF HAKE (MERLUCCIUS MERLUCCIUS L. 1758)

Abstract

Ultrastructure of seminiferous epithelium and spermiogenesis have been examined on Merluccius merluccius. *Testis consists of convoluted seminiferous tubules. Sertoli cell processes extended among germinal cells without to determine spermatogenic cystis and were involved in phagocytosis of residual bodies. Cell from connective tissue were seen moving through the seminiferous epithelium to lumen.*

Key-words: *hake, testis, ultrastructure.*

Introduzione

La struttura del testicolo di molti Teleostei è ben conosciuta (Grier *et al.*, 1980; Cinquetti e Rinaldi, 1987; Lahnsteiner e Patzner, 1990; De Metrio *et al.*, 1996), ma assenti sono, a nostra conoscenza, le ricerche riguardanti la spermatogenesi del nasello (*Merluccius merluccius*), nonostante il rilevante interesse economico della specie. In questo lavoro sono esposti i risultati preliminari sull'ultrastruttura dell'epitelio seminifero di questo animale.

Materiali e metodi

Frammenti dei testicoli di un esemplare avente lunghezza totale di 48 cm ed indice gonadosomatico 0.73, catturato a luglio del 1997 nelle acque dell'Adriatico Meridionale, sono stati fissati con glutaraldeide 3% in tampone cacodilato 0.1 M (pH 7.2) per 4 ore a 4°C, lavati nello stesso tampone, postfissati in $Os0_4$ 1% per 2 ore a 4°C, disidratati in etanolo ed inclusi in Araldite 502. Sezioni ultrafini sono state contrastate con acetato di uranile e citrato di piombo ed osservate al microscopio elettronico Zeiss EM 109.

Risultati

Il testicolo di *Merluccius merluccius* è formato da lunghi e tortuosi tubuli seminiferi. L'epitelio è costituito da cellule di Sertoli, gruppi di cellule germinali in diversi stadi maturativi ed occasionali cellule alloctone. Le cellule di Sertoli sono provviste di nucleo basale eucromatico, citoplasma elettron trasparente con mitocondri sparsi, scarso reticolo endoplasmico liscio (REL), ridotto apparato di Golgi, lisosomi primari e lisosomi secondari. Queste cellule sono interdigitate alla base dove sono presenti anche sistemi giunzionali. Nel compartimento basale, le cellule di Sertoli delimitano gli spermatogoni A (Fig. 1a). Il compartimento

luminale è formato da cisti di spermatogoni B, e raggruppamenti di cellule in spermatogenesi e spermiogenesi (Fig. 1b, c, d). Gli spermatidi si riversano nel lume tubulare dove completano la loro trasformazione in spermi. In seguito alla scomparsa dei raggruppamenti maturativi, la parete del tubulo rimane costituita solo da elementi staminali circondati dalle cellule di Sertoli (Fig. 2a).

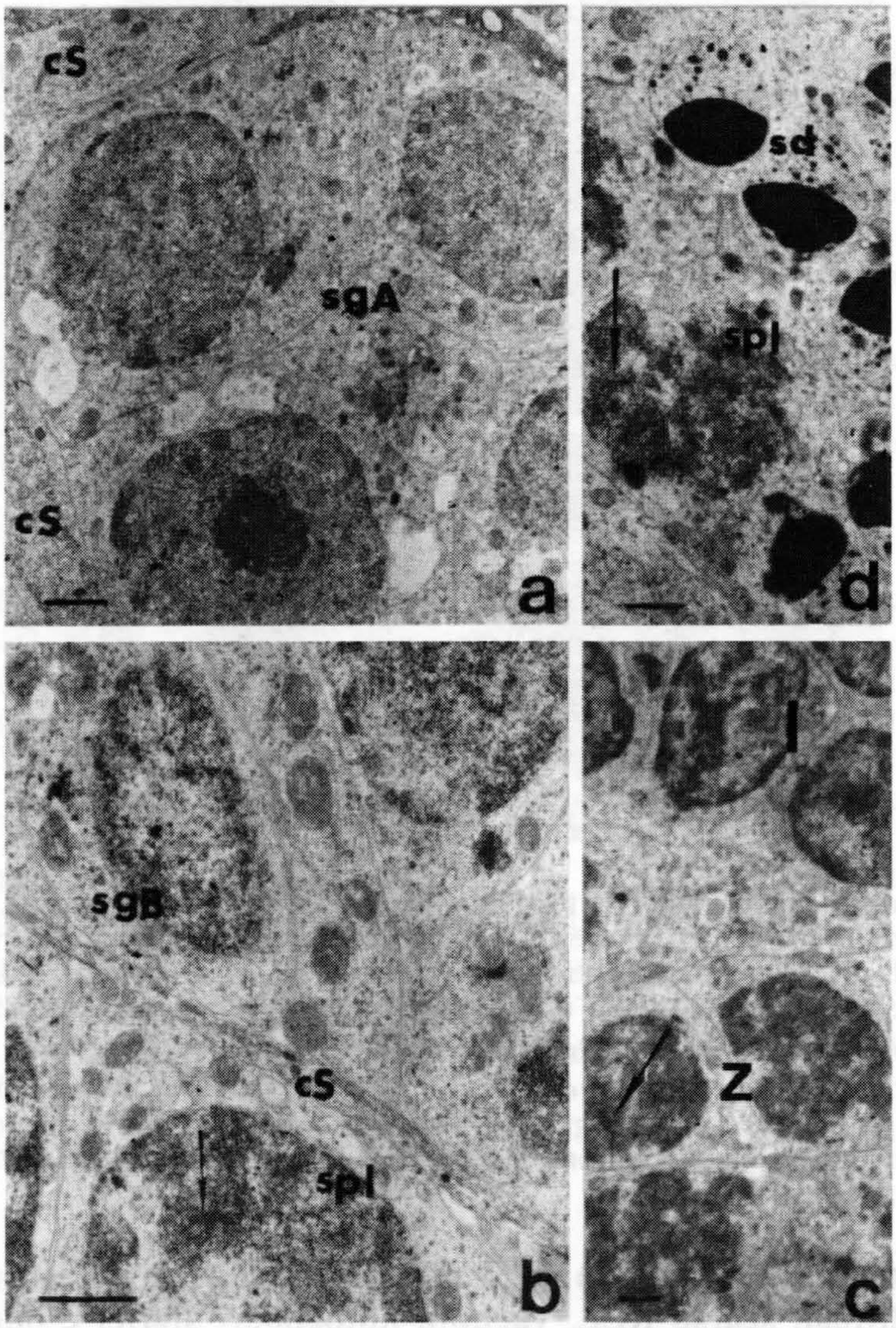


Fig. 1 - Micrografie elettroniche di testicolo di *Merluccius merluccius* L.
a) Spermatogoni A circondati da una cellula di Sertoli; b) spermatogoni B e spermatociti primari separati da una cellula di Sertoli; c) spermatociti primari in leptotene ed in zigotene; d) spermatocita primario e spermatidi. cS, cellula di Sertoli; l, spermatociti in leptotene; sd, spermatidi; sgA, spermatogoni A; sgB, spermatogoni B; spI, spermatociti primari; z, spermatociti primari in zigotene; freccia, complesso sinaptinemale. Acetato di uranile - citrato di piombo. Barra, 1 μm.

Electron micrographs of testis of the Merluccius merluccius *L.*
a) Type A spermatogonia enclosed by Sertoli cell processes; b) Type B spermatogonia and primary spermatocytes separated by a Sertoli cell; c, spermatocytes in leptotene and zygotene; d) primary spermatocytes and spermatids. cS, Sertoli cell; l, spermatocytes in leptotene; sd, spermatids; sgA, type A spermatogonia; sgB, type B spermatogonia; spI, primary spermatocytes; z, spermatocytes in zygotene; arrow, synaptonemal complex. Uranyl acetate - lead citrate. Bar, 1 μm.

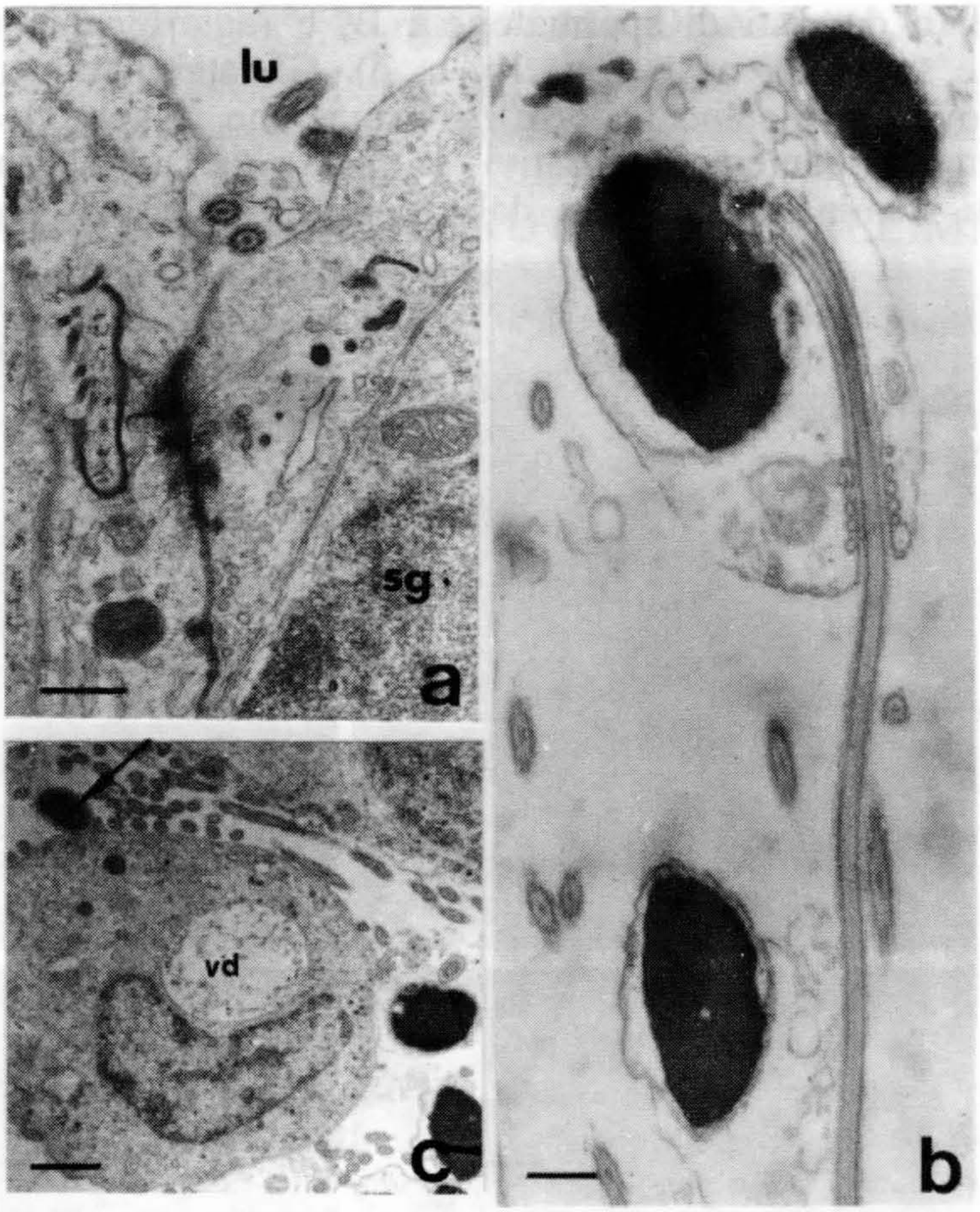


Fig. 2 - Micrografie elettroniche di testicolo di *Merluccius merluccius* L.
a) giunzioni tra cellule di Sertoli; b) sezione sagittale di uno spermatozoo; c) cellula spermiofagica. lu, lume del tubulo seminifero; sg, spermatogone; vd, vacuolo digestivo; freccia, spermiofagia. Acetato di uranile - citrato di piombo. Barra: a,b, 0.5 μm; c, 1 μm.

Electron micrographs of testis of the Merluccius merluccius *L.*
a) junctional complex between Sertoli cells; b) sagittal section of a sperm cell; c) spermiophagic cell. vd, digestive vacuole; lu, lumen of seminiferous tubule; sg, spermatogonium; arrow, sperm phagocytosis. Uranyl acetate - lead citrate. Bars: a,b, 0.5 μm; c, 1 μm.

Gli spermatogoni A (Fig. 1a) sono molto grandi e caratterizzati da citoplasma con polisomi diffusi, scarso REL, vacuoli, mitocondri sferici e nucleo eucromatico con nucleolo ben evidente. Singoli spermatogoni A sono inizialmente delimitati da una cellula di Sertoli che successivamente circoscrive quattro spermatogoni A più piccoli che danno origine a cisti di spermatogoni B. Gli spermatogoni B sono caratterizzati da una maggiore condensazione della cromatina (Fig. 1b) e presentano giunzioni del tipo *zonula adhaerens*. Gli spermatociti primari, riconoscibili per la presenza del complesso sinaptinemale fra gli omologhi (Fig. 1c), mostrano un reticolo endoplasmico rugoso (RER) poco esteso e pochi mitocondri. Gli spermatidi (Fig. 1d) possiedono nucleo piccolo perché in fase di condensazione. Il citoplasma si estende soprattutto ad un polo dove si osservano l'apparato di Golgi, vescicole elettronlucenti, i centrioli ed i mitocondri raggruppati intorno al nascente flagello che emerge lateralmente. Gli spermatidi sono legati da ampi ponti citoplasmatici caratterizzati da bordi elettrondensi. Gli spermi intraluminali (Fig.

2b) possiedono la testa allungata con nucleo ovale e tratto intermedio latero-posteriore. Questi gameti non presentano acrosoma.

L'epitelio seminifero è attraversato da cellule simil-macrofagiche che nel lume tubulare sembrano impegnate in attività spermiofagica (Fig. 2c).

Conclusioni

In conclusione, il testicolo di *Merluccius merluccius* mostra caratteristiche simili al modello cosidetto "unrestricted spermatogonial type" dei Salmoniformi, Perciformi, e Cipriniformi (Grier *et al.*,1980). Il processo maturativo delle cellule germinali mostra caratteristiche finora non descritte in altre specie di teleostei perchè i tubuli seminiferi sono costituiti da cisti spermatogoniali e da gruppi di spermatociti e spermatidi non separati da espansioni citoplasmatiche delle cellule di Sertoli. La spermioistogenesi si completa nel lume testicolare. Come in altri teleostei (Yasuzumi, 1974; Grier, 1981; Lahnsteiner e Patzner, 1990), gli spermatozoi mancano di acrosoma. Quando gli spermatidi vengono rilasciati nel lume, la parete del tubulo seminifero viene ricostituita da cisti spermatogoniali.

Bibliografia

CINQUETTI R., RINALDI L. (1987) - Changes in the gonadal histology of *Padogobius martensi* (Pisces: Gobiidae) during the reproductive cycle. *Boll. Zool.,* **54**: 233-241.

DE METRIO G., DESANTIS S., SANTAMARIA N., LABATE M., ACONE F., SANNA L., PALMIERI G. (1996) - Osservazioni in TEM sui tubuli seminiferi del testicolo di giovani pesce spada (*Xiphias gladius* L.). *Biol Mar. Medit.,* **3** (1): 365-369.

GRIER H.J. (1981) - Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Am. Zool.,* **21**: 345-357.

GRIER H.J., LINTON J.R., LEATHERLAND J.F., de VLAMING V.L. (1980) - Structural evidence for two different testicular types in teleost fish. *Am. J. Anat.,* **159**: 331-345.

LAHNSTEINER F., PATZNER R.A. (1990) - Spermiogenesis and structure of mature spermatozoa in blenniid fishes (Pisces, Blennidae). *J. Submicrosc. Cytol. Pathol.,* **22** (4): 565-576.

YASUZUMI G. (1974) - Electron microscope studies on spermiogenesis in various animal species. *Int. Rev. Cytol.,* **37**: 53-119.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 898-901

D. GNAVI, M. FAIMALI, G. RIALDI*, S. GERACI

Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli, CNR
Via de Marini, 6 - 16149 Genova, Italia.
*IMAG - CNR, Genova, Italia.

MICROCALORIMETRIA E METABOLISMO DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (MOLLUSCA BIVALVIA) E *BALANUS AMPHITRITE* (CRUSTACEA CIRRIPEDIA)

MICROCALORIMETRY AND METABOLISM OF MYTILUS GALLOPROVINCIALIS *(MOLLUSCA BIVALVIA) AND* BALANUS AMPHITRITE *(CRUSTACEA CIRRIPEDIA)*

Abstract

Microcalorimetry has been utilised to study metabolic variations in Mytilus galloprovincialis *and* Balanus amphitrite *exposed to the action of some toxicants. The laboratory technique utilised permit the determination of death time in operculate organisms so allowing the optimisation of antifouling treatments.*

Key-words: *microcalorimetry, antifouling, metabolism, toxicants.*

Introduzione

In un contesto di affinamento dei biosaggi sugli organismi marini del fouling, sono state utilizzate le tecniche microcalorimetriche per studiare l'energetica ed il metabolismo di individui adulti di *Balanus amphitrite* e *Mytilus galloprovincialis*, i più importanti organismi della comunità fouling.

Per limitare i danni agli ecosistemi costieri causati dai sistemi di prevenzione del fouling è importante conoscere il più precisamente possibile le concentrazioni delle sostanze antifouling ed i tempi di contatto sufficienti ad impedire l'insediamento o ad eliminare gli organismi già insediati, utilizzando quindi le concentrazioni minime efficaci. Occorre per altro tener conto che questi organismi sono dotati di opercoli o valve con cui si possono isolare dall'ambiente esterno impedendo una diretta e tempestiva interpretazione del loro stato di salute e l'individuazione del preciso momento della loro morte.

Per contribuire quindi all'ottimizzazione (riduzione) dell'uso dei composti antivegetativi può risultare utile l'impiego delle tecniche microcalorimetriche in quanto, mediante la misura di minime variazioni dello sviluppo termico (Kemp, 1993) di organismi campione esposti a sostanze tossiche, è possibile registrare alterazioni metaboliche e l'insorgenza di uno stato di stress fisiologico fino al momento della morte, evidenziabile con il crollo definitivo dell'output calorico.

Materiali e metodi

Individui adulti delle due specie target sono stati prelevati nell'avamporto di Genova e allevati in laboratorio. I balani, avendo le dimensioni richieste dallo strumento (diametro rostro-carenale ~80 mm), sono stati utilizzati dopo acclimatazione di una settimana a 20°C. Per i mitili invece si è preferito otte-

nere le misure richieste per i test (lunghezza asse maggiore ~1,30 cm) allevando in laboratorio larve ottenute dagli adulti prelevati in mare (Geraci e Romairone, 1981) fino al raggiungimento della taglia necessaria per i test.

Mediante il microcalorimetro "2277 Thermometric BioActivity Monitor" è stato possibile studiare l'energetica ed il metabolismo di questi organismi sia in condizioni normali che sottoposti a diverse concentrazioni di tossico (Gnaiger, 1983; McGuinness *et al.,* 1990).

Lo strumento prevede l'utilizzo di due celle di misurazione (Monk e Wadso, 1969) nelle quali viene misurata la differenza di temperatura fra la cella contenente il campione di riferimento, solo con acqua, e quella con il campione da analizzare.

Sia per la registrazione del metabolismo di base che per quella alle diverse concentrazioni di tossico sono state effettuate 3 repliche.

Valutazione del metabolismo in condizioni di base:

Per ogni prova 1 singolo adulto viene posto nella cella di misura con 1,2 ml di acqua di mare filtrata a 0,22 micron. Mediante una pompa peristaltica viene costantemente fornita aria all'organismo per mantenerlo in condizioni ottimali.

Per circa 24 h l'organismo viene mantenuto nel calorimetro e ne viene registrato lo sviluppo termico espresso in microWatt. I termogrammi sono relativi al metabolismo "di base" dell'organismo in esame.

Valutazione del metabolismo alterato da sostanze tossiche:

Per ogni prova 1 singolo adulto viene posto nella cella di misura con 1,18 ml di acqua di mare filtrata a 0,22 micron. Mediante una pompa peristaltica viene costantemente fornita aria all'organismo ed inoltre, dopo aver registrato il metabolismo di base per circa 2-3 h sono introdotti 0,02 ml di tossico alle seguenti concentrazioni:

- $CdCl_2$:[233 ppm]-[100 ppm]-[38 ppm]-[27 ppm]-[19 ppm]-[12 ppm]-[8 ppm]
- $HgCl_2$:[250 ppm]-[167 ppm]-[100 ppm]-[40 ppm]-[8 ppm]
- MT100 :[750 ppm]-[250 ppm]-[100 ppm]-[40 ppm]-[20 ppm]

Per oltre 24 h l'organismo viene mantenuto nel calorimetro e ne viene registrato lo sviluppo termico. I termogrammi ottenuti sono quindi relativi alle alterazioni metaboliche dovute all'immissione delle varie sostanze tossiche.

Per visualizzare in modo più diretto i risultati delle prove effettuate i valori di output calorico sono stati elaborati sottoforma di un indice o rapporto che permette di evidenziare l'alterazione del metabolismo indotta dalle sostanze tossiche (I.A.M.I.) rispetto alle condizioni di base (Tab. 1).

Tab. 1 - IAMI, Indice di Alterazione Metabolica Indotta.
IAMI, Index of Induced Metabolic Alteration.

$$IAMI = \frac{\Delta\mu W\ Tox}{\Delta\mu W\ Ctr}$$

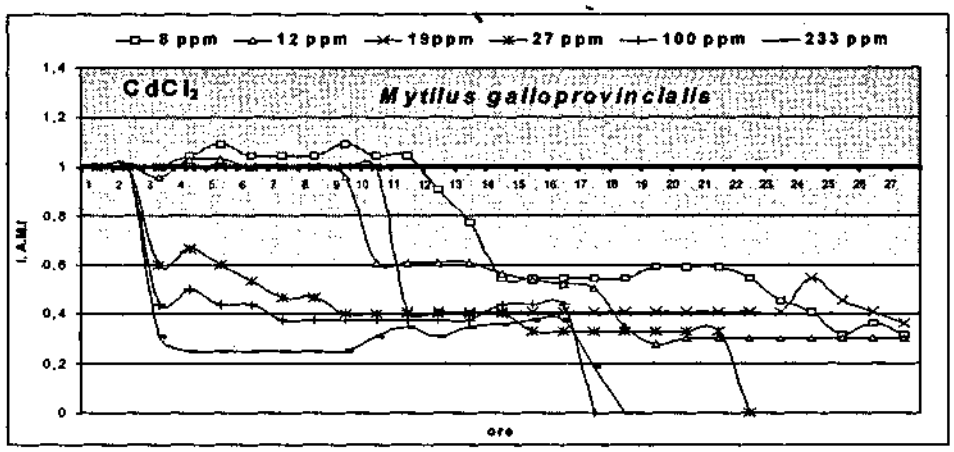
= 1: sviluppo termico in presenza di tossico uguale a quello di base

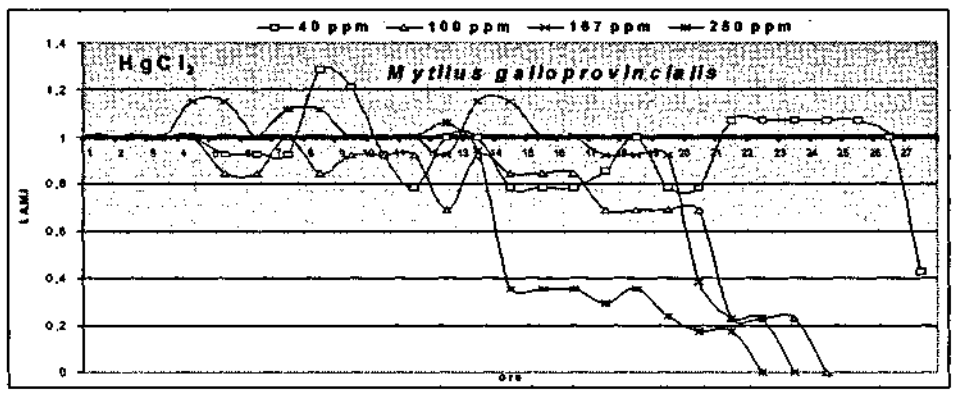
> 1: aumento dello sviluppo termico rispetto a quello di base

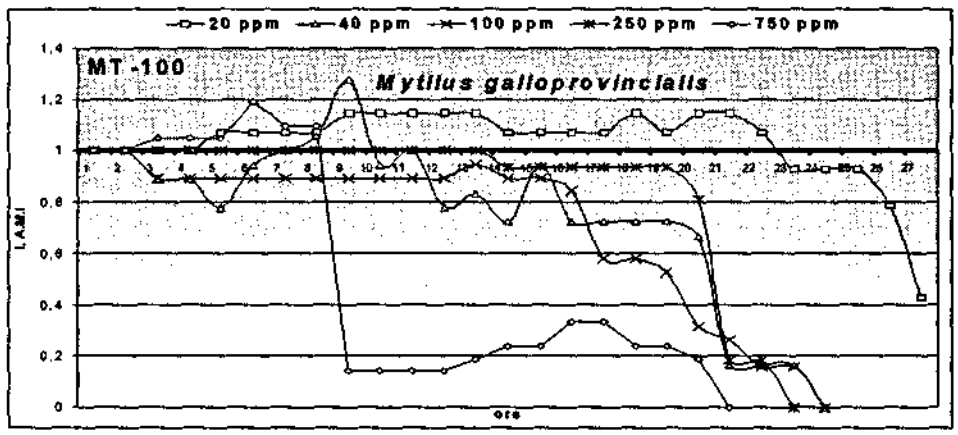
< 1: diminuzione dello sviluppo termico rispetto a quello di base

= 0: morte dell'organismo

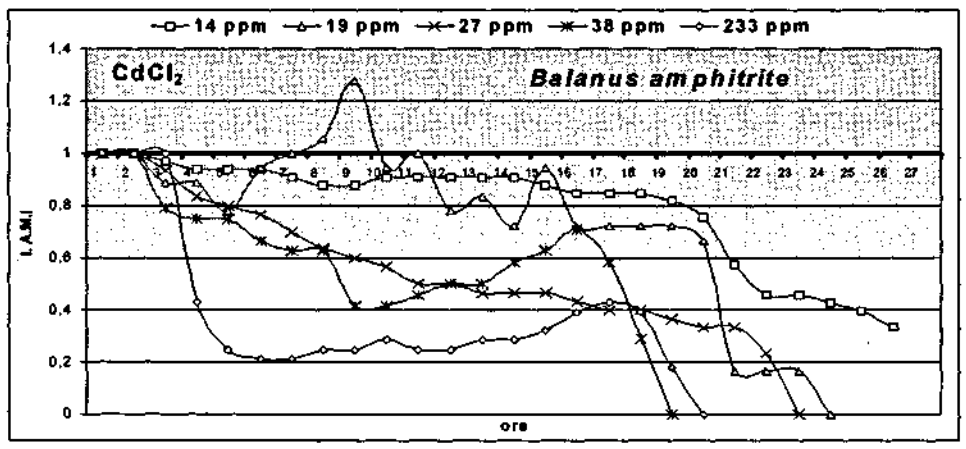
A)







B)



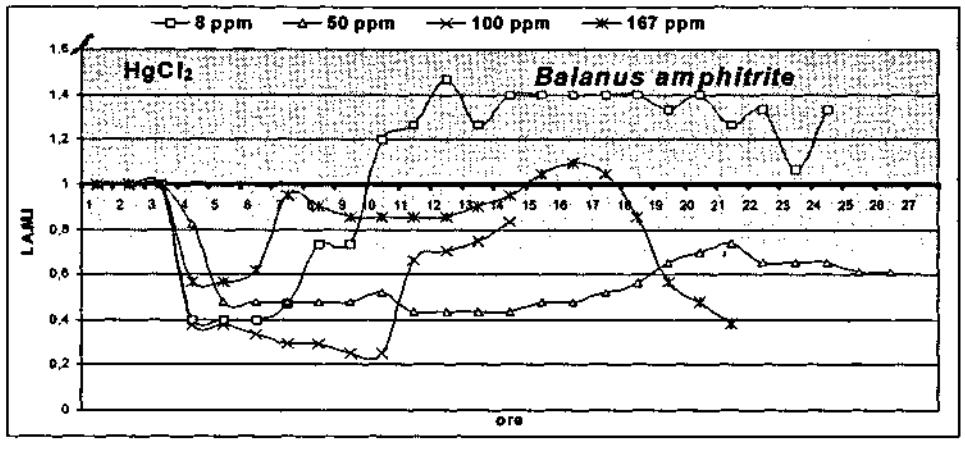


Fig. 1 - Alterazione metabolica indotta in *Mytilus galloprovincialis* (A) e *Balanus amphitrite* (B).

Induced metabolic alteration in Mytilus galloprovincialis *(A) and* Balanus amphitrite *(B).*

Risultati e conclusioni

I flussi termici registrati nelle prove di base mostrano che un organismo delle dimensioni di quelli usati nelle prove, mantenuto nel calorimetro per 24 h, non subisce alcuna modificazione metabolica, mantenendo i valori di output calorico costanti per tutta la durata della prova.

Dall'analisi dei grafici delle prove di tossicità (Fig. 1) su *Mytilus galloprovincialis* si rileva una buona corrispondenza tra concentrazioni di Cd, Hg e del prodotto commerciale MT100 con le relative alterazioni metaboliche. Caratteristico è comunque il caso del prodotto "molluschicida" MT100 che sembra non essere avvertito da *Mytilus galloprovincialis* che non mostra variazioni metaboliche ma che muore comunque in tempi relativamente brevi.

In *Balanus amphitrite* le curve relative ad alcune delle concentrazioni di Hg risultano alterate con una non prevedibile risalita dell'emissione calorica che segue il calo iniziale. Ciò è dovuto, come si è visto a fine prova, alla caratteristica di questo tossico di stimolare (in 3 casi su 4) l'emissione di larve che naturalmente sono dotate di un loro calore metabolico. Bisogna inoltre tener conto che , almeno nel caso delle concentrazioni più basse, l'azione del tossico può essere stata limitata solo alle prime ore di esperienza in quanto successivamente la sua completa assunzione da parte dell'organismo o l'adesione alla struttura esterna dell'organismo lo allontana dalla soluzione.

In generale si è potuto osservare che, a dispetto di valve ed opercoli chiusi, è possibile individuare, per entrambe le specie, con buona precisione, il momento della morte che, in questi organismi, sarebbe normalmente evidenziabile solo diverse ore dopo con il rilascio dei muscoli adduttori in *Mytilus galloprovincialis* e con l'apertura definitiva dei pezzi opercolari in *Balanus amphitrite.*

Bibliografia

GERACI S., ROMAIRONE V. (1981) - Allevamento di *Mytilus galloprovincialis* in laboratorio. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* **1**: 619-629.

GNAIGER E. (1983) - Microcalorimetric monitoring of biological activities. Ecological and toxicological studies in acquatic animals. *Science Tools*, **30** (2): 21-26.

KEMP R.B. (1993) - Developments in cellular microcalorimetry with particular emphasis on the valuable role of the energy (enthalpy) balance method. *Thermochimica Acta,* **219**: 17-41.

McGUINNESS S, ROESS D., BARISAS G. (1990) - Acute toxicity effects of heavy metals on HeLa cells and human lymphocytes evaluated via microcalorimatry. *Thermochimica Acta,* **172**: 131-145.

MONK P., WADSO I. (1969) - Flow calorimetry as an analytical tool in biochemistry. *Acta Chem. Scand.*, **23**: 29-36.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 902-905

V. Matozzo, M.G. Marin, L. Ballarin, S. Filippini

Dipartimento di Biologia, Università di Padova,
Via Colombo, 3 - 35121 Padova, Italia.

EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE AL RAME SUGLI EMOCITI DEL BIVALVE *TAPES PHILIPPINARUM*

EFFECTS OF COPPER ON HAEMOCYTES OF THE BIVALVE TAPES PHILIPPINARUM

Abstract

The aim of the present work was to evaluate the effects of copper, after an experimental exposure, on haemocytes of the bivalve Tapes philippinarum *(*Veneridae*). The results show a reduction of both superoxide dismutase (SOD) activity and neutral red retention capacity of lysosomes.*

Key-words: *haemocytes, neutral red retention, superoxide dismutase.*

Introduzione

È ben noto che i metalli possono alterare nei molluschi bivalvi sia lo stato ossidativo delle cellule (Regoli, 1998) sia alcuni aspetti della loro fisiologia, come ad esempio la stabilità delle membrane lisosomiali (Regoli, 1992). In particolare, l'esposizione dei molluschi al rame può determinare un incremento della presenza di intermedi reattivi dell'ossigeno (ROI), che a loro volta causano un aumento della perossidazione dei lipidi delle membrane cellulari (Viarengo *et al.*, 1990). Pertanto appare evidente l'importanza di antiossidanti, quali la superossido dismutasi (SOD), in grado di ridurre il danno a carico delle membrane cellulari. Nei lisosomi l'elevata capacità di accumulare metalli può portare ad un'alterazione della stabilità di membrana con un aumento della permeabilità e conseguente rilascio nel citosol di idrolasi acide, che possono a loro volta causare gravi danni cellulari (Moore, 1990). Studi svolti sui molluschi bivalvi, evidenziano che, sia la stabilità delle membrane lisosomiali, sia l'attività degli enzimi antiossidanti, sono indici molto sensibili per la valutazione degli effetti tossici degli xenobiotici, come osservato in *Mytilus edulis* (Winston *et al.*, 1996) e *M. galloprovincialis* (Lowe *et al.*, 1995). Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare se negli emociti di *Tapes philippinarum* l'attività superossidodismutasica e la stabilità lisosomiale possano variare dopo un'esposizione sperimentale a diverse concentrazioni di rame.

Materiali e metodi

Esemplari di *T. philippinarum* sono stati raccolti nella laguna di Venezia e acclimatati in laboratorio per cinque giorni (salinità 35 ± 1‰, temperatura 17 ± 1 °C, alimentazione a base di microalghe del genere *Phaeodactylum*), prima dell'esposizione al rame. Sono stati allestiti trattamenti di sette giorni alle concentrazioni di 0, 10, 60 e 110 mg/l di $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, utilizzando 15 individui per condizione sperimentale. Le soluzioni di metallo in acqua di mare venivano rinnovate ogni giorno. Al termine del periodo di esposizione, l'emolinfa è stata

prelevata con una siringa da insulina dal muscolo adduttore anteriore: tre pool per trattamento sono stati preparati con l'emolinfa ottenuta da altrettanti gruppi di cinque animali. Di ogni campione di emolinfa, un'aliquota è stata centrifugata a 780 x g per 10 minuti; gli emociti, risospesi in acqua di mare filtrata (FSW), sono stati sonicati per 5 min. a 0 °C e centrifugati a 12000 x g per 15 min. a 4 °C; il supernatante è stato, quindi, usato nel saggio spettrofotometrico per valutare l'attività della SOD (Flohè e Ötting, 1984).

La rimanente emolinfa, a cui è stata aggiunta una soluzione anticoagulante di L-cisteina 10 mM pH 7.5, è stata centrifugata a 780 x g per 10 min; gli emociti, risospesi in FSW, sono stati fatti aderire per 30 min. a vetrini coprioggetto utilizzando opportune camere di coltura (Ballarin *et al.,* 1994). Dopo l'adesione, l'acqua di mare della sospensione è stata sostituita da 60 µl di una soluzione di Rosso Neutro 8 mg/l in FSW. Per valutare la frazione di emociti i cui lisosomi rilasciavano nel citosol il Rosso Neutro (indice lisosomiale) sono state effettuate letture al microscopio ottico ad intervalli di tempo prestabiliti (0, 30 e 60 min.).

Risultati

L'esposizione al rame determina una marcata riduzione dell'attività della SOD, significativa (ANOVA, $p<0.05$) già a 60 µg/l (Fig. 1). Gli emociti dei bivalvi esposti al rame inoltre presentano lisosomi che rilasciano il Rosso Neutro nel citosol più velocemente rispetto agli emociti di controllo; già al tempo 0 la differenza è significativa per 60 e 110 mg/l (ANOVA, $p<0.01$ e $p<0.001$ rispettivamente); controlli e trattati non sono invece risultati significativamente diversi a 10 µg/l (Fig. 2).

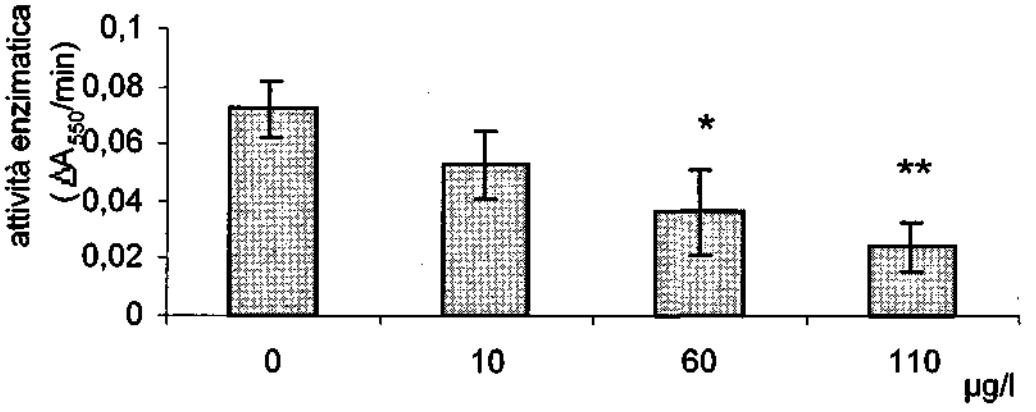


Fig. 1 - Effetti dell'esposizione al rame ($CuCl_2 \cdot 2H_2O$) sulla attività della superossidodismutasi in emociti di *T. philippinarum* (ΔA_{550}/min = velocità inziale di reazione). Media ± d.s., n=3; * $p<0.05$; ** $p<0.01$.

Effects of copper exposure ($CuCl_2 \cdot 2H_2O$) on superoxide dismutase activity in haemocytes of T. philippinarum *(ΔA_{550}/min = absorbance variation). Mean ± d.s., n=3; * $p<0.05$; ** $p<0.01$.*

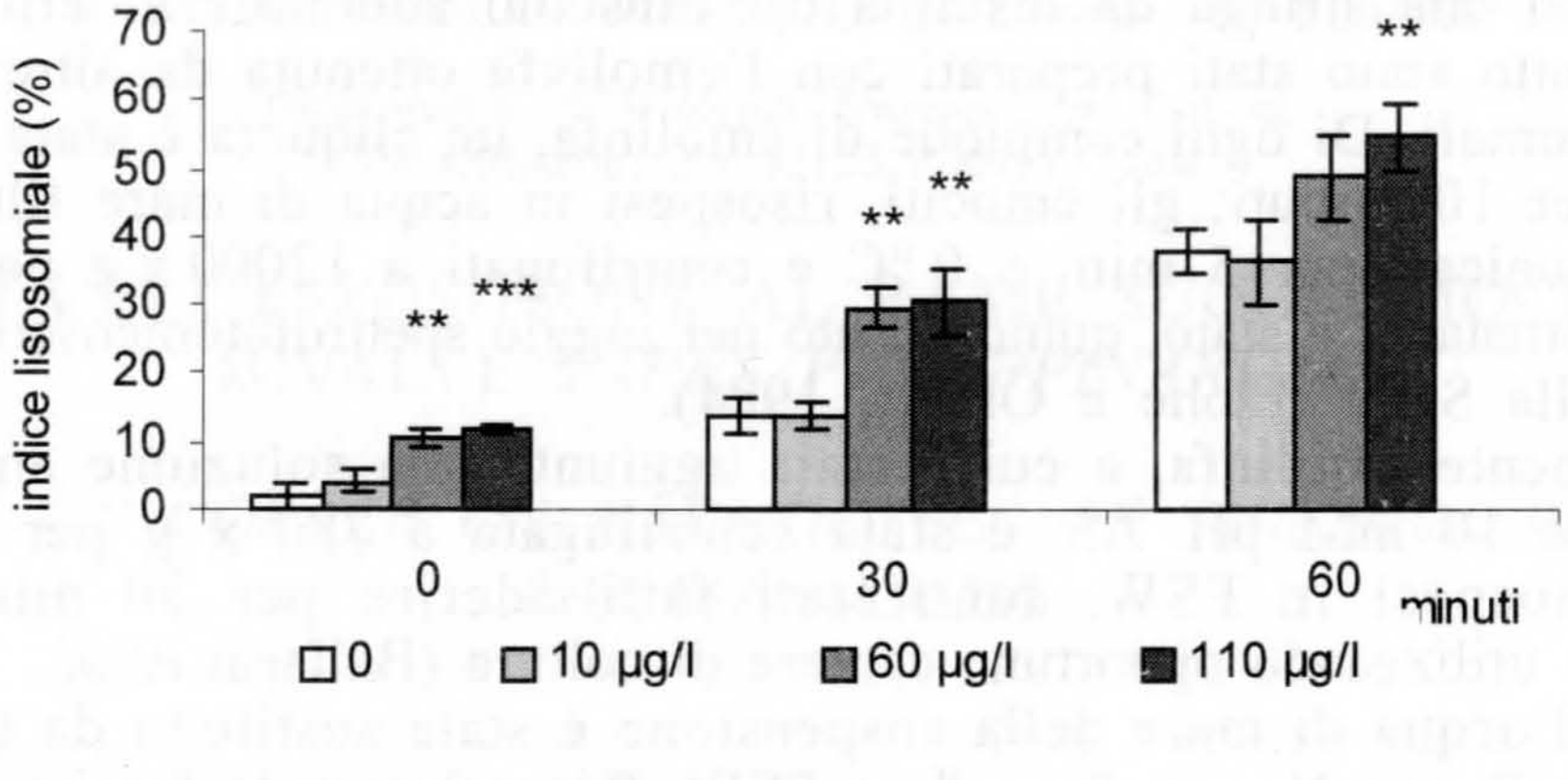


Fig. 2 - Effetti dell'esposizione al rame ($CuC1_2 \cdot H_2O$) sulla capacità di rilascio del Rosso Neutro in emociti di *T. philippinarum* (indice lisosomiale = percentuale di emociti che rilasciano il Rosso Neutro nel citosol). Media ± d.s., n=3; ** p<0.01; *** p<0.001.

Effects of copper exposure ($CuC1_2 \cdot H_2O$) on Neutral Red retention capacity of haemocytes of T. philippinarum *(lisosomal index = percentage of haemocytes showing dye loss from lysosomes into the cytosol). Mean ± d.s., n=3; ** p<0.01; *** p<0.001.*

Discussione e conclusioni

I parametri biochimici e fisiologici degli emociti di *T. philippinarum*, analizzati nel presente lavoro, si sono rivelati molto sensibili all'azione del rame. In particolare si può osservare che la marcata riduzione dell'attività della SOD negli emociti dei molluschi esposti al rame non è stata in precedenza osservata in altri tipi cellulari. In branchie e ghiandola digestiva di *Mytilus galloprovincialis*, infatti, l'attività dell'enzima rimane costante anche dopo esposizione a 60 µg/l, concentrazione più elevata tra quelle saggiate (Regoli e Principato, 1995). Sebbene i lisosomi siano noti per accumulare un'ampia gamma di contaminanti organici e di metalli (Moore, 1990), sono pochi i dati in letteratura riguardanti gli effetti del rame sulla capacità di ritenzione del Rosso Neutro; i risultati ottenuti sugli emociti di *T. philippinarum* sembrano confermare che i lisosomi sono effettivamente un bersaglio per l'azione tossica dei metalli, analogamente a quanto osservato per altri xenobiotici (Lowe e Pipe, 1994). La peculiarità di questo lavoro è costituita dall'uso di saggi di tossicità basati sulla risposta di due parametri fisiologici (l'attività della SOD e la stabilità delle membrane lisosomiali) finora sviluppati prevalentemente su altri tipi cellulari (Regoli e Principato, 1995; Ringwood *et al.*, 1998); i saggi proposti sono di facile esecuzione e riproducibilità e, considerata la specificità delle risposte biologiche esaminate, possono essere proposti nella definizione dei livelli di tossicità di contaminanti diversi. Infine si può ipotizzare l'utilizzo di tali test in studi in natura, tendenti a valutare attraverso la quantificazione di una risposta integrata non solo lo stato fisiologico degli animali, ma anche la qualità dell'ambiente da cui provengono.

Bibliografia

BALLARIN L., CIMA F., SABBADIN A. (1994) - Phagocytosis in the colonial ascidian *Botryllus schlosseri*. *Dev. Comp. Immunol.*, **18**: 467-481.

FLOHE' L., ÖTTING F. (1984) - Superoxide Dismutase Assays. *Meth. Enzymol.*, **105**: 93-104.

HALLIWELL B., GUTTERIDGE J.M.C. (1989) - *Free radicals in Biology and Medicine.* 2nd ed. Claredon Press, Oxford: 543 pp.

LOWE D.M., FOSSATO V.U., DEPLEDGE M.H. (1995) - Contaminant-induced lysosomal membrane damage in blood cells of *Mytilus galloprovincialis* from the Venice Lagoon: an in vitro study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **129** (1-3): 189-196.

LOWE D.M., PIPE R.K. (1994) - Contaminant-induced lysosomal membrane damage in marine mussel digestive cells: an in vitro study. *Aquat. Toxicol.,* **30**: 357-365.

MOORE M.N. (1990) - Lysosomal cytochemistry in marine environmental monitoring. *Histochem. J.,* **22**: 189-191.

REGOLI F. (1992) - Lysosomal responses as a sensitive stress index in biomonitoring heavy metal pollution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **84**: 63-69.

REGOLI F. (1998) - Trace metals and antioxidant enzymes in gills and digestive gland of the mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis. Arch. Environ. Contam. Toxicol.,* **34**: 48-63.

REGOLI F., PRINCIPATO G. (1995) - Glutathione, glutathione-dependent and antioxidant enzymes in mussel *Mytilus galloprovincialis*, exposed to metals under field and laboratory conditions: implications for the use of biochemical biomarkers. *Aquat. Toxicol.,* **31**: 143-164.

RINGWOOD A.H., CONNERS D.E., DINOVO A. (1998) - The effects of copper exposures on cellular responses in oyster. *Mar. Environ. Res.*, **46** (1-5): 591-595.

VIARENGO A., CANESI L., PERTICA M., POLI G., MOORE M.N., ORUNESU M. (1990) - Heavy metal effects on lipid peroxidation in the tissues of *Mytilus galloprovincialis* LAM. *Comp. Biochem. Physiol.,* **97**C (1): 37-42.

WINSTON G.W., MOORE M.N., KIRCHIN M.A., SOVERCHIA C. (1996) - Production of reactive oxygen species by hemocytes from the marine mussel, *Mytilus edulis*: lysosomal localization and effect of xenobiotics. *Comp. Biochem. Physiol.*, **113**C (2): 221-229.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 906-909

F. Minniti, S. Desantis[1], A. Corriero[2], A. Cefali,
R. Bruno, G. De Metrio[2], M. Labate[1]

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italia
[1]Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Bari, Italia.
[2]Dipartimento di Produzione Animale, Università di Bari, Bari, Italia.

STUDIO PRELIMINARE SULLE CELLULE GONADOTROPE DI PESCE SPADA (*XIPHIAS GLADIUS* L.)

*PRELIMINAR STUDY ON THE GONADOTROPHS OF SWORDFISH (*XIPHIAS GLADIUS *L.)*

Abstract

Pituitary gonadotrophs were studied immunohistochemically, using antisera against h-FSHß, h-LHß, and ultrastructurally in immature swordfish. Only a gonadotroph, containing FSH-like gonadotropin, was revealed in swordfish with LJFL 64-84 cm, whereas FSH-like and LH-like cells were found in a sample with LJFL 113 cm. The prominent ultrastructural characteristics of gonadotrophs were RER, osmiophilic granules and moderately electron dense globules.

Key-words: *swordfish, gonadotrophs, immunohistochemistry, ultrastructure.*

Introduzione

Due ormoni gonadotropi GTH I (FSH-like) GTH II (LH-like), prodotti da due differenti tipi cellulari, sono stati evidenziati in alcuni teleostei (Nozaki *et al.*, 1990; Naito *et al.*, 1991, 1993). Nell'ambito di uno studio sulla biologia della riproduzione del pesce spada, effettuato con metodi istologici ed ultrastrutturali, abbiamo ritenuto opportuno esaminare la comparsa e la distribuzione delle cellule gonadotrope in giovani pesce spada.

Materiali e metodi

In questo studio sono state utilizzate ipofisi di *Xiphias gladius* L. catturati nello Ionio Settentrionale e nel Tirreno Meridionale tra novembre e dicembre del 1998. Le ipofisi, prelevate da esemplari aventi lunghezza alla forca considerata dall'estremità del mascellare inferiore (LJFL) rispettivamente di 64-84 e 113 cm, sono state fissate in paraformaldeide fredda al 4% diluita in tampone fosfato (PBS) 0.1 M (pH 7.4), disidratate in etanolo ed incluse in Paraplast. Sezioni di 5 µm di spessore sono state colorate con ematossilina-eosina e con i metodi istochimici PAS ed Alcian blu (pH 2.5). L'immunolocalizzazione delle cellule gonadotrope è stata effettuata mediante l'uso di 3 anticorpi policlonali primari di coniglio: anti h-ßFSH, anti h-ßLH e anti-ßTSH (Biogenesis Ltd, Inghilterra) rivelati col sistema avidina-biotina-perossidasi (ABC) (Vector, Burlingame, CA). La specificità dell'immunocolorazione è stata verificata con le seguenti procedure di controllo: 1) sostituzione dell'anticorpo primario con siero normale di coniglio; 2) omissione dell'anticorpo primario ed incubazione in PBS 0.1 M (pH 7.4).

L'ipofisi prelevata da un esemplare con LJFL di 120 cm è stata fissata in glutaraldeide 2% in tampone fosfato 0.1 M (pH 7.2), postfissata in OsO_4 2%,

disidratata in etanolo ed inclusa in Epon. Sezioni semifini (1 μm di spessore) sono state colorate con Blu di toluidina 1%. Sezioni ultrafini sono state contrastate con acetato di uranile e citrato di piombo ed osservate al microscopio elettronico Zeiss EM 109.

Risultati

Nell'animale più immaturo (LJFL 64 cm) le cellule gonadotrope sono state localizzate solo nella regione prossimale della *pars distalis* dell'ipofisi dove risiedono cellule con granuli glicoproteici, come dimostrato dalla PAS positività (Fig. 1a). Dei

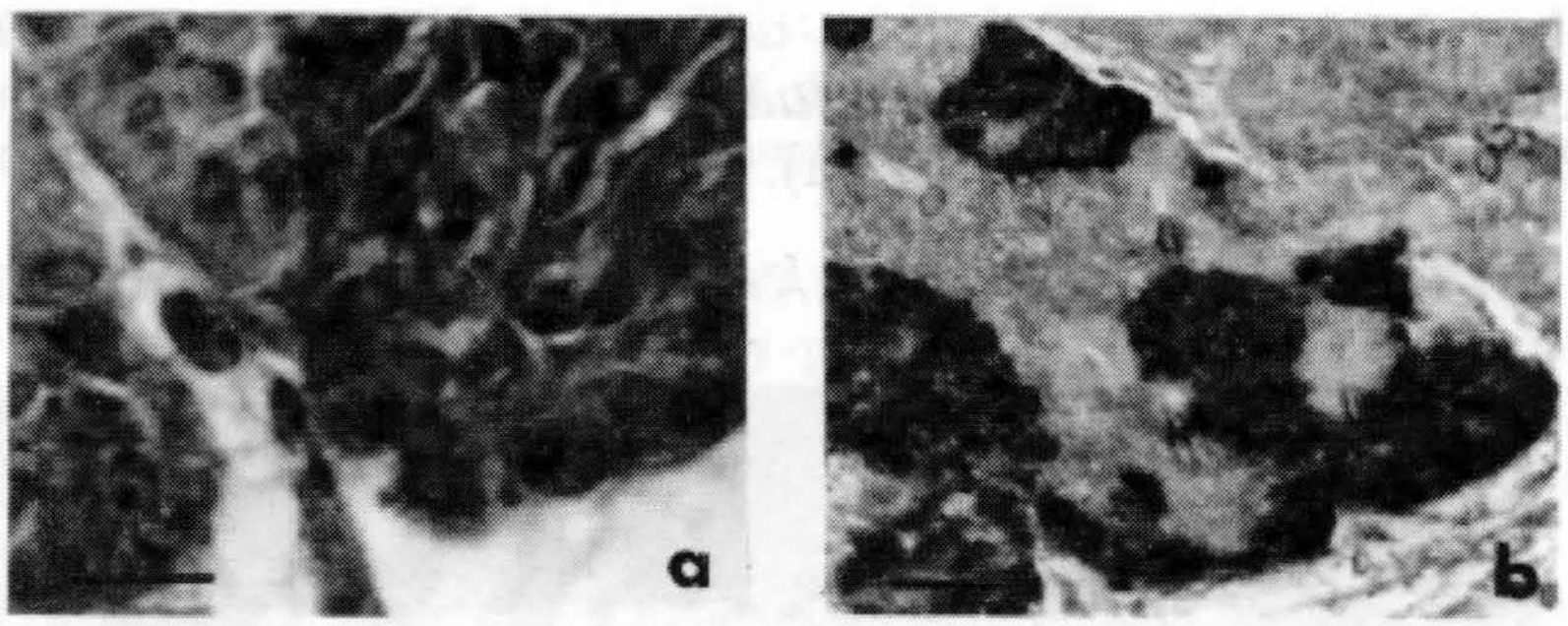


Fig. 1 - Micrografie della *pars distalis* di ipofisi di *Xiphias gladius* L.
a) *Pars distalis* del campione con LJFL di 64 cm. Pas reazione; b) *pars distalis* del campione con LJFL di 64 cm immunocolorata con anticorpo anti h-ßFSH; c) sezione semifine di *pars distalis* del campione con LJFL di 120 cm. Pas reazione; d) cellule FSH-like della *pars distalis* del campione con LJFL di 113 cm; e) *pars distalis* del campione con LJFL di 113 cm immunocolorata con anticorpo anti h-ßLH. Barre: a,c,d,e, 10 μm; b, 100 μm.

Light micrographs of pituitary pars distalis *of* Xiphias gladius *L.*
a) Pas positive cells in pars distalis *from the sample having LJFL of 64 cm; b) adjacent section of fig. 1a section immunostained with anti-human (h) FSHß serum; c) semi-thin section from the sample having LJFL of 120 cm. Toluidine blue. d) FSH-like cells in pituitary from the sample having LJFL of 113 cm; e) immunohistochemical localization of anti-hLHß positive cells in the pituitary of same sample of fig. 1d. Bars: a,c,d,e 10 μm; b, 100 μm.*

due anticorpi utilizzati, solo l'anticorpo anti h-ßFSH ha trovato siti di legame in cellule di forma tondeggiante od ovale, disposte in ammassi più o meno estesi (Fig. 1b) lungo i sinusoidi della regione prossimale della ghiandola. Con l'aumento della taglia (LJFL 84-113 cm) le cellule FSH-like (Fig. 1d) sono state trovate distribuite lungo tutta la *pars distalis* della ghiandola e compaiono cellule ad LH (Fig. 1e). Le sezioni semifini hanno mostrato cellule basofile, PAS positive (Fig. 1c) e debolmente alcianofile caratterizzate da vacuoli anche molto ampi distribuite in tutta la *pars distalis*. L'indagine ultrastrutturale ha mostrato che queste cellule sono caratterizzate da granuli fortemente elettrondensi, globuli di circa 1 µm di diametro contenenti materiale di elettrondensità variabile, grossi vacuoli e RER a cisterne dilatate (Fig. 2a,b). Talvolta, grandi cisterne dilatate del RER prendono contatto con la membrana nucleare interna (Fig. 2a) Queste cellule, aventi caratteristiche ultrastrutturali tipiche delle cellule gonadotrope descritte nella letteratura dei teleostei, in *Xiphias gladius* hanno mostrato tre diversi livelli di elettrondensità citoplasmatica (Fig. 2a).

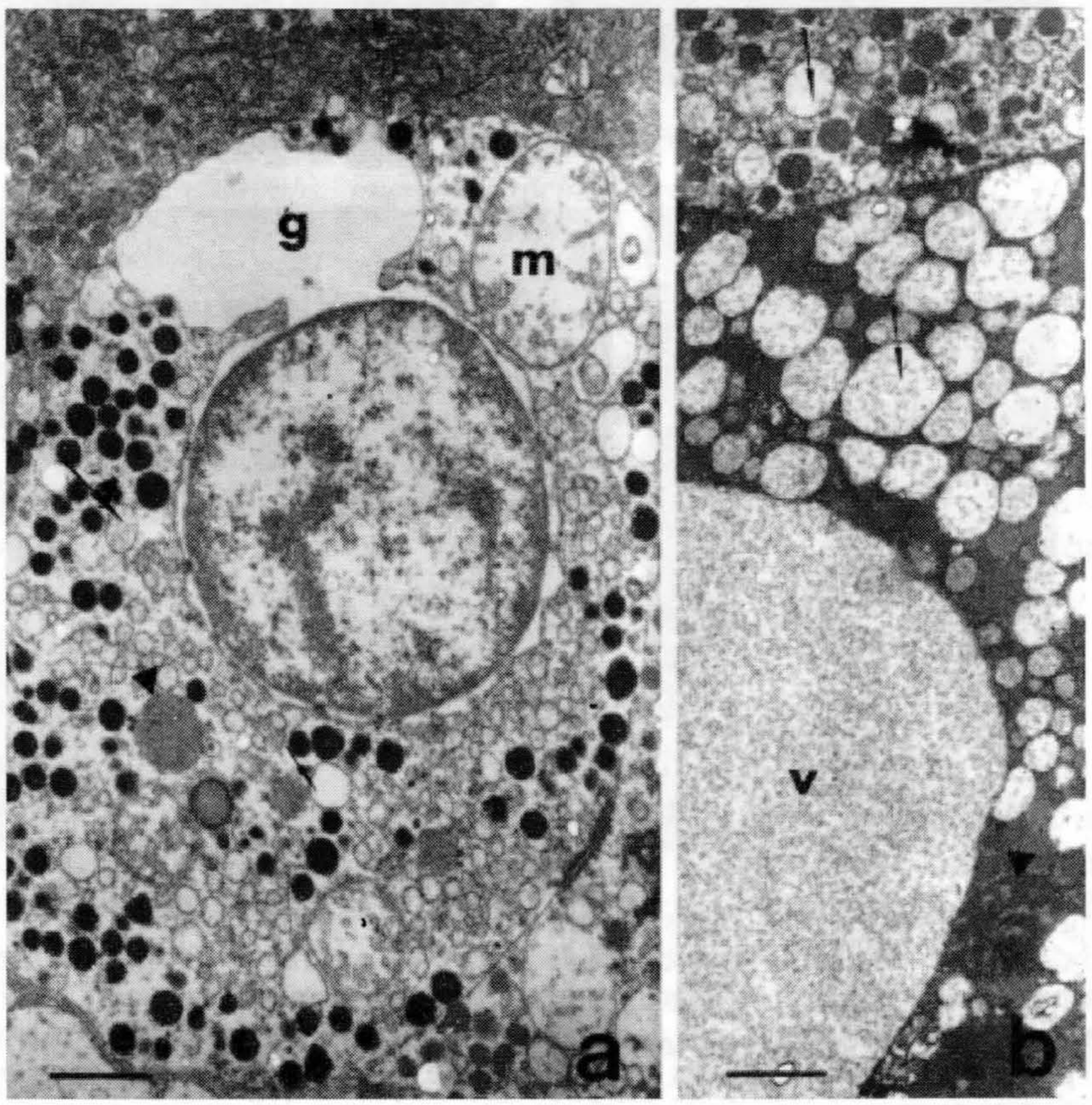


Fig. 2 - Micrografie elettroniche della *pars distalis* di ipofisi di *Xiphias gladius* L. g, grandi cisterne del RER in contatto con la membrana nucleare interna; m, mitocondri; v, grosso vacuolo; freccia, RER con cisterne dilatate; testa di freccia, globulo. Acetato di uranile - citrato di piombo. Barra, 1 µm.

Electron micrographs of pituitary pars distalis *of* Xiphias gladius *L. g, large cisternae of rough endoplasmic reticulum (rer) in contact with the inner nuclear membrane; m, mitochodron; v, large vacuole; arrow, dilated cisternae of rer; arrowhead, globule. Uranyl acetate - lead citrate. Bar, 1 µm.*

Conclusioni

La presente indagine ha rivelato che in *Xiphias gladius* molto giovani viene prodotto un solo tipo di gonadotropina, FSH-like, mentre successivamente compare la gonadotropina LH-like. Questa situazione è in accordo con quanto trovato in altri giovani teleostei (Olivereau, 1976; Ueda, 1980; Nozaki *et al.*, 1990; Naito *et al.*, 1991).

Bibliografia

NAITO N., HYODO S.; OKUMOTO N., URANO A., NAKAI Y. (1991). - Differential production under regulation of gonadotropins GTH I and GTH II in the pituitary gland of rainbow trout, *Oncorhyncus mykiss*, during ovarian development. *Cell Tiss. Res.*, **266**: 457-467.

NAITO N., SUZUKI K.,, NOZAKI M., SWANSON P., KAWAUCHI H., NAKAI Y. (1993) - Ultrastructural characteristics of two distinct gonadotropes (GTH I-cells and GTH II-cells) in the pituitary of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fish Physiol. Biochem.*, **11**: 241-246.

NOZAKI M., NAITO N., SWANSON P., MIYATA K., NAKAI Y., OOTA Y., SUZUFI K., KAWAUCHI H. (1990) - Salmonid pituitary gonadotrophs. I. Distinct cellular distribution of two gonadotropins, GTH I and GTH II. *Gen. Comp. Endocrin.*, **77**: 348-357.

OLIVEREAU M. (1976). - Les cellules gonadotropes hypophysaires du saumon de l'Atlantique: Unicitè ou dualitè? *Gen. Comp. Endocrin.*, **28**: 82-95.

UEDA H. (1980) - Changes of two types of pituitary gonadotrophs in white-spotted charr, *Salvelinus leucomaenis*, during gonadal development. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **31:** 1-15.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 910-913

M. Monari, O. Cattani, G. Vitali, P. Cortesi,
M. Pelagatti, A. De 'Zwaan[1]

Dipartimento di Biochimica, Sezione di Biochimica Veterinaria, Università di Bologna,
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emila, Bologna, Italia.
[1]Netherland Institute of Ecology, Centre Esturine Coastal Ecology, Yerseke (NL).

RISPOSTA METABOLICA DI *SCAPHARCA INAEQUIVALVIS* ALLA PRESENZA DI IDROGENO SOLFORATO IN CONDIZIONI ANAEROBICHE

METABOLIC RESPONSE OF SCAPHARCA INAEQUIVALIVIS *TO SULFIDE IN ANOXIC CONDITIONS*

Abstract

Metabolic responses of S. inaequivalvis *to anoxic incubations with and without H_2S are reported. The presence of H_2S strongly increased the rate of anaerobic pathway leading to pyruvate derivatives, suggesting that the animals probably remain more active than it does during the environmental anoxia without H_2S.*

Key-words: *anaerobic end products, anoxia, energy substrates, H_2S,* Scapharca inaequivalvis.

Introduzione

L'idrogeno solforato viene principalmente prodotto, in assenza di ossigeno, per riduzione dei solfati ad opera dei batteri solfato riduttori. Questo composto risulta molto tossico per gli animali acquatici in quanto inibisce l'attività del citocromo aa_3 (National Research Council, 1979), ultimo enzima della catena respiratoria mitocondriale, bloccando la respirazione aerobica e innescando quindi processi di produzione anaerobica di energia. Gli animali buoni anaerobi facoltativi, come i molluschi bivalvi, dovrebbero pertanto sopportare bene la presenza di H_2S, ma numerosi studi hanno dimostrato che in anossia questo composto accelera la mortalità (Theede *et al.*, 1969). Pertanto l'idrogeno solforato esercita, anche se i meccanismi non sono stati ancora chiariti, altri effetti sugli organismi oltre al blocco della respirazione aerobica.

Materiali e metodi

Lo studio è stato effettuato su esemplari di *S. inaequivalvis* incubati in acqua deossigenata per gorgogliamento di azoto gassoso per più di un'ora (concentrazione finale di $O_2 < 0{,}028\%$), contenente un tampone (Hepes 25 mM) per stabilizzare il pH intorno a 7, in tre diverse condizioni sperimentali: 1) acqua anossica; 2) acqua anossica più antibiotico (cloramfenicolo 3 mg/l); 3) come la condizione 2, ma con aggiunta di H_2S (0,2 mM). In tempi successivi di incubazione (5, 10, 48 e 168 ore) cinque animali per ogni condizione sono stati dissezionati (tessuto molle in toto) congelati e conservati in azoto liquido fino alle analisi effettuate individualmente (cinque repliche). Aspartato, alanina, octopina sono stati misurati allo spettrofotometro con metodi enzimatici, mentre strombina, alanopina, succinato e lattato sono stati deteminati con HPLC. L'analisi statistica è stata effettuata mediante t-test fra le medie.

Risultati e discussione

L'aspartato (Fig. 1), importante substrato energetico anaerobico, mostra in presenza di H_2S un consumo più accentuato e più rapido, passando da 22,75 a 1,6 mmoli/g di peso secco. Relativamente ai prodotti finali anaerobici sono molto interessanti i risultati ottenuti per il lattato, composto generalmente non molto importante nell'anaerobiosi dei bivalvi (Isani *et al.*, 1989; De Zwaan *et al.*, 1993). In presenza di idrogeno solforato, l'accumulo risulta lineare nel tempo, con valori che, già molto alti a 5 ore (11,64 mmoli/g p.s.), arrivano fino a 31 mmoli/g p.s. alla fine dell'esperimento (Fig. 2). E' interessante notare che anche nell'incubazione senza antibiotico si rileva la produzione di apprezzabili livelli di lattato. Dopo 168 ore la concentrazione di questo composto (21,6 mmoli/g p.s.). risulta significativamente più alta ($p<0,01$) rispetto a quella misurata nell' incubazione con antibiotico (Fig. 2). La spiegazione va ricercata anche in questo caso nell'effetto dell'H_2S, in quanto, verso le ultime fasi dell'anossia, è stato rilevato nel mezzo un accumulo del composto (0,018 mmoli/l) probabilmente a causa dell'attività dei batteri (non inibiti, essendo assente antibiotico). Andamenti simili a quelli del lattato sono stati ottenuti per altri prodotti finali quali alanina e strombina (Fig. 3 e 4), con un produzione maggiore indotta da H_2S. I risultati ottenuti, soprattutto il maggiore accumulo dei derivati del piruvato, sembrano avvalorare l'ipotesi di una accelerazione della via del piruvato. È probabile che l'animale in presenza di H_2S rimanga più attivo e non raggiunga il rallentamento metabolico caratteristico degli animali in anaerobiosi ambientale, che rappresenta l'adattamento più importante per aumentare la sopravvivenza in anossia. L'effetto dell'H_2S sembra chiaramente influenzato dal pH del mezzo, essendo più pronun-

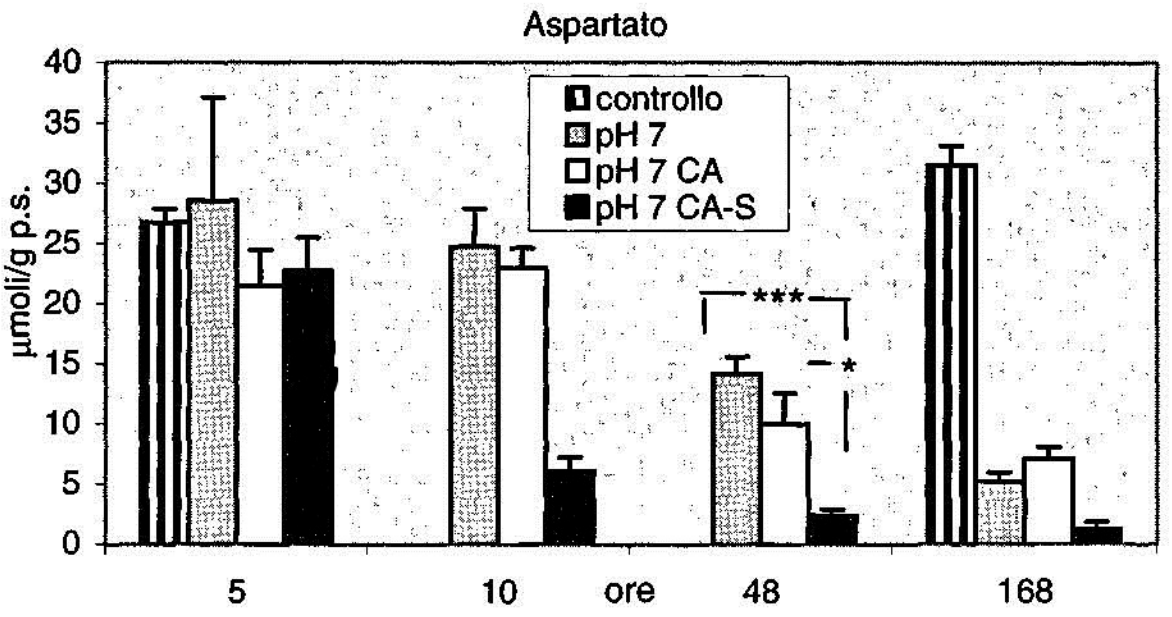


Fig. 1 - Concentrazioni di aspartato in *Scapharca inaequivalvis* dopo incubazione in acqua anossica contenente HEPES (25 mM) a pH 7. CA: cloramfenicolo 3 mg/l, S: idrogeno solforato. (n=5 ; S.E.M.). Statistica: t-test fra le medie: *significativo ($p<0,05$); ** altamente significativo ($p<0,01$); *** altamente significativo ($p<0,0001$).

Aspartate concentrations in Scapharca inaequivalvis *after incubation in anoxic water containing HEPES (25 mM) and at pH 7. CA: chloramphenicol 3 mg/l, S: hydrogen sulfide. (n=5; S.E.M.). Statistic: t-test of average values:* * ($p<0,05$); ** ($p<0,01$); *** ($p<0,0001$).*

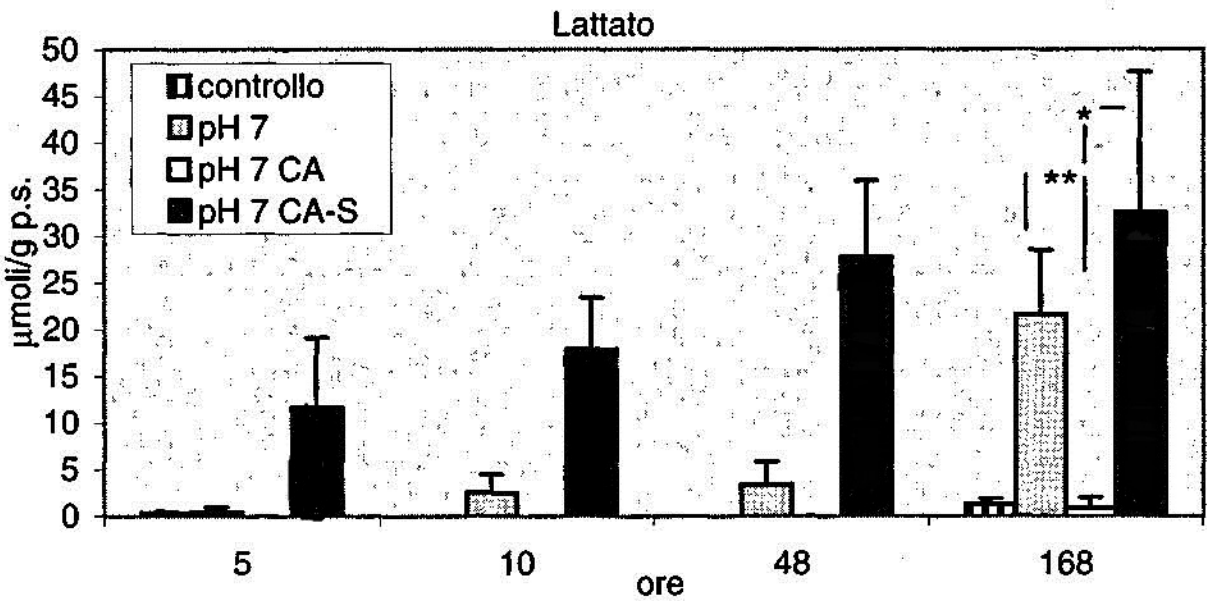


Fig. 2 - Concentrazioni di lattato in *Scapharca inaequivalvis* dopo incubazione in acqua anossica contenente HEPES (25 mM) a pH 7. CA: cloramfenicolo 3 mg/l, S: idrogeno solforato. (n=5 ; S.E.M.). Statistica: t-test fra le medie: *significativo ($p<0,05$); ** altamente significativo ($p<0,01$); *** altamente significativo ($p<0,0001$).

Lactate concentrations in Scapharca inaequivalvis *after incubation in anoxic water containing HEPES (25 mM) and at pH 7. CA: chloramphenicol 3 mg/l, S: hydrogen sulfide. (n=5; S.E.M.). Statistic: t-test of average values:* ($p<0,05$); ** ($p<0,01$); *** ($p<0,0001$).*

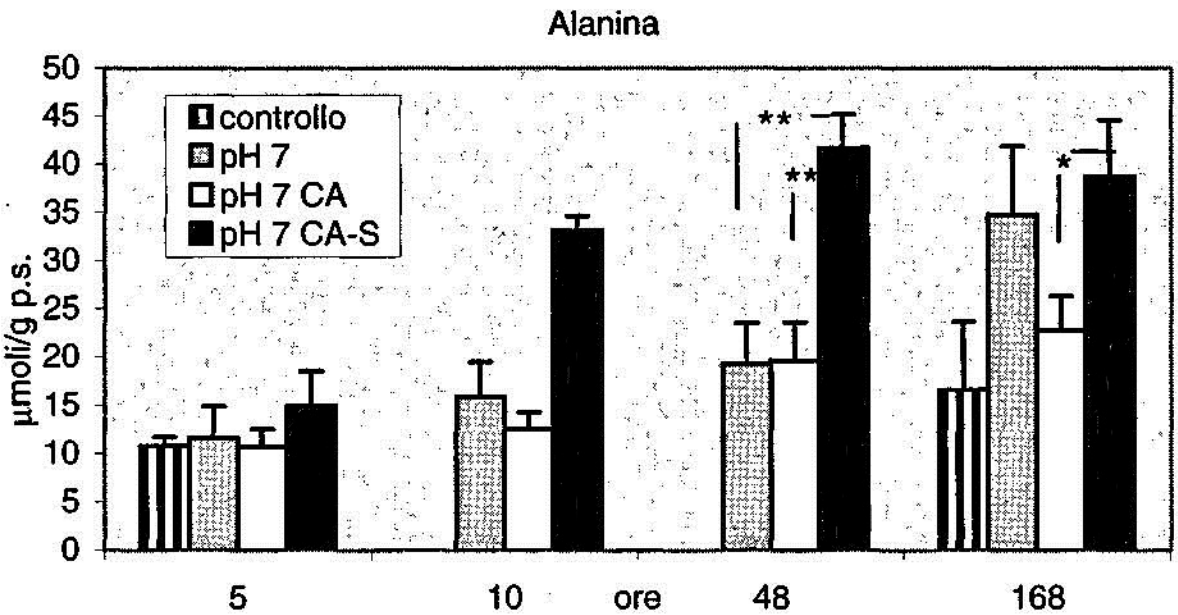


Fig. 3 - Concentrazioni di alanina in *Scapharca inaequivalvis* dopo incubazione in acqua anossica contenente HEPES (25 mM) a pH 7. CA: cloramfenicolo 3 mg/l, S: idrogeno solforato. (n=5 ; S.E.M.). Statistica: t-test fra le medie: *significativo ($p<0,05$); ** altamente significativo ($p<0,01$); *** altamente significativo ($p<0,0001$).

Alanine concentrations in Scapharca inaequivalvis *after incubation in anoxic water containing HEPES (25 mM) and at pH 7. CA: chloramphenicol 3 mg/l, S: hydrogen sulfide. (n=5; S.E.M.). Statistic: t-test of average values:* ($p<0,05$); ** ($p<0,01$); *** ($p<0,0001$).*

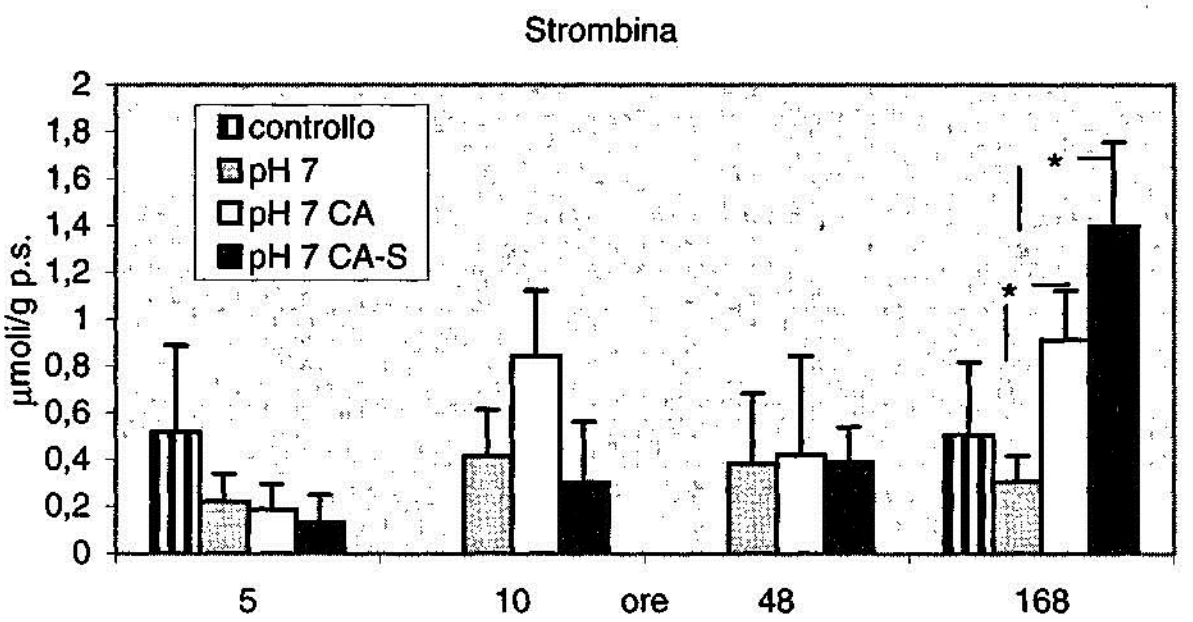


Fig. 4 - Concentrazioni di strombina in *Scapharca inaequivalvis* dopo incubazione in acqua anossica contenente HEPES (25 mM) a pH 7. CA: cloramfenicolo 3 mg/l, S: idrogeno solforato. (n=5 ; S.E.M.). Statistica: t-test fra le medie: *significativo ($p<0,05$); ** altamente significativo ($p<0,01$); *** altamente significativo ($p<0,0001$).

Strombine concentrations in Scapharca inaequivalvis *after incubation in anoxic water containing HEPES (25 mM) and at pH 7. CA: chloramphenicol 3 mg/l, S:hydrogen sulfide. (n=5; S.E.M.). Statistic: t-test of average values:* ($p<0,05$); ** ($p<0,01$); *** ($p<0,0001$).*

ciato a pH 7 anziché pH 8, come è stato osservato in successive ricerche. In soluzione il solfuro si trova nelle forme H_2S, HS^-, e S^{2-}. A valori più bassi (pH 7) una notevole frazione del solfuro (50%) si trova nella forma indissociata (H_2S), alla quale viene attribuito il principale effetto tossico, poiché, non essendo carica, ha meno difficoltà ad attraversare la membrana cellulare (Broderius *et al.*, 1977).

Bibliografia

BRODERIUS S.J., SMITH L.L.JR., LINDT D.T. (1977) - Relative toxicity of free cyanide and dissolved sulfide forms to fathead minnow. *J. Fish. Res. Board. Can.*, **34**: 2323-2332.

ISANI G., CATTANI O., CARPENÈ E., TACCONI S., CORTESI P. (1989) - Energy metabolism during anaerobiosis and recovery in the posterior adductor muscle of the bivalve *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière). *Comp. Biochem. Phisiol.*, **93B**: 193-200.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1979) - *Division Medical Science: Subcommittee on hydrogen sulfide. Hydrogen sulfide.* University Park Press, Baltimora

THEEDE H., PONAT A., HIROKI K., SCHLIEPER C. (1969) - Studies on the resistance of marine bottom invertebrates to oxygen-deficiency and hydrogen sulphide. *Mar. Biol.* **2:** 325-337.

ZWAAN A. DE, CATTANI O., PUTZER V. (1993) - Sulfide and cyanide induced mortality and anaerobic metabolism in the arcid blood clam *Scapharca inaequivalvis. Comp. Biochem. Physiol.*, **105**C: 49-54

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 914-916

A. QUAGLIA, M. ORLANDI, G. BARTOLINI, M.L. VERZELLI, D. MINELLI

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna,
Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italia.

ASPETTI MORFO-FUNZIONALI DELL'APOPTOSI NELLE CELLULE EMATICHE DI *ANGUILLA ANGUILLA* (OSTEICHTYES ACTINOPTERYGII)

MORPHO-FUNCTIONAL ASPECTS OF APOPTOSIS IN THE BLOOD CELLS OF ANGUILLA ANGUILLA *(OSTEICHTYES ACTINOPTERYGII)*

Abstract

In this study we present data on the occurrence of apoptosis in the blood cells of Anguilla anguilla.

Key-words: Anguilla anguilla, *blood cells, thrombocytes, apoptosis.*

Introduzione

Con il termine apoptosi si indica il processo di morte cellulare programmata, cioè il meccanismo mediante il quale gli organismi viventi mantengono l'omeostasi numerica delle popolazioni cellulari. Anche le cellule ematiche invecchiate o danneggiate vengono eliminate in questo modo (White *et al.*, 1993). Poichè mancano studi sull'apoptosi nelle cellule ematiche degli Osteitti, abbiamo intrapreso una ricerca volta a correlare, in *Anguilla anguilla*, la comparsa di tale fenomeno con la perdita di un aspetto funzionale delle cellule della serie bianca, cioè la capacità di aggregare in seguito ad uno stimolo appropriato.

Materiali e metodi

Sono state impiegate anguille di 100 - 170 - 600 grammi. Gli animali sono stati sacrificati per decapitazione e il sangue è stato raccolto su citrato. Mediante una metodica da noi messa a punto (Quaglia *et al.*, 1998) si è ottenuta una popolazione di leucociti e trombociti che presentava una minima contaminazione di eritrociti. Su questa popolazione sono state effettuate le analisi morfologiche nel tempo e le prove di aggregabilità mediante un aggregometro di Born. Le cellule sono state colorate con i coloranti Turk ed ematossilina-eosina.

Risultati e conclusioni

I dati della letteratura riguardanti la morfologia ed il conteggio degli elementi figurati del sangue degli Osteitti sono spesso imprecisi e, comunque, contraddittori, soprattutto per quel che riguarda i trombociti, da alcuni Autori descritti come elementi a fuso e da altri come elementi di forma ovale, difficilmente distinguibili dai linfociti (Fänge, 1992).

Esaminando anguille di peso diverso, abbiamo potuto stabilire che gli elementi a fuso sono presenti solo negli animali del peso di circa 100 grammi (Fig. 1)

mentre si fanno sempre più rari o addirittura assenti in quelli di 170 grammi e 600 grammi, nei quali sono sostituiti da elementi ovali (Fig. 2). L'assenza di elementi a fuso non compromette comunque la capacità aggregante dei leucociti e trombociti, che comincia a calare verso l'ottavo giorno per poi scomparire il quattordicesimo (Tab.1). Il decimo giorno cominciano a comparire cellule con il caratteristico aspetto plurilobato del nucleo indicante apoptosi in atto (Fig. 3); il numero di cellule apoptotiche aumenta nel tempo accompagnato anche dalla comparsa di numerose cellule necrotiche, attribuibile al fatto che, nelle preparazioni, non sono stati impiegati conservanti.

Tab. 1 - Percentuale di aggregazione dei leucociti-trombociti nel tempo in presenza di acido arachidonico (4mM).
Time course of leukocyte-thrombocyte aggregation in the presence of arachidonate (4mM).

giorno	1°	2°	4°	8°	10°	14°	18°
percentuale di aggregazione	100	100	100	80	55	5	0

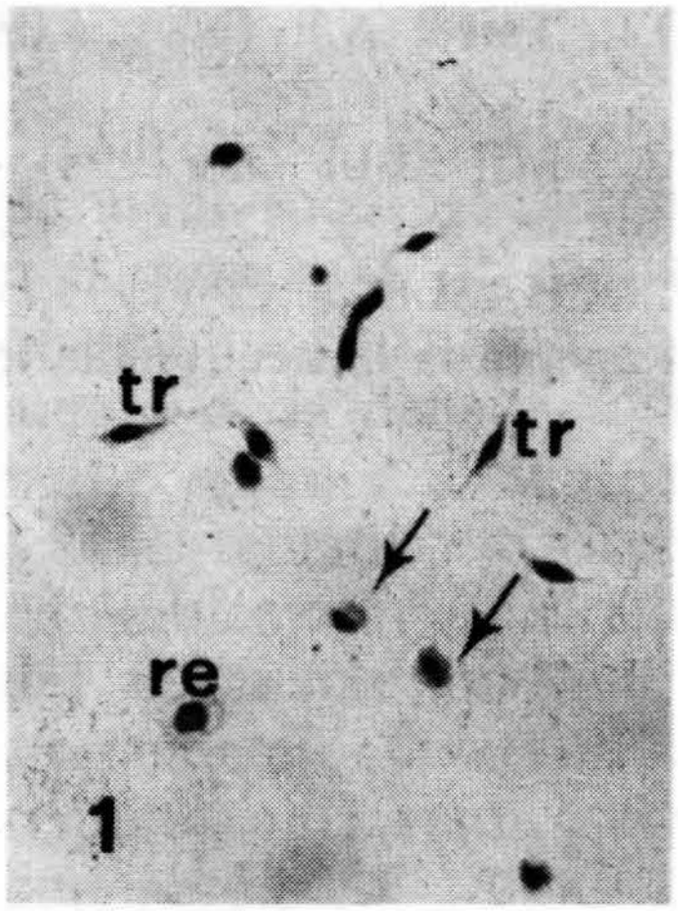


Fig. 1 - Cellule del sangue di animali di 100 gr: notare i trombociti a fuso (tr), alcuni leucociti (frecce) e rari eritrociti (re). Ematossilina-eosina, x450.
Blood cells of animals weighing 100 gr: note spindle-shaped thrombocytes (tr), some white cells (arrows) and rare red cells (re). Hematoxylin-eosin, x450.

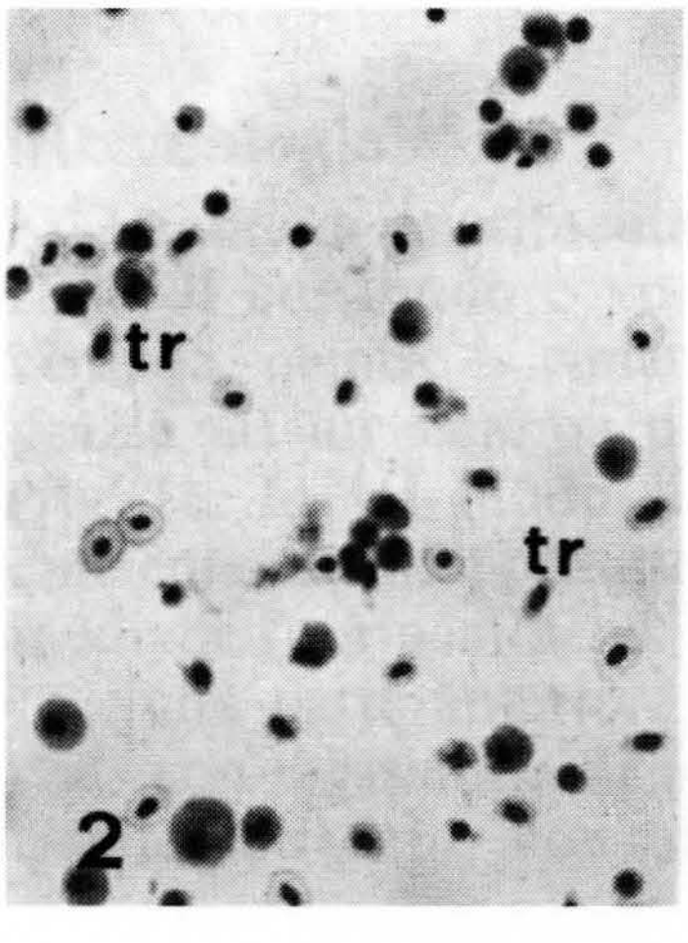


Fig. 2 - Cellule del sangue di animali di 600 gr: notare alcuni trombociti ovali (tr). Turk, x350.
Blood cells of animals weighing 600 gr: note some oval-shaped thrombocytes (tr). Turk, x350.

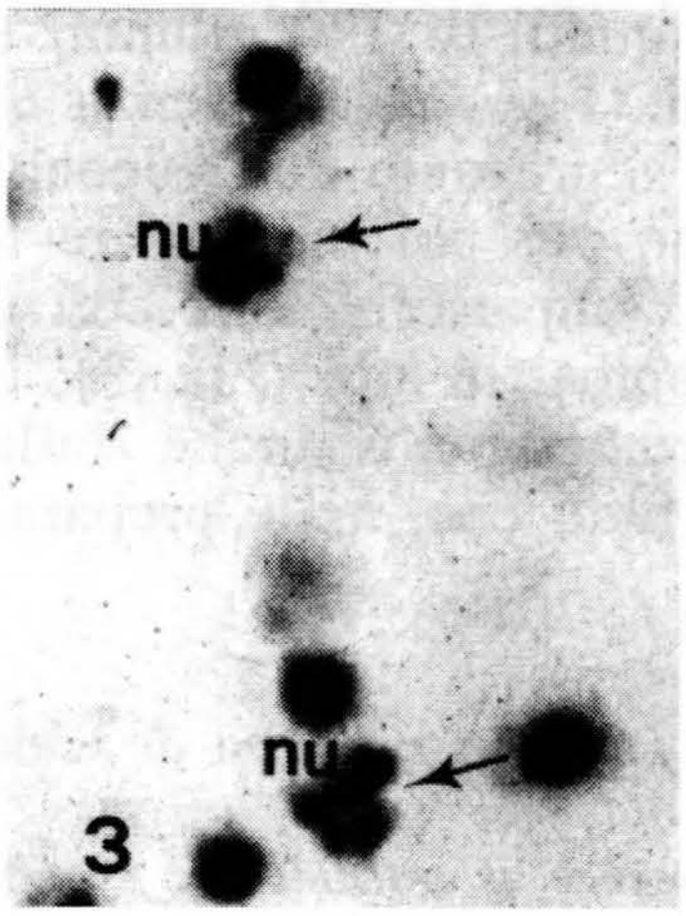


Fig. 3 - Cellule del sangue il tredicesimo giorno: notare leucociti (frecce) con il nucleo apoptotico (nu). Turk, x700.
Blood cells at thirteen day: note white cells (arrows) showing apoptotic nucleus (nu). Turk, x700.

In conclusione si può affermare che, analogamente a quanto avviene nell'uomo, anche gli elementi figurati del sangue di *A. anguilla* presentano il fenomeno apoptotico.

Bibliografia

FÄNGE R. (1992) - Fish blood cells. In: Hoar W.S., Randall D.J., Farrel A.P. (eds), *Fish phisiology*, Acad. Press Inc. Usa, vol XII B: 1-54.

QUAGLIA A., ORLANDI M., BARTOLINI G., VERZELLI M.L., MINELLI D. (1998) - Aggregazione dei trombociti in *Anguilla anguilla*. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 725-727.

WHITE M.K.B., HARDWICK S.J., MEAGHER L.C., SAVILL J.S., HASLETT C. (1993) - Transient elevations of cytosolic free calcium retard subsequent apoptosis in neutrophils in vitro. *J. Clin. Invest.*, **92**: 446-455.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 917-921

E. RAMBALDI, G. PRIORE[1], G. PRIOLI[2], N. MIETTI[2], T. PAGLIANI[3], M.L. BIANCHINI[4]

CoIPA s.c.r.l., Viale Mazzini, 55 - 00193 Roma, Italia.
[1]Consorzio Mediterraneo s.c.r.l., Roma, Italia.
[2]M.A.R.E s.c.r.l, Cattolica (RN), Italia.
[3]TecnoMare s.c.r.l., Pescara, Italia.
[4]P.F. Raisa/CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, Italia.

VALUTAZIONI PRELIMINARI DI UNA DRAGA IDRAULICA PER BIVALVI CON FONDO VIBRANTE E VAGLIATORE

PRELIMINARY TEST OF A HYDRAULIC CLAM DREDGE WITH VIBRATING AND SORTING BOTTOM

Abstract

A new hydraulic clam dredge, with vibrating bottom and other improvements, has been tested on clam, Chamelea gallina *(Mollusca, Bivalvia), beds. The vibration has a significant positive effect on the selection of undersize animals, and reduces the by-catch; moreover, the commercial product is of better quality, since it retains less mud and sand in the valves. A drawback is the greater amount of damaged clams, and the possible reduction of efficiency.*

Key-words: *hydraulic dredge, clam,* Chamelea gallina, *sorting, product quality*

Introduzione

La pesca dei bivalvi, ed in particolare della vongola, *Chamelea gallina*, da parte di motopescherecci armati di turbosoffiante, riveste particolare interesse nell'economia di molte marinerie dell'Adriatico (Ferretti *et al.*, 1990). I dati disponibili mostrano notevoli fluttuazioni annuali, ma comunque un netto decremento della densità totale di tale risorsa, accompagnato da una rarefazione delle taglie sopra i 25 mm, misura minima commerciabile (Costa *et al.*, 1987).

Nel tentativo di risolvere alcuni dei problemi produttivi (Lombardi *et al.*, 1996) ed ambientali (Vaccarella *et al.*, 1994) legati all'uso della turbosoffiante nella pesca dei molluschi bivalvi, è stata verificata l'effettiva funzionalità di una draga sperimentale, dotata di alcuni accorgimenti tecnici in grado di renderla più selettiva rispetto agli stadi giovanili di molluschi e migliorare la qualità del prodotto commerciale.

Metodologia

La draga sperimentale è munita di una gabbia rigida ma con struttura non fissa, il cui fondo è vincolato solo per la parte che va dalla lama penetrante alla cerniera, mentre la rimanente parte è in grado di vibrare, durante la fase di raccolta, grazie ad un sistema a molle contrapposte azionato da un dispositivo idraulico (fig. 1). In tal modo il fondo della gabbia, così sollecitato, funge da setaccio consentendo al prodotto sottotaglia, ed in particolare modo al novellame, l'immediata fuoriuscita ed il reinsediamento sui fondali.

Sulla parte anteriore della gabbia è presente inoltre una ulteriore fila di ugelli che, con emissione di acqua a bassa pressione, determinano la chiusura in modo fisiologico delle vongole, con conseguente ridotta contaminazione in sabbia.

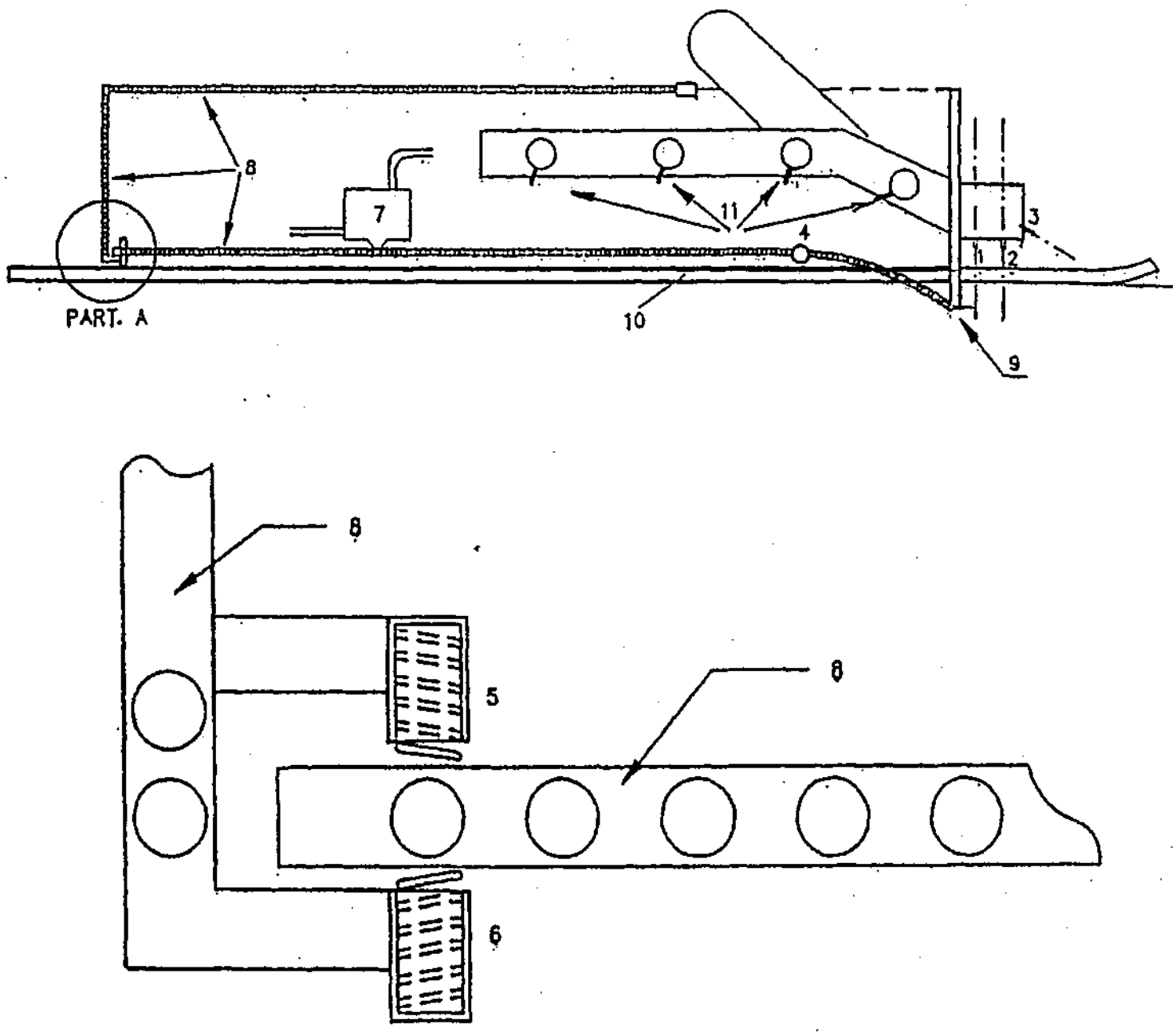


Fig. 1 - Sezione longitudinale della draga vibrante e particolare del fondo.
Longitudinal section of the vibrating dredge and detail of its bottom.

La ricerca è stata realizzata in un tratto di costa a nord del porto di Giulianova, dove sono stati localizzati tre transetti, perpendicolari alla costa e distanti tra loro 300 m. Su ciascun transetto sono stati individuati due punti di cala (lunghe 100 m), alle batimetriche di -3 m e -5 m.

I campionamenti sono stati eseguiti utilizzando contemporaneamente due imbarcazioni affiancate, di cui una munita di draga vibrante sperimentale e l'altra armata con l'attrezzo tradizionale in uso presso la marineria di Giulianova; trattandosi di brevi cale sperimentali, non si sono posti problemi di saturazione degli attrezzi. Incidentalmente, la draga sperimentale operava più lentamente di quella tradizionale.

In laboratorio è stato inoltre determinato il volume di particellato (dopo decantazione per un'ora) presente tra le valve ("liquido di risciacquo") in 1000 g di prodotto di taglia commerciale.

Le differenze quali-quantitative tra le distribuzioni di frequenza, tra le quantità di sedimento intervalvare, nel danneggiamento e nella fauna associata sono state analizzate statisticamente con test parametrici e non parametrici (Zar, 1984).

Risultati e discussione

Analisi delle catture

L'andamento dei grafici sulla distribuzione totale delle taglie dei campioni di vongole (*Chamelea gallina*), prelevate nelle vasche di raccolta prima del vaglio meccanico, evidenzia chiaramente una diversa e significativa (test di Kolmogorov-Smirnov) capacità di selezione dei due attrezzi, durante le fasi di pesca, che si riflette nella maggiore presenza di vongole al di sotto della taglia commerciale con l'attrezzo standard (fig. 2). In particolare, prendendo in considerazione la frequenza percentuale cumulativa delle catture dei due attrezzi, è possibile evidenziare per l'attrezzo standard una quota molto alta, pari all'84.3%, di individui con taglia inferiore ai 25 mm, mentre per la draga vibrante tale frazione è nettamente inferiore (54.1%). Tra le catture della draga sperimentale, inoltre, il 90% del prodotto è rappresentato da taglie superiori ai 22 mm, cui corrisponde solo un 30% delle catture effettuate con l'attrezzo standard.

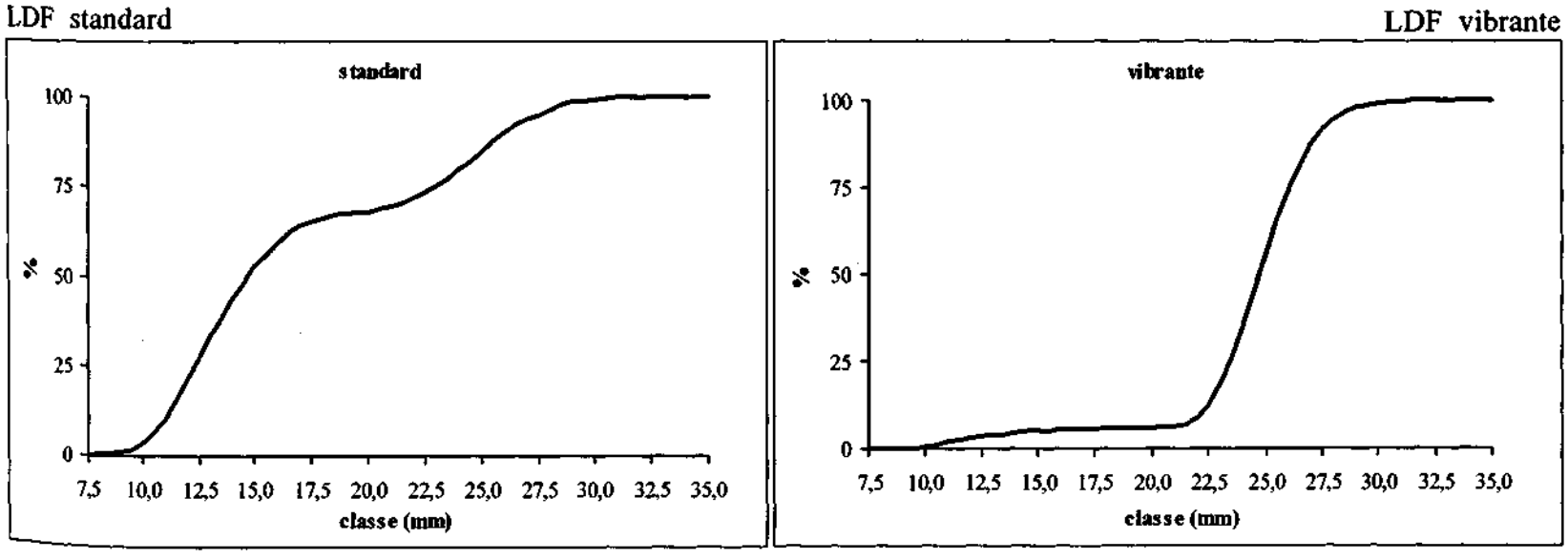


Fig. 2 - Distribuzione di frequenza delle taglie (percentuale cumulativa) delle vongole, *Chamelea gallina*, catturate con la draga standard (in alto) o con la draga vibrante (in basso).
Length frequency distribution (cumulative percentage) of the clams, *Chamelea gallina*, caught with the standard dredge (top) or the vibrating dredge (bottom).

Sedimento intervalvare

I valori di sedimento (fig. 3) nelle vongole catturate con la draga standard mostrano un'ampia variabilità inter-cale (media 2.1 ml, dev. stand. 1.29), mentre quelli dei campioni prelevati con la draga vibrante si presentano uniformi (media 1.0 ml; dev. stand. 0.13) per le sei pescate e risultano, con una sola eccezione, sempre significativamente più bassi (runs test, $u = 4$, $P < 0.05$; test del segno, $P_{0.05,5} = 0.03$).

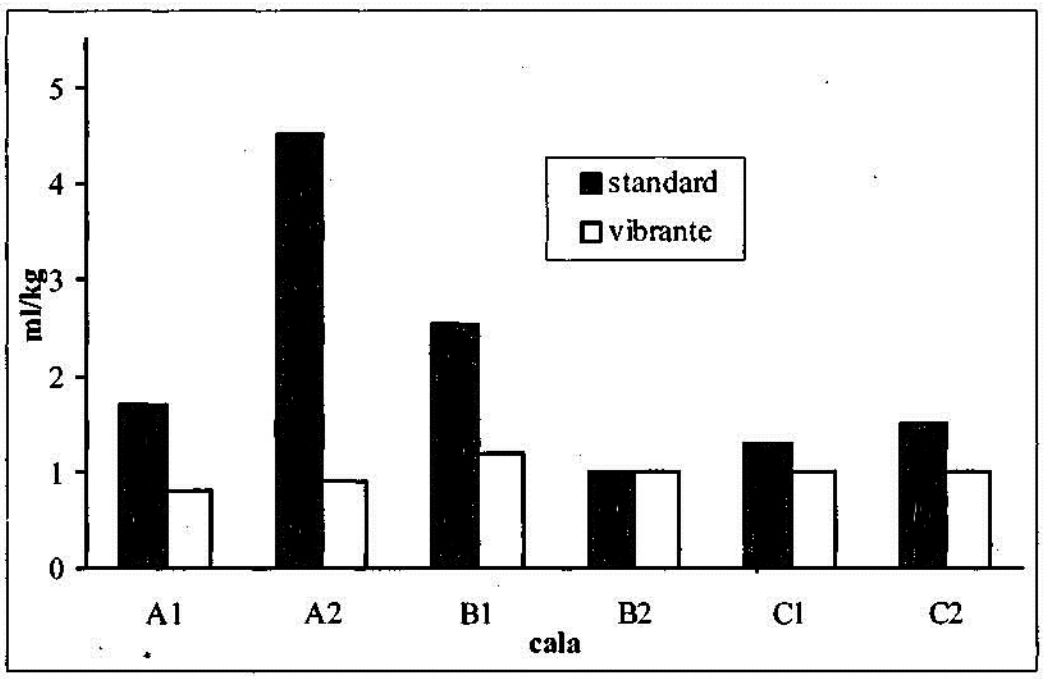


Fig. 3 - Contaminazione in sedimento delle vongole, *Chamelea gallina,* catturate con la draga standard o con la draga vibrante (per cala; ml di sedimento / kg di prodotto).
Sediment contamination of the clams, Chamelea gallina, *catched with the standard dredge or the vibrating dredge (by haul; sediment in ml / product in kg).*

La riduzione del sedimento interno, pur nei limiti del ridotto numero di osservazioni, consente di valutare positivamente l'efficacia dell'attrezzo sperimentale in relazione al miglioramento merceologico del prodotto.

Vongole danneggiate

È stata determinata la frazione di vongole con danni evidenti alle valve, imputabili esclusivamente alle fasi di cattura del prodotto.

Per la draga sperimentale è stata riscontrata una maggiore incidenza di vongole danneggiate sul totale delle catture, con valori complessivi pari al 12.1% contro il 3.8% attribuibile all'attrezzo tradizionale; anche l'eliminazione di una cala vibrante sicuramente plusvariante determina un valore medio per l'attrezzo sperimentale pari a 8.6%.

I risultati consigliano di approfondire tale aspetto, possibilmente operando alcune modifiche sulla draga sperimentale, al fine di mantenere elevata la capacità di selezione ma di ridurre nel contempo lo stress meccanico operato sul prodotto.

Fauna associata

Analizzando i pesi medi per le 21 specie individuate, si osservano valori più alti per l'attrezzo vibrante (test di Mann-Whitney e di Wilcoxon), a riprova di come l'effetto di selezione sulle taglie operato dal fondo draga interessi, oltre alla risorsa vongole, anche gli organismi bentonici associati; è ragionevole ipotizzare, quindi, un minore impatto ambientale della draga sperimentale sulla fauna bentonica presente nelle aree di pesca, con un riposizionamento degli organismi selezionati nelle medesime aree di prelievo.

Conclusioni

Operativamente l'attrezzo sperimentale ha dimostrato una buona funzionalità durante le fasi di pesca, soprattutto in considerazione del carattere innovativo di alcuni apparati della draga, con ampi margini di miglioramento prevedibili a seguito di un più lungo e attento periodo di utilizzo e messa a punto.

La draga con fondo vibrante e vagliatore ha in definitiva, prescindendo dai possibili difetti, almeno tre punti a suo favore: una significativa selettività in favore della protezione degli individui sottotaglia; una riduzione delle catture accessorie; un miglioramento della qualità merceologica del prodotto commerciale.

In futuro, con un disegno sperimentale basato su un congruo numero di cale, si dovrebbero verificare, ottimizzare e validare i risultati preliminari conseguiti, approfondendo il problema del danneggiamento del prodotto ed affrontando alcuni aspetti non considerati, quali l'effetto del fondo vibrante sul prodotto giovanile sfuggito alla cattura e reinsediatosi, la valutazione comparata delle rese commerciali ed i costi di esercizio.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano i Sigg. Emidio Carusi e Maurizio Marconi, soci del Co.Ge.Vo. Abruzzo, per la collaborazione fornita durante la fase di messa a punto della draga vibrante ed il campionamento.

In particolare si ringrazia il Consorzio Mediterraneo che, nell'ambito della sua attività di promozione della ricerca e di progetti innovativi applicabili alla produzione, ha interamente finanziato lo studio.

Bibliografia

COSTA C., BIANCHINI M., CECCARELLI P., ORECCHIA P., RAMBALDI E., VOLTERRA L. (1987) - Indagine sui molluschi bivalvi di interesse commerciale (telline, cannolicchi e vongole) delle coste della Toscana, del Lazio e della Campania: 1985-1987. *Quad. Ist. Idrobiol. Acquacolt. Brunelli*, **7**: 3-58, Tav. I-LXXVII.

FERRETTI M., LOMBARDO F., ROMANI G. (1990) - Metodi di pesca dei molluschi bivalvi: vongolare tradizionali e turbosoffianti. *Quaderni I.C.R.A.P. Pesca*, **1**: 157 pp.

LOMBARDI F., RAMBALDI E., BRINATI C. (1996) - Catture accessorie e rigetti nella pesca di *Ensis siliqua minor* (L.) con turbosoffiante. *Quad. Ist. Idrobiol. Acquacolt. Brunelli*, **15**: 41-157.

VACCARELLA R., PASTORELLI A.M., MARANO G. (1994) - Studio sulla efficienza delle draghe turbosoffianti e loro effetto sulle comunità bentoniche. *Boll. Malacologico*, **30** (1-4): 17-28.

ZAR J.H. (1984) - *Biostatistical analysis*. II edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (N.J., USA): 718 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 922-924

A. REALE, L. GIULIANO, V. BRUNI, M.M. IAKIMOV*

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.
*CSRAFA, Università di Messina, Italia.

ANALISI GENOTIPICA DI POPOLAZIONI BATTERICHE AUTOCTONE NUMERICAMENTE RAPPRESENTATIVE IN UN'AREA DEL MAR TIRRENO MERIDIONALE

PHYLOGENETIC ANALYSIS OF AUTOCTHONOUS BACTERIAL POPULATION NUMERICALLY RAPRESENTATIVE AN AREA OF SOUTHERN TYRRHENIAN SEA

Abstract

We report the results of a preliminary phylogenetic analysis of numerically representative autocthonous marine bacteria within the naturally occurring microbial communities in different samples from an area of the Tyrrhenian Sea. The last positive dilutions of extinction cultures in unamended seawater from a coastal and two pelagic samples (5 m and 700 m of depth, respecitively), were used to extract the total genomic DNA and amplify and cloning the genes coding for 16S rRNA.

Key-words: *extinction cultures, oligotrophic bacteria, 16S rRNA, restriction fragment length polymorphism (RFLP).*

Introduzione

L'applicazione di tecniche di biologia molecolare per lo studio del picoplancton marino, ha permesso di rilevare un'alta diversità genetica, probabilmente dovuta alla frazione di microrganismi non coltivabili (Giovannoni *et al.*, 1990). Negli ecosistemi marini la maggior parte delle specie batteriche autoctone é rappresentata da cellule non coltivabili, fisiologicamente attive, caratterizzate da un metabolismo oligotrofo.

Nel lavoro qui presentato si utilizza una tecnica precedentemente calibrata basata sulla realizzazione di colture di diluizione in acqua di mare sterile (Giuliano *et al.*, 1999), per l'analisi della frazione batterica autoctona oligotrofica piu' rappresentativa degli ambienti marini campionati. In breve, le popolazioni batteriche presenti nelle ultime diluizioni positive dei campioni raccolti, sono state sottoposte ad un'analisi filogenetica preliminare che si basa sulla distribuzione, su gel di agarosio, dei frammenti di restrizione dei geni codificanti per la frazione 16S dell'RNA ribosomiale (rDNA 16S).

Materiale e metodi

I campioni sono stati prelevati, "tramite bottiglie Niskin", nel periodo di luglio 1998 a bordo della n/n Coopernaut Franca, in un ambiente marino costiero del Golfo di S. Eufemia (38° 51'N - 16° 12'E) e, a due quote differenti (5 m e 700 m), in un ambiente pelagico a largo di Praia a Mare (39° 52'N - 15° 38'E). Per ciascun campione sono state realizzate cinque diluizioni progressive in acqua di mare sterile e prefiltrata, che, previa incubazione, sono state fissate e filtrate per la scelta dell' ultima diluizione positiva. Sull'ultima diluizione positiva (10^{-4}) dei

campioni costiero, superficiale e profondo pelagico (C4, S4 e P4) si è proceduto con le analisi biomolecolari per lo studio filogenetico delle popolazioni batteriche presenti. In breve, previa estrazione del DNA genomico totale effettuata secondo il metodo di Fuhrman *et al.* (1988), sono state amplificate le regioni codificanti per l'RNAr 16S mediante l'uso di primers universali (16F27 e 16R1492). Il prodotto dell'amplificazione è stato utilizzato per la creazione di genoteche utilizzando il sistema di clonazione pPCR.1TOPOn (Invitrogen, Olanda) In seguito ad isolamento dei plasmidi dai cloni trasformati (kit QIAwell.f Plasmid, Qiagen Corp.), si è proceduto con il taglio enzimatico ad opera dell'*Rsa*I (Gibco BRL), che riconosce la sequenza tetranucleotidica GTAC ed il successivo screening dei frammenti di restrizione tramite elettroforesi su gel di agarosio (RFLP).

Risultati

Come già riportato in letteratura (Button *et al.*, 1994; 1998; Giuliano *et al.*, 1999), la tecnica delle diluizioni seriali in acqua di mare sterile è indicata per l'arricchimento di ceppi numericamente rappresentativi nell'ambiente marino originale. L'applicazione delle tecniche di analisi biomolecolari sulle ultime diluizioni positive dei campioni d'acqua, quindi, permette la caratterizzazione filogenetica dei ceppi batterici vivi e quantitativamente più importanti degli ambienti campionati.

Dal raggruppamento preliminare dei cloni analizzati, ottenuto in base alle mappe di restrizione (RFLP), risulta una elevata diversità a livello di tutti i campioni analizzati. In particolare, fra i vari gruppi contrassegnati con una lettera il gruppo I, che si ritrova soltanto in P4 con una percentuale abbastanza elevata (24,1%), potrebbe essere rappresentato da ceppi strettamente oligotrofi. Il gruppo P, comune sia a C4 che a S4 (percentuali dell'10% e del 21,4%, rispettivamente) potrebbe essere costituito da ceppi bioindicatori delle acque superficiali. I valori di distribuzione percentuale di tutti gli altri gruppi rilevati variavano fra 3,4% e 20% nei diversi campioni. Fra questi, i gruppi B, C, G, H, I, sono stati trovati solamente in P4, i gruppi K, L, M sono caratteristici di S4 ed i gruppi N, O, Q, R, S di C4.

Conclusioni

In accordo a lavori precedenti (Giuliano *et al.*, 1999) la maggiore diversità genetica si è riscontrata nel campione pelagico profondo. Tale risultato supporta l'ipotesi che le colture di diluizione in acqua di mare sterile favoriscano la crescita dei batteri oligotrofi autoctoni dell'ambiente marino. Tali batteri, infatti, potrebbero essere maggiormente rappresentativi negli ambienti profondi piuttosto che in quelli superficiali, più ricchi di carbonio organico.

Bibliografia

BUTTON D.K. (1994) - The physical base of marine bacterial ecology. *Microb. Ecol.*, **28**: 273-285.

BUTTON D.K., ROBERTSON B.R., LEPP P.W., SCHMIDT T.M. (1998) - A small, dilute-cytoplasm, high-affinity, novel bacterium isolated by extinction colture and having kinetic costante compatible with growth at ambient concentrations of dissolved nutrients in seawater. *Appl. Environ. Microbiol.*, **64**: 4467-4676.

GIOVANNONI S.J., BRITSCHGI T.B., MOYER C.L., FIELD K.G. (1990) - Genetic diversity in Sargasso Sea bacterioplankton. *Nature*, **345**: 60-63

GIULIANO L., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., HOFLE M.G., YAKIMOV M.M (1999) - Identification of the most abundant oligotrophic bacteria within natural occuring marine bacterioplankton communities of the Ligurian Sea by 16S rRNA sequencing and probing. *Microb. Ecol.*, **37**: 77-85.

FUHRMAN J.A., COMEAU D.E., HAGSTROM Å., CHAN A.M. (1988) - Extraction from natural planktonic microorganisms of DNA suitable for molecular biological studies. *Appl. Environ. Microbiol.*, **54**: 1426-1429.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 925-928

G. ROMANELLI, E. PIETRANTONIO, A.M. CICERO

ICRAM-Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare,
Via di Casalotti, 300 - 00166, Roma, Italia.

COMPOSTI ORGANOALOGENATI IN SEDIMENTI MARINI DI PIATTAFORMA DELL'ITALIA CENTRALE: DATI RELATIVI AD UN'AREA AL LARGO DI FIUMICINO

ORGANOHALOGEN COMPOUNDS IN MARINE CONTINENTAL SHELF SEDIMENTS OF CENTRAL ITALY: RESULTS OF AN AREA OFF FIUMICINO

Abstract

Persistent Organic Pollutants are a class of slowly degrading, bioaccumulative xenobiotic compounds. In view of chemical and physical characteristics of these compounds, sediments are environmentally important for their accumulation in marine ecosistems. The paper illustrates the results of POPs concentration in an area off Fiumicino.

Key-word: *Persistent Organic Pollutants; sediment; PCBs; pesticides.*

Introduzione

Un crescente interesse da parte degli organismi sovranazionali rispetto alla tutela dell'ambiente marino, viene riconosciuto all'impatto esercitato dalle molecole che sono Persistenti, Bioaccumulabili e Tossiche (PBT) e che posseggono potenziale per il "Long Range Transport" (LRT). Fra queste meritano attenzione i POP's (Persistent Organic Pollutants), rispetto ai quali Organismi Sovranazionali (Nazioni Unite e Comunità Europea) intendono sviluppare più specifiche azioni di controllo dell'inquinamento, in generale, e dell'ambiente marino in particolare (EU. 1998). I composti suddetti presentano caratteristiche chimico-fisiche tali da manifestare, nell'ambiente marino, una affinità per la fase solida. I sedimenti rappresentano, conseguentemente, una sorta di "matrice conservativa" per tali molecole, poiché sono in grado di accumulare apporti distanziati registrando inquinamenti differiti nel tempo.

Nell'ambito di un'indagine più ampia, volta a caratterizzare la qualità dei sedimenti di un'area al largo di Fiumicino, campioni di sedimento sono stati analizzati, per la identificazione quali-quantitativa di composti organoalogenati, quali pesticidi e Policlorobifenili.

Materiali e metodi

Sei campioni di sedimento, prelevati tra i 40 e i 100 metri di profondità, ad una distanza compresa fra 3 e 7 miglia dal porto di Fiumicino (Fig. 1), sono stati campionati con Box-corer. Le frazioni superficiali (0-2 cm) sono state analizzate per la ricerca di pesticidi clorurati (DDs; HCB; HCHs; Aldrin; α e γ-Clordano; Metossicloro; α e β-Endosulfan; Endosulfan solfato; Eptacloro) e di 8 congeneri di Policlorobifenili (IUPAC N°28,52,101,118,137,153 180 e 209) selezionati tra quelli considerati di maggior interesse ambientale. L'analisi è stata

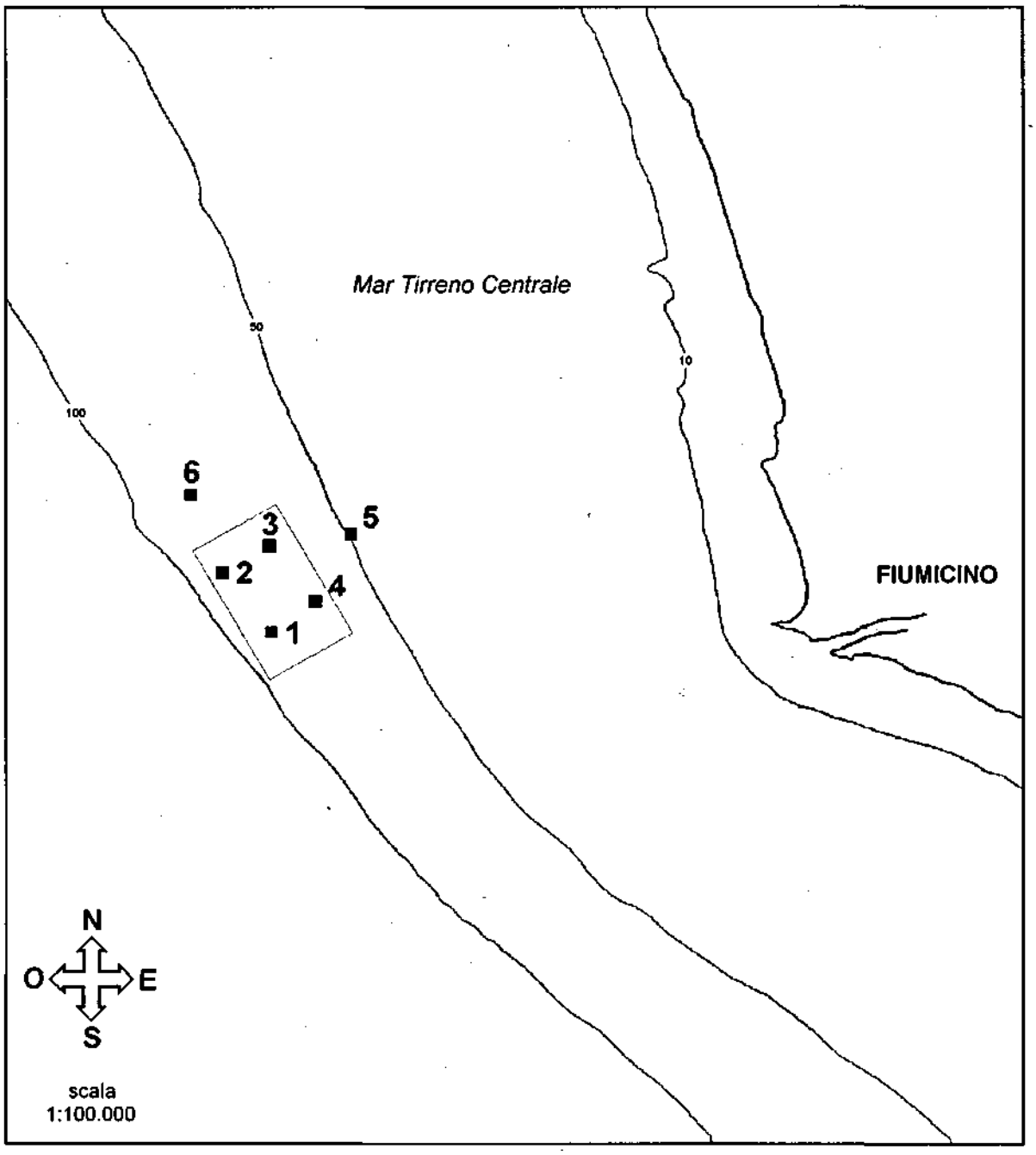


Fig. 1 - Area di campionamento.
Sampling area.

condotta attraverso una estrazione per dibattimento a freddo con solvente; purificazione su colonna di Florisil e determinazione per gas-cromatografia con colonna capillare e rivelatore a cattura di elettroni (ECD) (Cicero *et al.*, in stampa; Cicero *et al.*, 1998).

Risultati

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle 1 e 2. In particolare, nella tabella 1, relativa ai pesticidi, sono stati omessi i valori relativi agli isomeri α, β, γ e δ-HCH (Esaclorocicloesano), Aldrin, α-Clordano, γ-Clordano, α-Endosulfan ed Endosulfan solfato, in quanto al disotto dei limiti di rivelabilità dello strumento

nelle condizioni analitiche adottate (<0,1 ng/g p.s.). Tra i pesticidi, l'esaclorobenzene (HCB) ed il β-Endosulfan sono stati rilevati in tutti i campioni analizzati; in particolare il β-Endosulfan è quello che mostra, tra tutti, livelli di concentrazione più elevati. Per quanto riguarda la preponderanza del DDE rispetto al DDT, essa depone per una contaminazione pregressa da DDT, quasi completamente degradato nel suo metabolita principale. Il confronto dei dati relativi ai DD's e di quelli relativi agli HCH's (questi ultimi tutti al disotto del limite di rilevabilità), con i valori presenti in letteratura (Tab. 3), evidenzia, nella zona esaminata, una lieve contaminazione di origine agricola. Per quanto riguarda i PCB's, si rileva la presenza di tutti i congeneri ricercati, ad eccezione del 118 e del 209, che risultano sempre al di sotto del limite analitico, e del PCB 137, che è presente in tracce solo in 2 campioni. Dal confronto dei risultati ottenuti con quelli di letteratura è possibile notare, nell'area indagata, un livello di contaminazione da PCBs (range 1.16-5.46 ng/g p.s.)al di sotto del valore medio riportato dall'UNEP, pari a 102 ng/g; la contaminazione da PCBs risulta mediamente superiore a quella dei singoli pesticidi ricercati.

Tab. 1 - Livelli di concentrazione di pesticidi organoalogenati (ng/g p.s.)
Concentration levels of organohalogenated pesticides (ng/g d.w.)

Campione	HCB	Epta cloro	b-Endo sulfan	Metossi cloro	DDT*	DDE*	DDD*	DD's**
1	0.18	n.d.	1.32	n.d.	n.d.	0.74	0.51	1.25
2	0.11	0.06	0.80	"	n.d.	0.52	n.d.	0.52
3	0.22	0.20	2.10	"	0.12	1.39	"	1.51
4	0.27	0.13	2.26	"	n.d.	1.11	"	1.11
5	0.22	0.11	2.03	0.45	0.16	n.d.	"	o.16
6	0.25	0.11	2.35	0.70	0.16	1.09	"	1.25

*=Σ(o-p'+p-p'); ** = Σ (DDT+DDE+DDD)

Tab. 2 - Livelli di concentrazione di PCB (ng/g p.s.)
Concentration levels of PCB (ng/g d.w.)

Campione	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 137	PCB 153	PCB 180	PCB 209	Σ PCBs
1	0.24	0.11	0.23	n.d.	n.d.	0.94	0.71	n.d.	2.23
2	n.d.	0.06	0.14	"	"	0.54	0.42	"	1.16
3	0.36	0.20	0.44	"	"	1.50	1.09	"	3.59
4	0.22	0.10	0.38	"	"	1.72	1.33	"	3.75
5	0.27	n.d.	0.40	"	0.03	2.27	2.49	"	5.46
6	0.27	0.14	0.34	"	0.06	1.56	1.65	"	4.02

n.d.= < 0.1 ng/g p.s.

Tab. 3 - Livelli di concentrazione (ng/g) di contaminanti organoalogenati in sedimenti del mar Tirreno (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1990).
Concentration levels (ng/g) of organohalogenated pollutants in Tyrrhenian sediments.

	Media	Min.	Max.
PCB's	102	0.6	$3.2x10^3$
DD's	4	0.2	27
HCH's	2	0.1	27

Conclusioni

I risultati hanno mostrato livelli di concentrazione medio-bassi per i Policlorobifenili e per alcuni pesticidi organoalogenati; per altri composti, quali gli HCH's, i valori riscontrati risultano al di sotto dei valori minimi presenti in letteratura (0,1 ng/g) (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1990). Viene così delineata, su tutta l'area indagata, una situazione di contaminazione lieve ma diffusa, ed in particolare una scarsa contaminazione di origine agricola e una maggiore contaminazione di origine industriale.

Pur considerando il contesto limitato dell'area in esame, i risultati ottenuti sono in linea con i principi enunciati nel Technical Guidance Document on Risk Assessment in ambiente marino della Unione Europea (EU, 1996) che indica prioritariamente, al fine di identificare la "criticità" di un'area, l'esigenza di disporre su scala Regionale di informazioni quali-quantitative sulla presenza di sostanze persistenti in substrati specifici, quali i sedimenti.

Bibliografia

CICERO A.M., PIETRANTONIO E., ROMANELLI G., DI MUCCIO A. (in stampa) - Comparison of soxhlet, shaking and microwave assisted extraction techniques for determination of PCB congeners in a marine sediment. *Bull. Environ. Contan. Toxicol.*, **65** (3).

CICERO A.M., GABELLINI M., VESCHETTI E., MORLINO R. (1998) - Livelli di pesticidi clorurati e policlorobifenili in sedimenti del porto di Piombino in relazione alla gestione dei materiali di risulta. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 780-784.

EU (1996) - Technical Guidance Documents in Support of The Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for New Notified Substances and Commission Regulation (EC) N° 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substances. 1996, European Commission

EU (1998) - Doc. ECB4/33/98 (Rev.1)

UNEP/FAO/WHO/IAEA. (1990) - Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Organohalogen Compounds. *Map Technical Reports Series*, **39**, Athens.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 929-932

B. TACCHI, L. PAGANELLI*

Via Privata Orchidea, 2/3 - 16036 Recco, Genova, Italia.
*Sal. Oregina, 16/6 - 16134 Genova, Italia.

TEST BIOLOGICO DI LABORATORIO PER LA VALUTAZIONE DEL GRADO DI INQUINAMENTO ORGANICO DELLE ACQUE (V.I.O.), ESPRIMIBILE MEDIANTE INDICI NUMERICI

BIOLOGICAL LABORATORY TEST FOR THE VALUATION OF ORGANIC WATER POLLUTION DEGREE (VIO), EXPRESSIBLE WITH NUMERICAL INDEX

Abstract

A biological test is here presented for the evaluation of degree of organic pollution of waters. This test is rapid, cheap, can be reproduced and its results are expressed with numeric values. This test is based on the counts of the microorganisms, which take part in the first phases of selfdepurative process.

Key-words: *Sea-water microorganisms, Marine pollution tests.*

Introduzione

Il naturale processo di autodepurazione delle acque avviene ad opera di microrganismi che si sviluppano e si succedono a seconda delle caratteristiche del corpo idrico (Sladecek, 1973).

Mantenendo l'acqua in esame in condizioni controllate (luce, temperatura, ossigenazione), le diversità dello sviluppo dei microrganismi corrispondono a diversità dello stato di inquinamento della medesima (Straskrabova e Legner, 1969). In base a queste premesse è stato messo a punto un test per la valutazione del grado di inquinamento organico delle acque costiere, che tiene conto dei Protozoi ciliati e delle Diatomee rilevati in acque sottoposte al processo di autodepurazione in laboratorio, in condizioni controllate (Tacchi e Montanari, 1985).

In questo lavoro il test è stato rielaborato valutando la presenza di Batteri, Zooflagellati e Protozoi ciliati, microrganismi che partecipano al processo depurativo sin dalle prime fasi (Paoletti, 1975). I più importanti, perchè più abbondanti e più efficienti, nel rimuovere la sostanza organica sono i Batteri; dalla possibilità che hanno di aggregarsi durante la loro duplicazione si forma il substrato, polisaccaridico e glicoproteico, necessario per la formazione del film biologico. Essi possono presentarsi in forma dispersa, flocculata, filamentosa (Costerton e Irvin, 1981).

Il motivo per cui si è ritenuto necessario procedere alla rielaborazione del test è dovuto al fatto che l'originale assegna un indice numerico che varia soltanto tra 1 in caso di acque non inquinate e 0 in caso di acque fortemente inquinate. Altri lavori hanno rilevato la necessità di un approfondimento nelle modalità di impiego, soprattutto per valutazioni a notevole distanza dalla sorgente di inquinamento (Cavallo *et al.*, 1994).

Il test ora rielaborato assegna indici numerici che variano tra valori bassi, in caso di acque poco inquinate (qualche unità o qualche decina), a valori molto

alti (sino all'ordine dei milioni), nel caso di elevato inquinamento, consentendo così una maggiore diversificazione dei valori di inquinamento riscontrati.

Materiali e metodi

Per tutto l'anno 1998, sono stati effettuati con frequenza mensile dei prelievi di campioni di acque superficiali in 5 stazioni ubicate nel vecchio porto di Genova, a distanze sempre più crescenti dalla principale fonte di inquinamento organico: lo scarico dell'impianto di depurazione dei liquami urbani. Tale impianto tratta i liquami di 225.000 ab. eq. corrispondenti a gran parte del centro storico della città. Le stazioni 1-2-3-4-5 sono rispettivamente la 1 a 5 m , la 2 a 240 m, la 3 a 750 m dallo scarico lungo un ipotetico asse che va verso la diga che delimita il porto, mentre la 4 dista 2750 m ed è spostata a levante verso l'imboccatura del porto e la 5 dista 3000 m ed è spostata verso ponente. In ognuna di queste stazioni sono stati rilevati, allo scopo di procedere ad un significativo raffronto, anche i Coliformi fecali con la tecnica delle membrane filtranti e N-NH_4 secondo il metodo IRSA CNR 4010/A.

In laboratorio in condizioni controllate è stato instaurato il processo di autodepurazione, ponendo 300 ml dell'acqua da esaminare in beckers mantenuti alla temperatura di 20° C in condizione di luce naturale e di saturazione di ossigeno ottenuta mediante agitazione con barra magnetica (Tacchi e Montanari, 1984). Sono stati quindi evidenziati i microrganismi che partecipano al processo depurativo, esaminando quelli che si insediano o aderiscono su vetrini coprioggetto delle dimensioni di 22x22 mm posti perpendicolarmente sotto il pelo libero dell'acqua mediante infissione a supporti. Ponendo il vetrino da esaminare su un vetrino portaoggetto lasciandone immutata la posizione e cambiando piano di osservazione mediante diversa messa a fuoco, si esaminano (al microscopio ottico a 400X in contrasto di fase) entrambe le facce di uno dei due lati più distanti dall'angolo infisso al supporto, per una lunghezza corrispondente a tutto un lato ed un larghezza equivalente al diametro del campo visivo. Gli esami vanno effettuati dopo 24 e 48 ore di trattamento. Ai microrganismi rilevati per ogni campo visivo a 400 ingrandimenti vengono assegnati i seguenti valori numerici:

Batteri dispersi:

- 10 per ogni campo in cui si superano i 100 organismi
- 50 per ogni campo in cui si superano i 500 organismi

Batteri flocculati:

- 10 per aggregati di dimensioni inferiori ad 1/4 del campo visivo
- 25 per aggregati compresi tra 1/2 e 1/4 del campo visivo
- 50 per aggregati estesi per più di 1/2 del campo visivo

Batteri filamentosi: 1 per ognuno di dimensioni superiori a 5 μm
Protozoi zooflagellati: 1 per ciascuno di essi
Protozoi ciliati: 1 per ciascuno di essi

Nel caso non si rilevi qualcuno di questi gruppi viene assegnato ad esso valore 1.

Il valore dell'inquinamento organico (V.I.O.) risulta dall'applicazione della seguente formula:

V.I.O. = Valore Batteri × Valore Protozoi zooflagellati × Valore Protozoi ciliati

e sarà tanto più elevato quanto più alto è l'inquinamento dell'acqua da analizzare.

Il V.I.O. complessivo (V.I.O.m) della prova sarà dato dalla media dei V.I.O. a 24 e 48 ore.

Risultati

Dai dati riportati in Tab. 1 si evidenzia un'elevata quantità di inquinamento organico nelle vicinanze dello scarico ed una sua progressiva diminuzione mano a mano che i punti di prelievo si allontanano.

Il gradiente è confermato sia dai dati del VIOm che da quelli dei coliformi fecali e dell'ammoniaca. Gli alti valori delle deviazioni standard mostrano la variabilità dell'inquinamento derivante dal fatto che l'impianto di depurazione è stato, nel corso dell'anno 1998, soggetto a pause nel funzionamento. Inoltre le

Tab. 1 - Risultati delle analisi effettuate mensilmente nel 1998.
Results of the analysis made every month on 1998.

Distanza (m) dallo scarico	Media annuale Dev. Std.	VIOm	COF/100ml	N-NH4 mg/l
5	Media annuale	1151247	64279	5,39
	Dev. Std.	2890716	127001.1	6,3
240	Media Dev.Std.	134760	20197	1.42
	Dev. Std.	206264.7	27461.1	0,8
750	Media Dev.Std.	3180	2373	0.34
	Dev. Std.	6120.4	2707.2	0,38
2.750	Media Dev.Std.	916	412	0.13
	Dev.Std	1187.8	421.9	0.25
3.000	Media Dev.Std.	146	299	0.03
	Dev.Std.	176.5	390.4	0.03

acque di tipo misto (scarichi urbani ed acque di pioggia) che affluiscono all'impianto determinano una notevole variazione della qualità dell'effluente.

Conclusioni

Lo sviluppo dei microrganismi considerati nelle condizioni del test (coltura in batch) è determinato principalmente dalla presenza della sostanza organica che ne causa lo sviluppo nella fase di crescita esponenziale. Nella differenza tra il controllo delle 24 e 48 ore viene così "amplificata" e resa più evidente la situazione di inquinamento, rendendo il test adatto a rilevare i differenti gradi di inquinamento organico delle acque. La possibilità di venire espresso in indici numerici, ricavati dal rilevamento di microrganismi ubiquitari, permette sempre il confronto tra situazioni ambientali diverse.

Ringraziamenti

Gli autori sono grati alle Dott. C. Lasagna e F. Palumbo (A.M.G.A. S.p.A.) per la collaborazione nella realizzazione del presente lavoro.

Bibliografia

CAVALLO R.A., LATORRE F., DE FILIPPIS M. (1994) - Valutazione dell'inquinamento del Mar Picccolo di Taranto: parametri microbiologici e indici biologici. *Biol. Mar. Medit.,* **1** (1): 271-272.

COSTERTON J.W., IRVIN T.R. (1981) - The Bacterial Glicolax in Naturae and Disease. *Ann. Re. Microbiol.*, **32:** 299.

PAOLETTI A. (1975) - *Oceanografia medica ed inquinamento.* Liguori Editore s.r.l. Napoli.

SLADECEK V. (1973) - System of water quality from the biological point of view. *Arch. Mycrobiol. Ergeb. Limnol.*, **7**: 1-212.

STRASKRABOVA V., LEGNER M. (1969) - The quantitative relation of Bacteria and Ciliates to water pollution. *Advances in water pollution research.* Pergamon Press: 57-74.

TACCHI B., MONTANARI M. (1983-84) - Valutazione del grado di inquinamento di un'acqua per mezzo di microrganismi marini (Protozoi ciliati e Diatomee). *Nova Thalassia,* **6**: 419-424.

TACCHI B., MONTANARI M. (1985) - Research to determine the extent of organic pollution of the Genoese coastal Water-Diatom/ciliated Protozoa ratios. *Oebalia*, **11**-3 N.S.: 875-878.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 933-935

M. VISALLI, G. MARICCHIOLO, V. MICALE, L. GENOVESE

Istituto Sperimentale Talassografico - CNR, S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

UTILIZZO DELL'HPLC PER LA DETERMINAZIONE DEL CORTISOLO PLASMATICO IN SPECIE ITTICHE

HIGH-PRESSURE LIQUID CHROMATOGRAPHY AS A METHOD FOR DETERMINATION OF FISH PLASMA CORTISOL

Abstract

A method for cortisol determination in the plasma of some species of marine teleosts by HPLC is reported. Results obtained are discussed in order to determine the possibility of using this technique in aquaculture.

Key-words: *cortisol, HPLC, fish, aquaculture.*

Introduzione

I pesci di allevamento possono essere soggetti a particolari situazioni che alterano la condizione fisiologica «normale»; a tale alterazione viene attribuito il nome generico di stress.

Numerosissimi sono i fattori capaci di indurre stress nei pesci. In particolare le modificazioni delle caratteristiche ambientali e gli interventi legati alla gestione rappresentano gli stimoli stressanti più comuni nelle condizioni di allevamento.

Lo stress, a lungo termine, può risultare negativo per la salute del pesce causando una serie di conseguenze più o meno gravi fra le quali la soppressione del sistema immunitario con conseguente maggiore predisposizione alle malattie (Parker, 1986).

È evidente quindi che l'individuazione ed il controllo dello stress rappresentano il presupposto di base per una gestione ottimale in acquacoltura. Particolarmente significativa si rivela a tale scopo la determinazione del cortisolo plasmatico che nei pesci rappresenta il corticosteroide predominante rilasciato come risposta ad uno stimolo stressante. La sua concentrazione ematica dà una buona stima circa l'ampiezza e la durata dello stress (Wedemeyer *et al.*, 1990).

Lo scopo del presente lavoro è quello di proporre un metodo di dosaggio del cortisolo basato sull'utilizzo della cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC).

Materiali e metodi

Per verificare la validità del metodo è stato utilizzato il plasma di diverse specie ittiche (*Pagellus erythrinus*, *Pagellus bogaraveo*, *Seriola dumerili*, *Epinephelus marginatus*).

- Preparazione dello standard: la soluzione standard veniva preparata diluendo il cortisolo (Sigma Chemical, Italia) in metanolo (5mg/ml).
- Preparazione del campione: il sangue, prelevato dall'arco branchiale dopo anestesia del pesce con 2-Fenossietanolo (0.2 ml/l), veniva eparinizzato e suc-

cessivamente centrifugato alla velocità di 3000 rpm per 10 minuti; il plasma così ottenuto veniva conservato a -20°C fino al momento dell'analisi.

L'isolamento del cortisolo dal plasma veniva effettuato tramite una colonna per estrazione in fase solida del tipo CHROMABOND C18 (Delchimica Scientific Glassware). La prima fase consisteva nel condizionamento dell'adsorbente con 2 vol. di colonna di metanolo e 2 vol. di colonna di acqua distillata cui seguiva l'applicazione del campione. Successivamente, dopo avere praticato un lavaggio dell'adsorbente con 2 ml di acqua/acetone (8:2) ed avere fatto asciugare la colonna per circa 3 minuti sotto vuoto, veniva eluito il cortisolo con 2x500 ml di metanolo. Infine, dopo aver portato a secco alla temperatura di 40°C la soluzione metanolica, l'estratto veniva ridisciolto in 50 ml di metanolo e 20 ml venivano iniettati nell'HPLC.

– Condizioni cromatografiche: il dosaggio del cortisolo veniva effettuato utilizzando come fase mobile una miscela costituita da acqua/metanolo/isopropanolo (50:35:15) per i primi 6 minuti; tale passaggio veniva fatto seguire da un lavaggio con metanolo della durata di 4 minuti. La colonna utilizzata era: Ultrasphere ODS C18 5 mm (4.6x250mm). La lunghezza d'onda era di 240 nm. La velocità di flusso era di 1 ml/min.

Risultati

Il tempo di ritenzione del cortisolo corrisponde a 2.5 minuti. Dal confronto delle figure 1 e 2 risulta che nel cromatogramma relativo al campione il picco corrispondente al cortisolo si presenta ben separato e quindi facilmente identificabile e distinguibile dagli altri componenti.

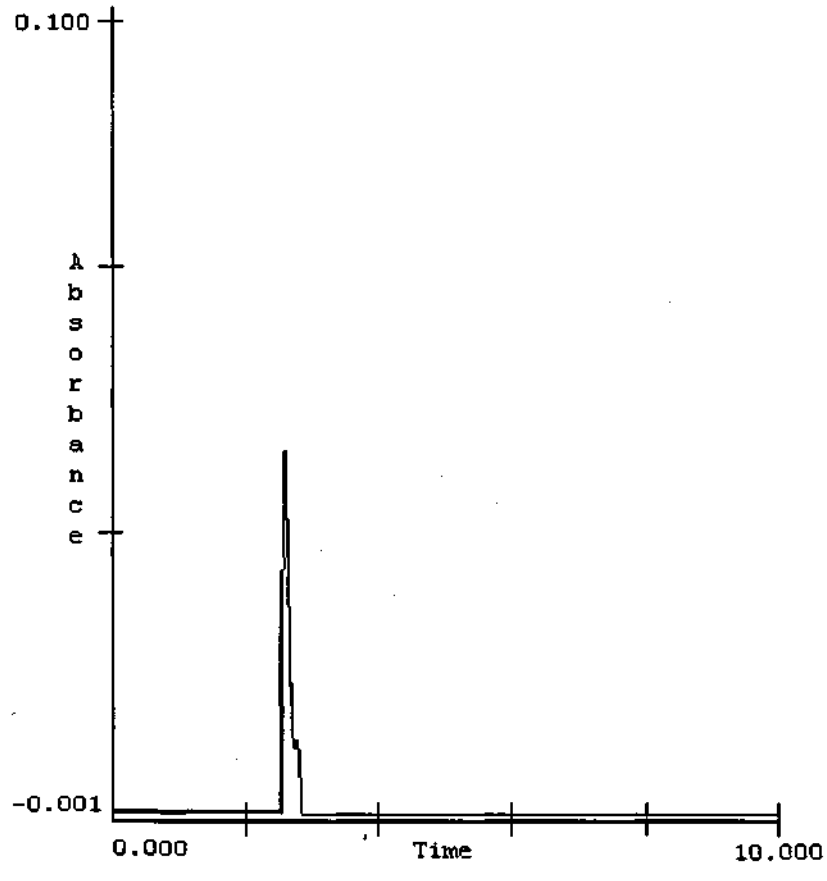


Fig. 1 – Cromatogramma dello standard.
The HPLC chromatogram of standard.

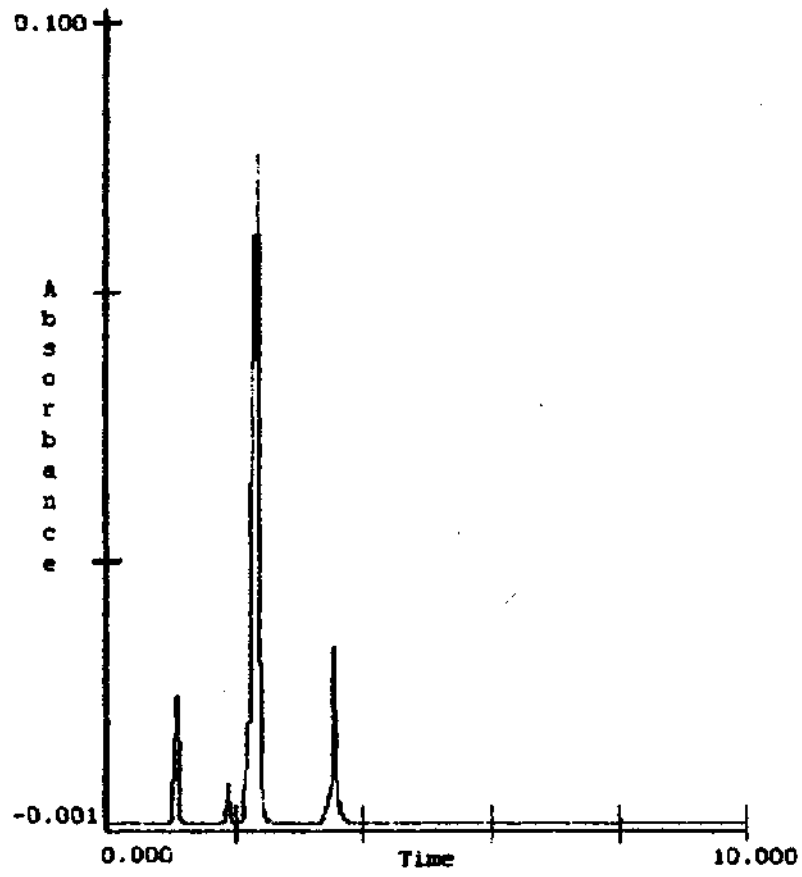


Fig. 2 – Cromatogramma del plasma di pesce.
The HPLC chromatogram of fish plasma.

Discussione e Conclusioni

Considerato il tempo di ritenzione del cortisolo risulta evidente che il metodo proposto consente di separare in tempi brevi tale ormone dagli altri steroidi presenti nel plasma del pesce, mediante un unico procedimento. L'adozione di tale metodica presenta degli indubbi vantaggi rispetto ad altri metodi classici (Lantto, 1982): alto grado di sensibilità, accuratezza e specificità; buona risoluzione dei picchi; facilità e rapidità nell'esecuzione; ottima versatilità di impiego.

Infine, il preliminare utilizzo dell'estrazione in fase solida per la preparazione del campione conduce, grazie alla rimozione dei componenti interferenti del materiale di partenza, ad un isolamento selettivo e ad una concentrazione del componente considerato permettendo un maggiore range di sensibilità. Inoltre assicura un bassissimo consumo di solventi, nonché un enorme risparmio di tempo, requisiti entrambi importanti in termini di economicità in un sistema analitico di routine in acquacoltura.

Bibliografia

LANTTO O. (1982) – Radioimmunoassay and liquid-cromatographic analysis for free cortisol in urine compared with isotope dilution-mass spectrometry. *Clin. Chem.*, **28** (5): 1129-1132.

PARKER N.C. (1986) – Lo stress e le sue complicazioni nei pesci di allevamento. In: E. Grimaldi e H. Rosenthal (eds), *Tendenze e problemi dello sviluppo dell'acquacoltura. Atti della 2ª Conferenza Internazionale sull'allevamento acquatico "Acquacoltura '84"*, Verona, Italia, 12-13 Ottobre: 167-177.

WEDEMEYER G.A., BARTON, B.A. AND MCLEAY D.J. (1990) – Stress and acclimation. In: C.B. Schreck, P.B. Moyle (eds), *Methods for Fish Biology*, American Fisheries Society: Bethesda, MD: 451-489.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 936-938

G. ZAPPALÀ, E. CRISAFI, G. CARUSO

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Spianata San Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

ESEMPI DI APPLICAZIONE DI TECNOLOGIE AVANZATE NEL MONITORAGGIO MARINO COSTIERO

ADVANCED TECHNOLOGIES FOR MARINE COASTAL MONITORING: SOME APPLICATIONS

Abstract

Environment use and development cannot be achieved without a sound comprehension of the processes ruling its behaviour.

Some advanced technology devices are here presented, together with data collected, chosen among the most representative of the use of automatic monitoring instruments for environment knowledge.

***Key-words**: environment monitoring, pollution.*

Introduzione

Lo studio della variabilità delle condizioni ambientali o, più in generale, degli ecosistemi è molto importante per la migliore comprensione e previsione dei fenomeni naturali.

Inoltre, tramite la conoscenza "di base" dell'ambiente, è possibile riconoscere quelle alterazioni, di origine umana, meritevoli di successiva attenzione o immediato allarme (es. fenomeni di inquinamento acuto causati da incidenti industriali, immissione non autorizzata nell'ambiente di sostanze tossiche, sversamenti di idrocarburi...).

Non solo, ma grazie all'approfondita conoscenza dell'ecosistema, è possibile effettuare stime di impatto ambientale di insediamenti produttivi o antropici fondate su criteri scientifici e non influenzate da inclinazioni o preclusioni nei confronti delle specifiche attività.

L'Istituto Sperimentale Talassografico CNR di Messina ha sviluppato e messo a punto alcuni sistemi a tecnologia avanzata che uniscono ad un costo contenuto affidabilità e flessibilità d'impiego per la realizzazione di reti di monitoraggio.

Materiali e metodi

La piattaforma per monitoraggio costiero è stata realizzata come prodotto finale del Progetto Strategico CNR per il Monitoraggio Automatico dell'Inquinamento Marino; interamente progettata e costruita a Messina è stata installata alla fine del 1996 in prossimità di uno dei principali scarichi fognari della città, in una zona caratterizzata da fenomeni di elevato idrodinamismo.

La piattaforma è stata attrezzata con sonda CTDO, analizzatori colorimetrici di ioni ammonio e fosfato, centralina meteo, nonchè con un campionatore per analisi batteriologiche appositamente progettato, dotato di otto bottiglie di prelievo, per la raccolta e fissazione di campioni di acqua. Su questi ultimi è stata condotta la ricerca del microorganismo *Escherichia coli*, scelto come principale indicatore di contaminazione di origine fecale (Zappalà *et al.*, 1998a).

Un ulteriore sistema, idoneo all'uso da postazione fissa, è stato realizzato nell'ambito delle attività del "PRISMA 2" (Programma Ricerca e Sperimentazione Mar Adriatico 2) ed installato nell'estate 1997 nella piattaforma CNR "Acqua Alta" collocata nella laguna veneta (45°18'8 N, 12°30'5 E), equipaggiata per misure sullo strato superficiale con sonda CTDO ed analizzatore colorimetrico di ioni ammonio; recentemente è stata predisposta anche l'acquisizione di parametri di direzione e velocità vento. La temperatura dell'acqua viene misurata anche tramite un radiometro (Zappalà *et al.*, 1998b).

Risultati

La figura 1 confronta i dati di temperatura e coliformi misurati dal 21 al 25 marzo 1997 nella piattaforma di Messina; sono evidenti i maggiori livelli di carica batterica nei campionamenti mattutini. I valori mostrano l'esistenza di un "livello base" di *E. coli,* essendo la piattaforma ancorata in un sito permanentemente nel pennello di dispersione della fognatura, come rilevato anche dalla misura del contenuto in ioni ammonio (2 - 6 μM) e dai valori di salinità (usualmente < di 36.5), con incrementi e decrementi legati ai flussi delle correnti disperdenti le acque reflue in maggiore o minore prossimità della piattaforma.

La figura 2 mostra i dati di temperatura dell'acqua (misurata con radiometro) ed ammoniaca (misurata con colorimetro automatico Micromac Systea) rilevati nella piattaforma di Venezia il 23 e 24 febbraio 1999. Appare evidente come l'arrivo di corpi di acqua più caldi (di chiara origine adriatica) porti ad un drastico calo dell'ammoniaca misurata (ovviamente contenuta in maggior quantità nelle più fredde acque di origine continentale).

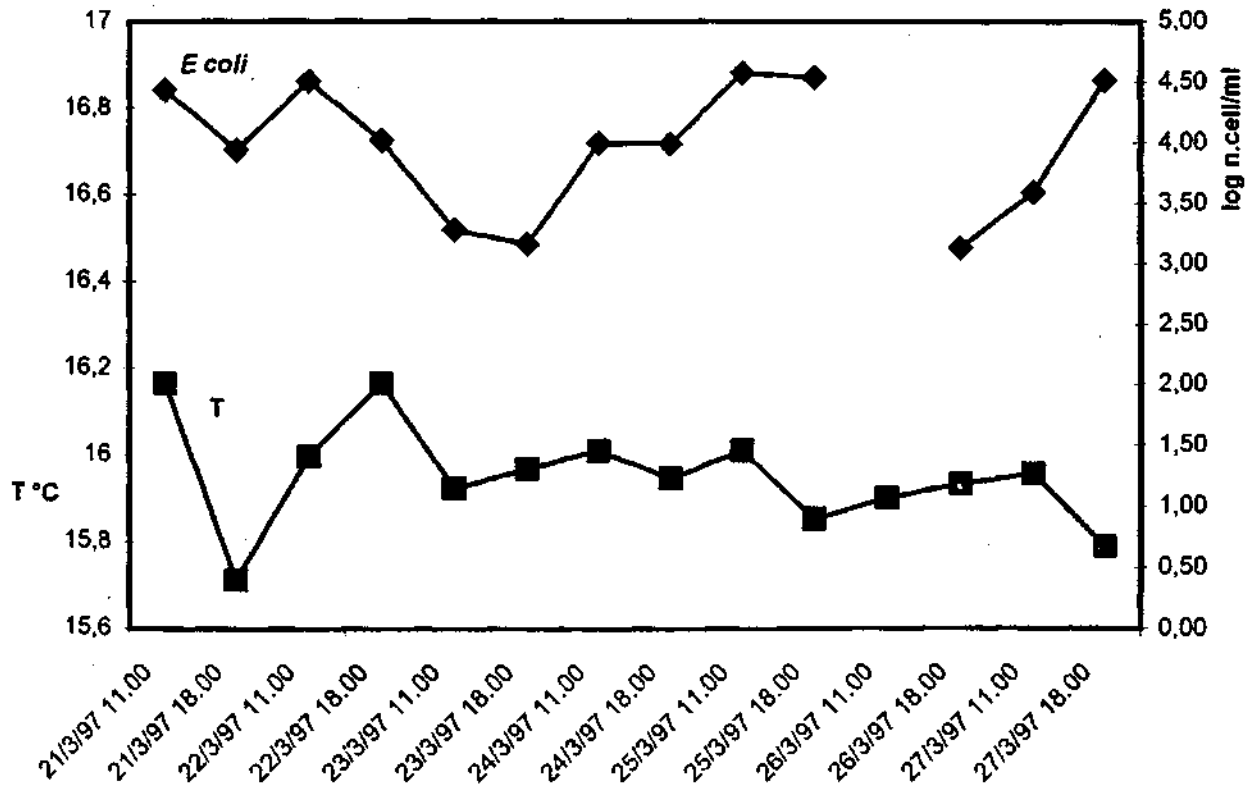


Fig. 1 - Valori di temperatura e carica batterica registrati dalla Piattaforma di Messina.
Temperature and bacterial density values measured in Messina Platform.

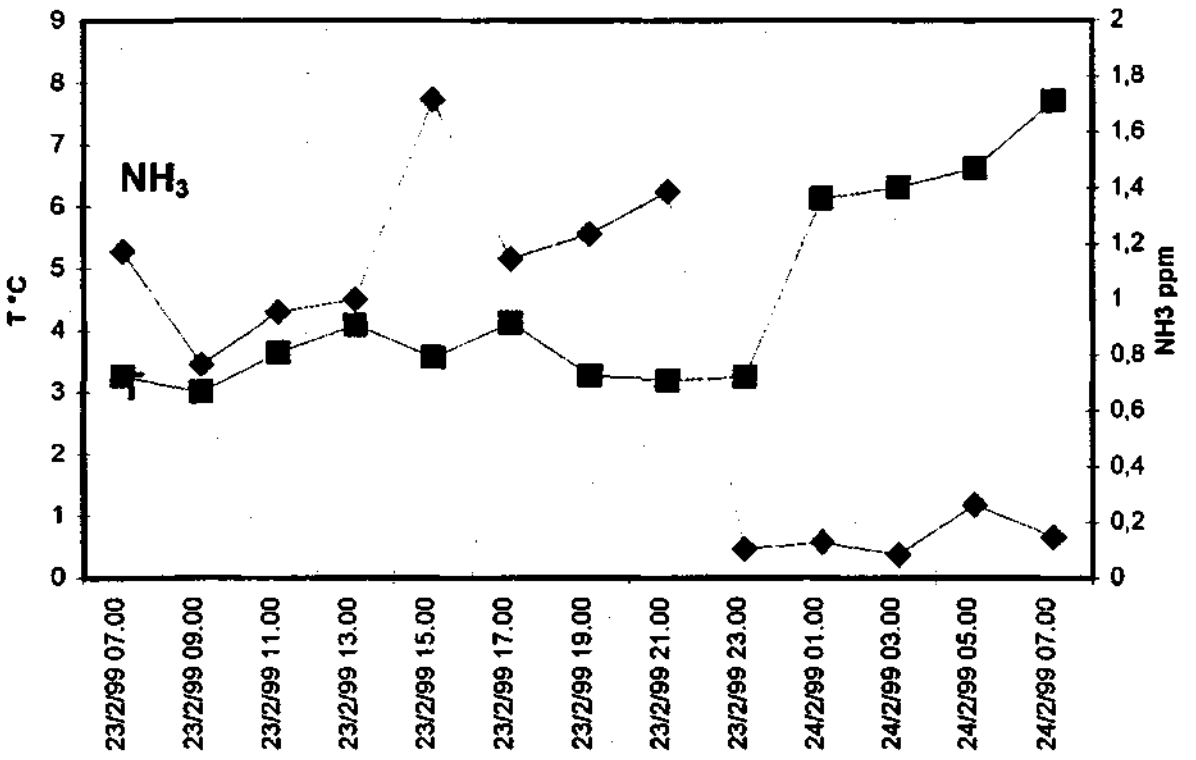


Fig. 2 - Temperatura ed ammoniaca misurati nello strato superficiale nella Piattaforma di Venezia.
Surface temperature and ammonia measured in Venice Platform.

Utilizzando come traccianti parametri fisici (Temperatura e Salinità) è possibile stimare la variabile influenza del sistema costiero in termini di apporto di acqua di origine fluviale, e quindi, dalla misura dello ione ammonio, ipotizzare un modello di dispersione.

Conclusioni

I risultati ottenuti dimostrano le buone prestazioni su campo dei sistemi di monitoraggio sviluppati che, grazie alla loro flessibilità ben si prestano ad ulteriori espansioni.

Bibliografia

ZAPPALÀ G., CRISAFI E., CARUSO G., AZZARO F., MAGAZZÙ G. (1998a) - Coastal monitoring by an advanced technology platform. *Oceanology International 98 - The Global Ocean, Brighton 10-13 March 1998,* **1:** 69-84

ZAPPALÀ G., ALBEROTANZA L., CRISAFI E. (1998b) - Automatic monitoring on an unmanned offshore platform. *Ocean Community Conference 98, Baltimore 16-19 November 1998*, **1:** 585-589

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 939-942

L. Castriota, S. Campagnuolo, G. Sunseri

Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare, STS Palermo, Via E. Amari, 124 - 90139 Palermo, Italia.

SULLA CATTURA DI QUATTRO ESEMPLARI DI *APTERICHTHUS ANGUIFORMIS* (PETERS, 1877) (OSTEICHTHYES: OPHICHTHIDAE) IN UN FONDALE DELL'ISOLA DI USTICA

CATCHES OF *APTERICHTHUS ANGUIFORMIS* (PETERS, 1877) (OSTEICHTHYES: OPHICHTHIDAE) IN THE USTICA ISLAND

Abstract

Four specimens of Apterichthus anguiformis *(Osteichthyes: Ophichthidae) were caught nearby the Ustica Island. First morphometric and meristic data of this species from the Southern Tyrrhenian Sea are reported.*

Key-words: Apterichthus anguiformis, *Ophichthidae, soft bottoms, Ustica Island, meristic and morphometric data.*

Introduzione

Nell'ambito di un programma di ricerca sulla valutazione degli effetti dello scarico iperalino di un dissalatore sulle comunità bentoniche dell'isola di Ustica, sono stati catturati 4 esemplari di *Apterichthus anguiformis* (Peters, 1877) appartenenti alla famiglia Ophichthidae. Di questa specie, ritenuta presente in Mediterraneo e Atlantico nord-orientale, poco o nulla si conosce. In passato, gli esemplari catturati in Mediterraneo sono stati confusi con *A. caecus* (L., 1758), presente anch'esso in Mediterraneo, e classificati come unica specie con nomi diversi (Blache e Bauchot, 1972). Moreau (1881) lo descrive come *Sphagebranchus caecus* (non L., 1758) e Lozano Rey (1947) come *Caecula caeca* (non L., 1758). E' stato inoltre riportato in Atlantico orientale da Bini (1970) come *Caecula anguiformis* (Peters, 1876) e da Blache *et al.* (1970) come *Sphagebranchus sp. aff. anguiformis* (Peters, 1876).

Anche sulla distribuzione esistono scarse e vaghe notizie in letteratura. Bauchot (1986) riporta la presenza di tale specie nelle isole Baleari, Nizza e probabilmente in tutto il Mediterraneo centro-occidentale, e nell'Atlantico orientale probabilmente dal Marocco all'arcipelago di Capo Verde. Golani (1996) segnala un esemplare (LT = 114 mm) nella costa di Israele. Lungo le coste italiane è stato segnalato un esemplare (LT = 280 mm) nel Golfo di Manfredonia, a -25 m su un fondo prevalentemente fangoso ad *Aporrhais pespelecani* e *Corbula gibba* (Bello e Rizzi, 1988) e uno nel Tirreno meridionale su sabbia ghiaiosa (Castriota e Campagnuolo, 1998). Poco si conosce sulla biologia di questa specie: vive tra i 10 e i 40 metri, in fondi fangosi e sabbiosi; in Maggio-Giugno avviene lo spawning in Mediterraneo (Bauchot, 1986); si nutre di policheti e anfipodi (Castriota e Campagnuolo, 1998).

Materiali e metodi

Sono stati eseguiti tre campionamenti nell'arco di un anno, utilizzando una benna van Veen 0.1 m^2, a -50 m, in tre stazioni differenti tra P.ta Gavazzi e P.ta

dell'Arpa ed effettuando cinque repliche per stazione. Il fondale è caratterizzato da sabbia ghiaiosa con granuli di origine biodetritica, melobesie incrostanti e con struttura a "prâlines", e clasti di origine vulcanica; la componente faunistica è rappresentata da specie caratteristiche della biocenosi del detritico costiero con la presenza di specie reofile (Castriota *et al.*, 1998).

Risultati e conclusioni

Sono stati catturati in totale quattro esemplari in quattro repliche differenti, di cui due effettuate in uno stesso campionamento (novembre '97).

Sia i caratteri morfologici (Tab. 1), sia quelli meristici (le vertebre sono state contate tramite radiografie, Tab. 2) corrispondono a quelli di due esemplari catturati in Mediterraneo (il primo proveniente da Nizza, il secondo di origine sconosciuta) descritti come *Verma anguiformis* (Peters, 1877) da Blache e Bauchot (1972). L'unica eccezione riguarda il dato relativo all'altezza del corpo, riportato per l'esemplare di Nizza; tuttavia, il numero esiguo di esemplari non ci consente di spiegare la differenza riscontrata.

Tab. 1 - Dati morfometrici di *Apterichthus anguiformis* (isola di Ustica) paragonati a due esemplari mediterranei. riportati da Blache e Bauchot (1972) (Nizza e provenienza sconosciuta).

Morphometric data of Apterichthus anguiformis *from Ustica Island compared with two Mediterranean specimens reported by Blache and Bauchot (1972) (Nice and unknown locality).*

	Ustica n. 1	Ustica n. 2	Ustica n. 3	Ustica n. 4	Nizza	Ignoto
Data di cattura	**5-11-96**	**15-7-97**	**11-11-97**	**11-11-97**		
CARATTERI MORFOMETRICI						
Lunghezza totale (mm)	290	167	241	227	431	493
Peso (g)	3,95	1,06	2,56	2,5	-	-
In % della lunghezza preanale:						
Altezza del corpo	3,4	3,8	3,5	3,6	1,9	2,8
Lunghezza del tronco	86,9	86,8	85,3	87,2	87,1	87,7
Lunghezza della testa	13,2	13,2	14,7	12,8	12,3	14,9
In % della lunghezza totale:						
Altezza del corpo	1,7	2	1,7	1,9	1	1,4
Lunghezza del tronco	42,8	45,2	42,5	44,9	41,2	44,7
Lunghezza preanale	49,3	52,1	49,8	51,5	49,5	50,7
In % della lunghezza della testa:						
Altezza del corpo	26,1	28,7	23,9	28,3	15,7	21,6
Lunghezza preorbitale	19,2	20,4	18,5	20,7	18	20,7
Diametro oculare	5,3	7	6	5,7	4,3	7,4
Distanza interorbitale	7,7	6,1	7,4	8,7	7,7	8,6
Lunghezza dell'apertura boccale	36,2	40	37,5	54,7	34,5	37,8
Altezza dell'apertura branchiale	7,5	6,1	8,5	8,7	6,6	9,7
Larghezza dell'istmo	5,9	6,1	4	4,7	3,2	6,5

Tab. 2 - Dati meristici di *Apterichthus anguiformis* (isola di Ustica).
Meristic data of Apterichthus anguiformis *(Ustica Island).*

CARATTERI MERISTICI	Ustica n. 1	Ustica n. 2	Ustica n. 3	Ustica n. 4
Vertebre totali	156	156	153	153
Pori della linea laterale:				
prebranchiali	4+2	4+2	4+2	4+2
preanali	72	72	66	68
postanali	77	78	82	79
Pori della testa:				
sopratemporali	3	3	3	3
preorbitali	3	3	3	3
sopraorbitali	1	1	1	1
postorbitali	2	2	2	2
preopercolomandibolari	7	7	7	7
interorbitale mediano	1	1	1	1
prenarici	1	1	1	1
internarici	2	2	2	2
postnarici	3	3	3	3

Osservazioni su un esemplare, tenuto in vita per un periodo di due mesi in acquario, ci hanno confermato le abitudini di scavatore, in accordo con Bauchot (1986). L'animale vive infatti sotto la sabbia da cui affaccia la testa solo per respirare e, probabilmente, per cacciare.

La specie non era mai stata studiata nel Tirreno meridionale.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano i Drr. M. Midiri e L. Polizzi del Policlinico Universitario di Palermo per la preparazione delle radiografie.

Bibliografia

BAUCHOT M.L. (1986) - Ophichthidae. In: P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds), *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean,* Unesco, Paris, 2: 577-585.

BELLO G., RIZZI E. (1988) - I Teleostei raccolti nell'Adriatico meridionale nelle campagne sperimentali di pesca a strascico 1985-87. *Quad. Ist. Ric. Pesca Marittima*, **5** (1): 77-90.

BINI G. (1970) - *Atlante dei Pesci delle Coste Italiane.* Mondo Sommerso Editrice Roma, 2: 308 pp.

BLACHE J., BAUCHOT M.L. (1972) - Contribution à la connaissance des Poissons Anguilliformes de la côte occidentale d'Afrique. 13e note: les genres Verma, Apterichthus,

Ichthyapus, Hemerorhinus, Caecula, Dalophis avec la description de deux genres nouveaux (Fam. des Ophichthidae). *Bull. IFAN*, sér A, **34** (3): 692-773.

BLACHE J., CADENAT J., STAUCH A. (1970) - Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental entre le 20e parallèle nord et le 15e parallèle sud. *Faune trop.*, ORSTOM, Paris, **18**: 479 pp.

CASTRIOTA L., CAMPAGNUOLO S. (1998) - First record *of Apterichtus anguiformis* (Anguilliformes, Ophichthidae) in the Southern Tyrrhenian Sea. *Cybium*, **22** (2): 198-200.

CASTRIOTA L., SUNSERI G., VIVONA P. (1998) - Primi dati sui popolamenti zoobentonici dei fondi mobili dell'area compresa tra Punta Gavazzi e Punta dell'Arpa (Isola di Ustica, Tirreno Meridionale*). Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 530-533.

GOLANI D. (1996) - The marine ichthyofauna of the Eastern Levant. History, inventory, and characterization. *Isr. J. Zool.*, **42**: 15-55.

LOZANO REY L. (1947) - Peces ganoideos y fisostomos. *Mem. R. Acad. Ciencias ex. fis. nat.*, **11**: 839 pp.

MOREAU E. (1881) - *Histoire naturelle des Poissons de la France.* Editions G. Masson. Paris, **3**: 697 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 943-946

L. CASTRIOTA, G. SUNSERI, M.G. FINOIA*, P. VIVONA, A.M. BELTRANO

Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare, STS Palermo,
Via E. Amari, 124 - 90139 Palermo, Italia.
*ICRAM, sede, Roma, Italia.

EFFETTI DELLO SCARICO IPERALINO DI UN DISSALATORE SULLA FAUNA BENTONICA NELL'ISOLA DI USTICA (TIRRENO MERIDIONALE)

EFFECTS OF A HYPERHALINE DISCHARGE FROM A DESALINATION PLANT ON ZOOBENTHIC COMMUNITIES IN THE USTICA ISLAND (SOUTHERN TYRRHENIAN SEA)

Abstract

The soft-bottom macrofauna near a hyperhaline discharge of a desalination plant was sampled before and after its activation, at two stations (impact and control site) using a van Veen grab. Significant differences in abundance between the stations after the plant activation were found. Main effects were recorded on polychaetes, crustaceans and molluscs, decreasing at the impact site.

Key-words: *zoobenthos, soft bottoms, hyperhaline, Ustica Island, desalination plant.*

Introduzione

L'area compresa tra P. Gavazzi e P. dell'Arpa, nella zona sud-ovest dell'isola di Ustica, da fine Novembre '96 è soggetta allo scarico iperalino, proveniente da un dissalatore, caratterizzato da una salinità di circa 70‰, una temperatura di 2.5°C in più rispetto a quella ambientale e una portata massima di 30.000 kg/h. Le variazioni di tali fattori abiotici possono avere degli effetti più o meno importanti sugli organismi bentonici che vivono in prossimità dello scarico: dall'aumento dell'abbondanza e della diversità (Giammona e Darnell, 1990), all'impoverimento quali-quantitativo delle specie (Hardy, 1983), alla sostituzione di alcune specie con altre (Mackin in Hardy, 1983), alla totale distruzione delle comunità bentoniche (Chesher, 1975). Ci si è proposti quindi di descrivere la composizione del macrozoobenthos di fondi mobili nell'area suddetta, prima e dopo l'attivazione dell'impianto, al fine di valutare gli effetti dello scarico su tali organismi.

Materiali e metodi

Lo sbocco dell'affluente iperalino è situato su un sedimento di sabbia ghiaiosa con granuli di origine biodetritica, melobesie e clasti vulcanici (Castriota *et al.*, 1998). Nell'area in esame (Fig. 1), soggetta a forti correnti di fondo, nel novembre '96 e nel luglio '97, ossia prima e dopo attivazione del dissalatore, sono stati prelevati campioni di sedimento con una benna van Veen (0,1 m^2), in due stazioni, alla profondità di 50 metri: (A) in corrispondenza della bocca, sito di impatto; (B) a circa 20 m a est da A, al di fuori della zona di impatto, controllo. Sono state eseguite 5 repliche per stazione (Stirn, 1981). I campioni sono stati setacciati con maglia 0,5 mm e fissati in formalina al 5%. Gli organismi

raccolti sono stati determinati a livello di specie o di taxon superiore. Per ciascun campione sono stati calcolati i seguenti indici: abbondanza (N), dominanza (D)(May, 1979), ricchezza specifica (S), indice di diversità specifica di Shannon-Weaver (H')(Pielou, 1974). Per N e S vengono riportati i valori medi per stazione. E' stato condotto il test del χ^2 di Pearson (Hampton, 1994) per valutare l'omogeneità delle repliche e, quindi, testare le differenze tra le stazioni, per le variabili N e S, considerando valori significativi per probabilità $P \leq 0,05$.

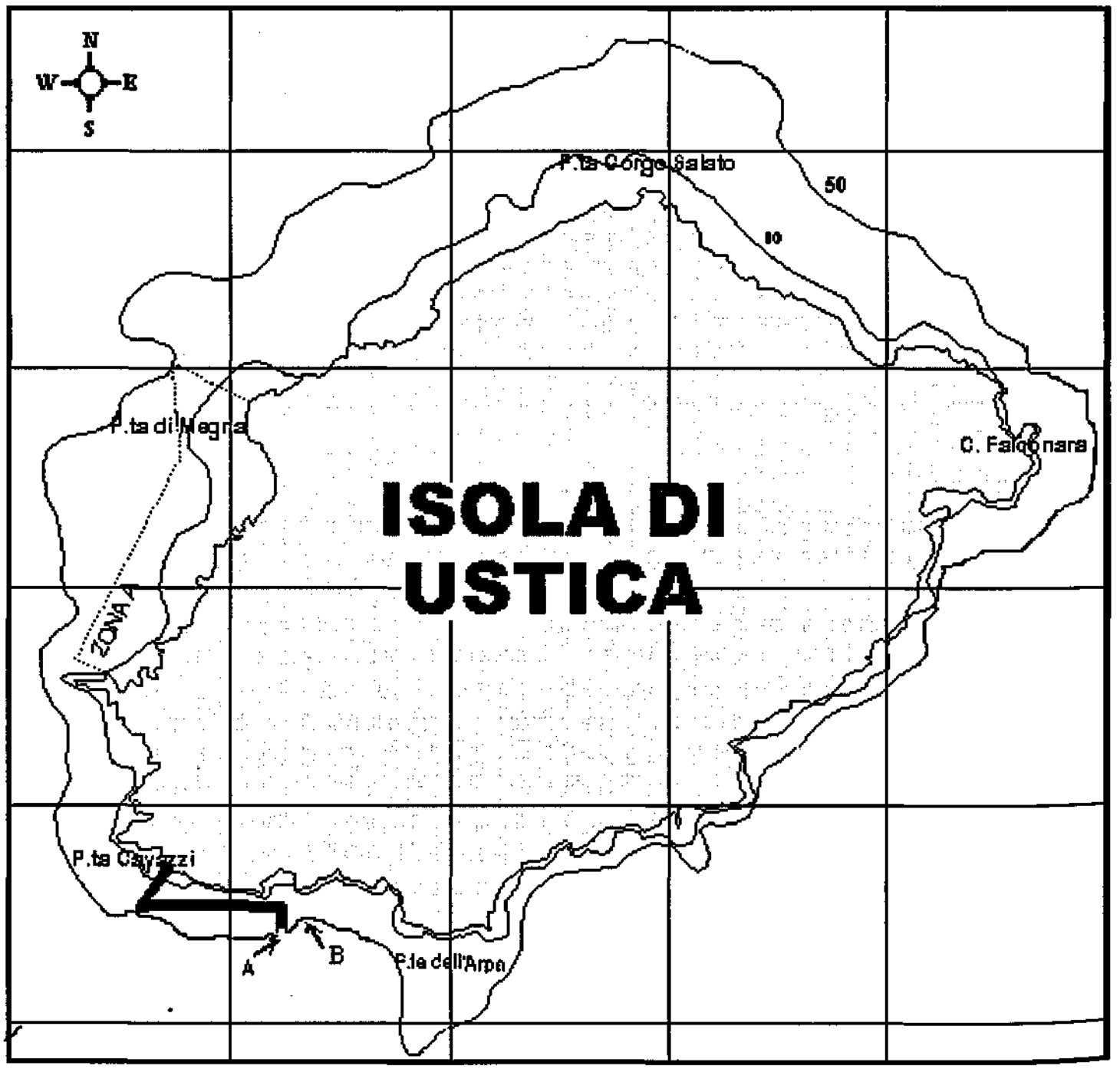


Fig. 1 - Isola di Ustica: tubo di scarico del dissalatore e stazioni di campionamento.
Map of the Ustica Island showing the discharge pipe and the benthic sampling stations.

Risultati

Sono stati raccolti 4492 organismi per un totale di 217 taxa. I valori di N, D, S e H' sono riassunti in Tab. 1.

Tab. 1 - Abbondanza media ± e.s., indice di dominanza, ricchezza specifica media ± e.s. e indice di diversità di Shannon-Weaver riportati per taxa in due stazioni (A e B), prima e dopo attivazione del dissalatore (nov. '96 e lug. '97).

Mean abundance ± s.e., dominance index, mean richness ± s.e. and Shannon-Weaver diversity index, recorded for each taxon at two stations (A e B), before and after the desalination plant activation (nov. '96 and jul. '97).

		Abbondanza (N)		Dominanza (D)		Ricchezza specifica (S)		Indice di Shannon Weaver (H')	
		nov. 96	lug. 97	nov. 96	lug. 97	nov. 96	lug. 97	nov. 96	lug. 97
policheti	A	105.6 ± 5.4	64.4 ± 6.1	0,45	0,63	30.8 ± 0.7	16.6 ± 1.4	3,10	2,64
	B	96.6 ± 5.5	159.2 ± 10.9	0,42	0,48	25 ± 1.2	29.4 ± 1.2	3,05	3,00
crostacei	A	67.8 ± 6.3	7.2 ± 1.7	0,29	0,07	20.2 ± 0.9	4.4 ± 0.8	3,04	2,53
	B	73.0 ± 7.7	40.2 ± 4.4	0,32	0,12	18.4 ± 1.1	16.2 ± 1.1	3,03	3,12
molluschi	A	9.2 ± 0.7	1.4 ± 0.2	0,04	0,01	6.8 ± 0.4	1 ± 0.1	2,71	0,96
	B	11.4 ± 1.0	7.8 ± 1.0	0,05	0,02	6.2 ± 0.5	4.2 ± 0.4	2,58	2,03
echinodermi	A	3.4 ± 0.2	0	0,01	0,00	1.6 ± 0.2	0	1,09	-
	B	4.0 ± 0.5	2.0 ± 0.3	0,02	0,01	1.2 ± 0.3	1.4 ± 0.2	1,24	0,90
sipunculidi	A	33.2 ± 2.9	13.8 ± 3.0	0,14	0,14	1.8 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0,11	0,00
	B	29.2 ± 5.8	60.6 ± 8.8	0,13	0,18	1.4 ± 0.1	1.2 ± 0.1	0,08	0,04
altri	A	16.2 ± 1.5	15.2 ± 2.7	0,07	0,15	2.6 ± 0.2	2.2 ± 0.2	0,49	0,36
	B	13.4 ± 2.3	65.2 ± 13.3	0,06	0,19	2.4 ± 0.3	4.6 ± 0.5	0,57	0,52

L'omogeneità delle repliche è dimostrata da valori di P, compresi tra 0.47 e 0.99, altamente non significativi, per le variabili N e S.

In novembre, le indagini statistiche non mostrano differenze significative tra le stazioni A e B, sia nel n. di individui ($\chi^2_4 = 5.01$) che nel n. di specie ($\chi^2_4 = 0.39$). I policheti dominano sugli altri gruppi, seguiti dai crostacei. Così anche l'indice di diversità calcolato per tutti i taxa in A e in B mostra valori simili. Molluschi ed echinodermi sono scarsamente rappresentati in entrambe le stazioni.

In luglio, le stazioni mostrano differenze significative in termini di N ($\chi^2_4 = 41.35$ $P < 0.001$); il valore ottenuto per S ($\chi^2_4 = 6.05$), pur non essendo significativo, si discosta notevolmente da quello di novembre. La stazione A riporta, infatti, i valori più bassi di N e di S per tutti i gruppi esaminati. I policheti sono il gruppo più rappresentato, seguiti dai crostacei; gli echinodermi sono completamente assenti in A. Inoltre, in questa stazione si rileva una più bassa diversità per tutti i taxa rispetto al controllo.

Conclusioni

L'analisi della macrofauna bentonica ha mostrato che il flusso iperalino proveniente dallo scarico del dissalatore sembra influenzare la struttura della comunità ad esso soggetta. Essa mostra, infatti, una più accentuata dominanza dei policheti e una minore diversità specifica rispetto a quella di controllo. Inoltre, in accordo con Hardy (1983), in corrispondenza del sito di impatto si ha un

impoverimento nell'abbondanza e nella ricchezza specifica per tutti i taxa, particolarmente evidente in policheti, crostacei e molluschi che sono i gruppi più rappresentativi.

Studi a lungo termine sulle fluttuazioni delle comunità in esame potrebbero essere maggiormente esplicativi circa le dinamiche bentoniche in relazione ai fattori di impatto.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Dr. Fabio Badalamenti del Laboratorio di Biologia Marina IRMA CNR di Castellammare del Golfo per i preziosi consigli sulla determinazione di alcuni policheti.

Bibliografia

CASTRIOTA L., SUNSERI G., VIVONA P. (1998) - Primi dati sui popolamenti zoobentonici dei fondi mobili dell'area compresa tra Punta Gavazzi e Punta dell'Arpa (isola di Ustica, Tirreno meridionale). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 530-533.

CHESHER R.H. (1975) – Biological impact of a large-scale desalination plant at Key West, Florida. In: E.J. Ferguson Wood and R.E. Johannes (eds), *Tropical Marine Pollution*, Elsevier Oceanography Series, Elsevier, Amsterdam, 12: 99-153.

GIAMMONA C.P., DARNELL R.M. (1990) - Environmental effects of the Strategic Petroleum Reserve Program on Louisiana continental shelf communities. *Amer. Zool.*, **30**: 37-43.

HAMPTON R.E. (1994) - *Introductory biological statistics*. Wm.C. Brown Publishers, Iowa, U.S.A.: 233 pp.

HARDY J.T. (1983) – Hyperhaline communities of the Red Sea and Arabian Peninsula and potential effects of brine disposal. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish.*, Cairo, **9**: 321-330.

MAY R.M. (1979) – Patterns of species abundance and diversity. In: Cody M.L., Diamond J.M. (eds), *Ecology and Evolution of Communities*, 4: 81-120.

PIELOU E.C. (1974) – *Population and community ecology: principles and methods.* Gordon and Breach Sci. Publ., New York: 424 pp.

STIRN J. (1981) - Manual of methods in aquatic environment research. Part 8. Ecological assessment of pollution effects. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **209**: 71 pp.

Biol. Mar. Medit. (2000), 7 (1): 947-952

G. Sunseri, E. Amato[1], M. Gabellini[1], M. Giani[2],
D. Pellegrini[1], E. Romano[1]

Icram, STS Palermo, via E. Amari, 124 - 90139 Palermo, Italia.
[1]Icram, Sede, via di Casalotti 300, 00166 Roma, Italia.
[2]Icram, STS Chioggia, viale Stazione 5, 30015 Chioggia (Ve), Italia.

METALLI IN TRACCIA IN SEDIMENTI SUPERFICIALI DEI FONDALI CIRCOSTANTI L'ISOLA DI USTICA (TIRRENO MERIDIONALE).

TRACE METALS IN SUPERFICIAL SEDIMENTS SURROUNDING USTICA ISLAND (SOUTHERN TYRRHENIAN SEA)

Abstract

Extensive studies were carried out at Ustica Island on trace metals (Pb, Cd, Hg, Cu, Cr, Mn, Fe, and Zn) in superficial sediments. A series of 24 samples was collected using a Shipeck grab. The sediments have been analysed using Differential Pulse Voltammetry (DPV) and Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry (DPASV). On the basis of the enrichment factors in respect to Fe as a normalizer an anthropogenic source for Pb can be distinguished.

Key-words: *Ustica Island, trace metals, sediments, DPV, DPASV.*

Introduzione

I metalli in traccia rappresentano dei buoni indicatori di eventuali alterazioni ambientali provocate dall'attività umana, in quanto sono inquinanti conservativi che non subiscono in breve tempo degradazione e come tali vengono immessi direttamente o trasportati per via atmosferica e fluviale fino al mare (Aubert *et al.*, 1981), dove vengono distribuiti in fase disciolta o particellata (Hirose, 1990) e viaggiando con le correnti finiscono per accumularsi nei sedimenti e nel biota (Martin *et al.*, 1991).

L'Isola di Ustica trovandosi al centro di un complesso sistema di circolazione nel Tirreno, ed essendo lontana da poli industriali o da grossi complessi portuali, risulta un sito particolarmente adatto ad evidenziare i processi di diffusione su larga scala di microinquinanti (Béthoux *et al.*, 1990).

Per questi motivi si è condotto uno studio intenso che ci permettesse di valutare la eventuale presenza e distribuzione di metalli in traccia nei sedimenti superficiali (Santschi *et al.*, 1990) attorno all'Isola di Ustica.

Materiali e metodi

Sono state condotte tre campagne di prelievo tra giugno 1994 e luglio 1995 su 24 stazioni attorno all'Isola di Ustica (Fig. 1), da noi tracciate sulla carta nautica in base a precedenti rilievi dei fondali condotti con Side-Scan-Sonar, con profondità che andava da -53 m a -580 m.

I prelievi sono stati effettuati con benna Shipeck a cucchiaio e le stazioni venivano memorizzate e successivamente raggiunte mediante sistema di puntamento GPS della Furuno.

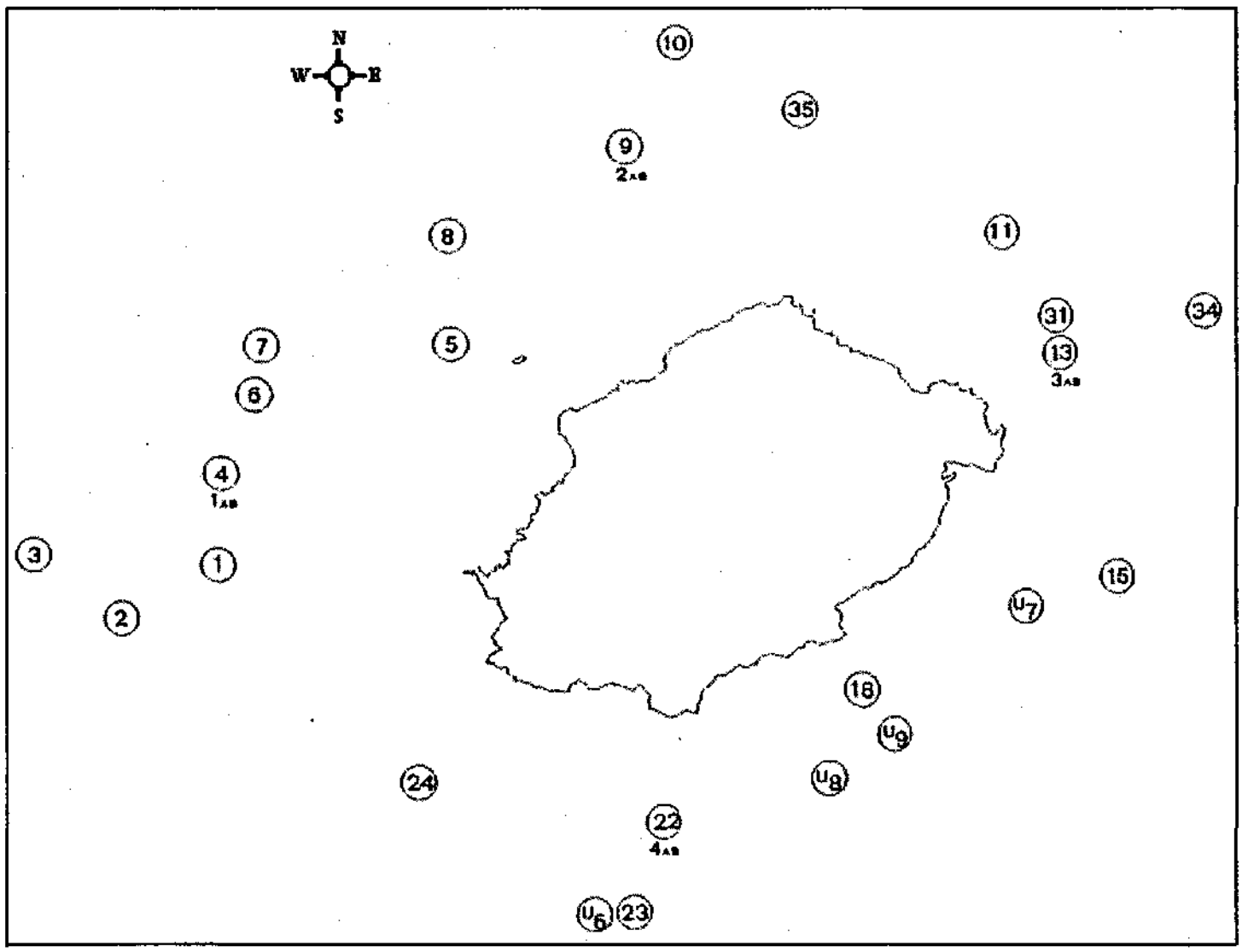


Fig. 1 - Isola di Ustica e stazioni di campionamento.
Map of the Ustica Island showing the sampling stations.

Per ogni campione è stata determinata la distribuzione granulometrica, dopo pretrattamento con soluzione di perossido di idrogeno e acqua distillata, mediante setacciatura con setacci Giuliani, serie ASTM, da -1, 1, 2, e 4 Phi (dove Phi = $\log_2$ del valore in mm delle dimensioni dei granuli), essiccatura e pesata.

Per distruggere le matrici organiche ed eventuali sostanze che potessero interferire con l'analisi, i campioni sono stati mineralizzati con la seguente metodica: 0.5 g di ogni campione in bombe di teflon con 5 ml di HNO_3 e 2 ml di HCl sono stati posti in forno a microonde Milestone MLS 2000; in un secondo ciclo si è ripetuta l'operazione aggiungendo 4 ml di HF; infine si sono aggiunti 30 ml di H_3BO_3 portando a volume con acqua distillata e deionizzata. L'analisi chimica è sata effettuata con tecniche voltammetriche ad impulsi differenziali (DPV e DPASV) mediante un Analizzatore Polarografico AMEL Mod. 433-A. Si è utilizzato un elettrodo a goccia di mercurio (HMDE), Ag-AgCl come elettrodo di riferimento e un controelettrodo di platino. Per l'analisi di Hg si è utilizzata una cella esterna con elettrodo ad oro, controelettrodo di platino, elettrodo di riferimento al calomelano. Sono stati determinati Pb, Cd, Hg, Cu, Cr, Mn, Fe e Zn.

Per alcuni campioni e per alcuni metalli in traccia si è proceduto ad ulteriore determinazione analitica in doppio con Spettrofotometro ad Assorbimento Atomico (AAS) della Varian (Spectra AA 30) con fornetto di grafite o in fiamma a seconda del metallo considerato.

Tutte le determinazioni sono state validate compiendo ognuna delle operazioni descritte anche su sedimento marino di riferimento del National Research Council of Canada (BCSS-1) (Tab. 1), del quale erano già noti i tenori in metalli in traccia.

Tab. 1 - Accuratezza dei dati analitici ottenuti con Assorbimento Atomico (AAS) e con metodi elettrochimici (DPASV) rispetto al sedimento di riferimento.
Accuracy of analytic data obtained with atomic absorption (AAS) and electrochimical methods (DPASV) compared reference sediment.

	Cadmio	Cromo	Manganese	Mercurio	Piombo	Rame	Zinco
AAS	0%	-0,6%	–	–	8,4%	-3,8%	–
DPASV	23%	0,97%	0,48%	-1,20%	4,60%	-0,57%	0,42%

Risultati e discussione

I risultati ottenuti per i metalli in traccia, espressi in mg/Kg riferiti al peso secco, risultano di interpretazione molto complessa perché manca ancora una standardizzazione del procedimento di mineralizzazione dei sedimenti, delle metodiche analitiche e del rapporto fra i tenori in metalli dei sedimenti e la composizione granulometrica degli stessi. Si è allora fatto riferimento ai dati bibliografici omologhi che già danno buone indicazioni (Wollast, 1995) e si notano valori di Piombo superiori ai 40 mg/Kg in sedimenti di stazioni con profondità superiori ai 250 m e con composizione granulometrica che vedeva una frazione pelitica superiore al 35% (Tab. 2), mentre la media del contenuto in piombo di sedimenti superficiali di fondali del Mediterraneo occidentale riportata in letteratura è compresa fra 12 e 28 mg/Kg (Fernex *et al.*, 1995).

Ma per una più puntuale valutazione si è considerato il fattore di arricchimento determinato rapportando le concentrazioni dei metalli con quella corrispondente di un elemento conservativo (Szefer, 1988), elemento cioè la cui concentrazione è dominata dalla concentrazione naturale, molto più elevata di eventuali immissioni antropogeniche. Nel nostro caso si è scelto il ferro come elemento conservativo e la normalizzazione della concentrazione del metallo rispetto alla concentrazione del ferro è stata poi riportata su scala logaritmica rispetto alle stazioni ordinate secondo le frazioni pelitiche crescenti, per meglio visualizzare la distribuzione dei valori ottenuti (Fig. 2).

Si nota un andamento regolare di zinco, cromo e rame, ed un andamento irregolare dei rapporti Cd/Fe, Hg/Fe e Pb/Fe.

L'andamento irregolare del cadmio resta però dubbio perché i risultati della determinazione differivano di un +23% rispetto ai valori del materiale sedimentario di riferimento. Per il mercurio si deve invece ricordare che nel Tirreno vi sono apporti abnormi da distretti minerari vicini (anomalia del mercurio) (Bacci, 1989).

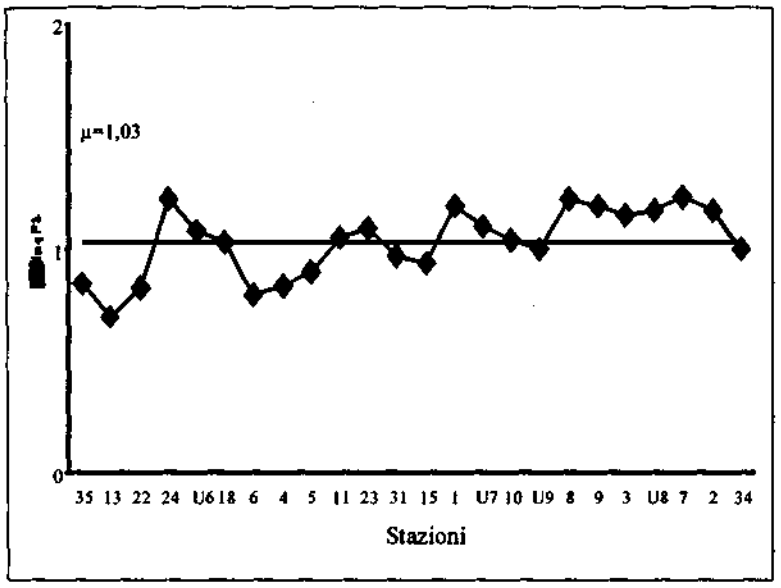
Resta molto probabile l'origine antropica del piombo (Buat-Ménard, 1986) che presenta irregolarità nel 46% delle stazioni, tutte comprese nel settore SO-NO,

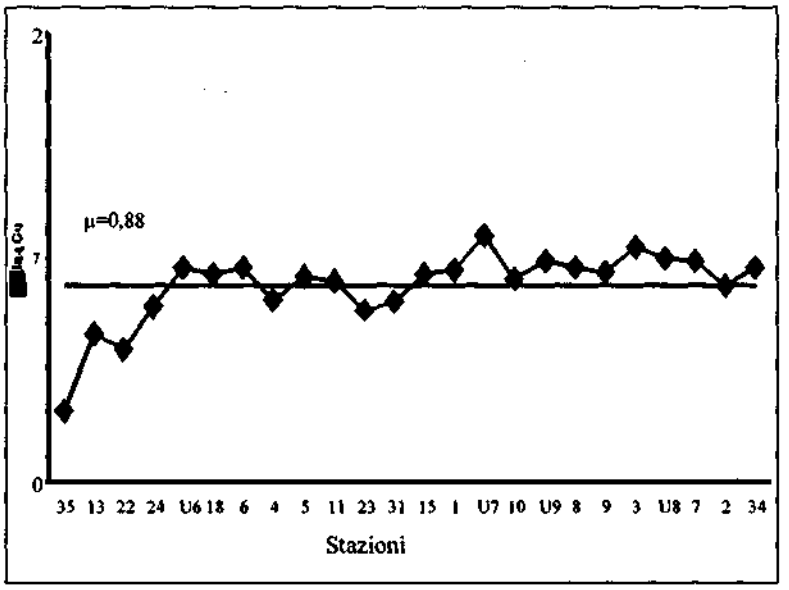
di cui il 64% con frazione pelitica >30% ed il 91% con profondità >200 m. Una tale valutazione deve comunque essere confermata con altre determinazioni analitiche condotte su carote sedimentarie che possono far risalire al periodo preindustriale ed escludere definitivamente presenze non naturali di questo metallo (Chester *et al.*, 1993; Grousset *et al.*, 1995).

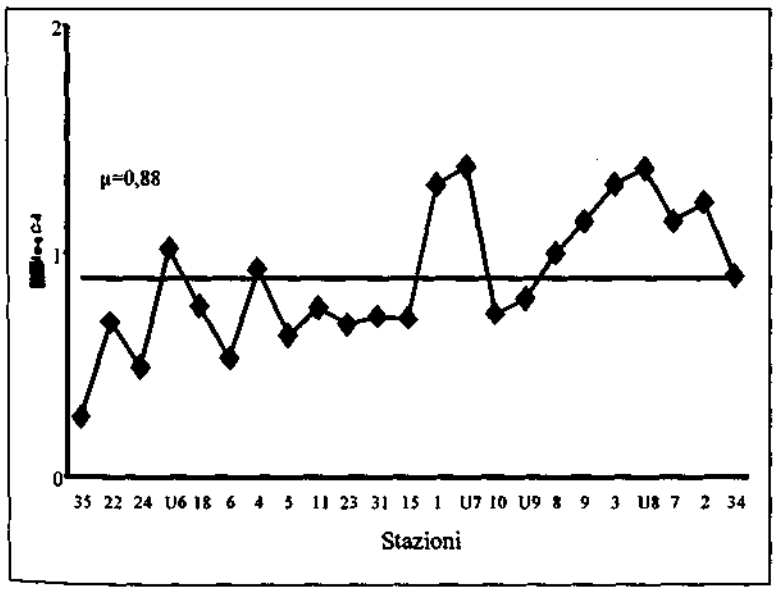
Tab. 2 - Valori delle concentrazioni in mg/kg degli elementi determinati nei campioni di sedimento con DPASV e con DPV.

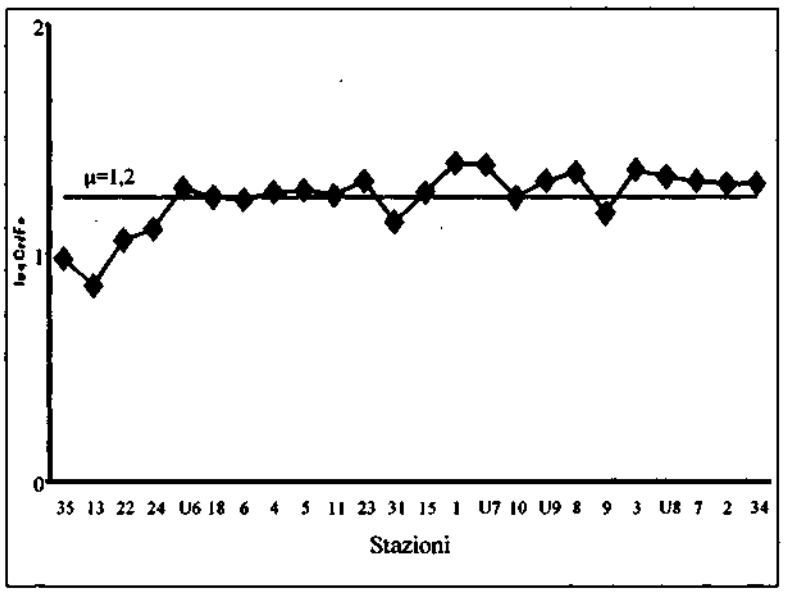
Concentration in mg/kg of analysed elements in marine sediment with DPASV and DVP.

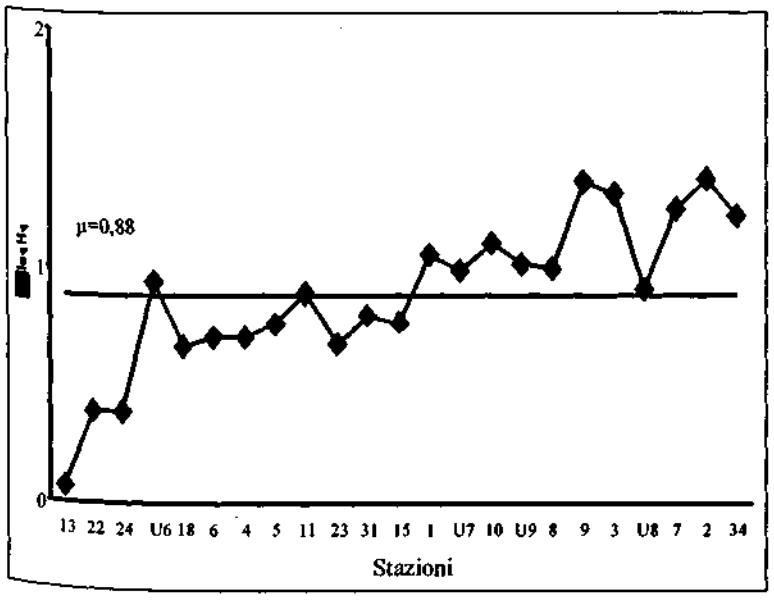
Stazioni	Profondità (m)	Sabbia	Pelite %	Pb	Cd	Hg	Cn	Cr	Mn	Fe	Zn
1	245	65,7	34,3	37,15	0,48	0,27	21,85	59,37	324,8	2425	82,3
2	350	36,9	63,1	48,15	0,54	0,77	24,92	65,81	518,9	3260	112,4
3	289	55,4	44,6	35,41	0,51	0,52	28,41	58,4	418,3	2528	95,82
4	204	92,3	7,7	12,5	0,15	0,09	12,15	33,15	159,4	1816	79,38
5	119	87,3	12,7	15,16	0,008	0,11	15,8	35,61	182,2	1905	65,85
6	219	92,7	7,3	11,38	0,06	0,09	16,46	30,29	149,5	1789	58,74
7	286	50,6	49,4	45,09	0,37	0,47	26,4	54,92	485,3	2673	102,3
8	304	56,4	43,6	43,12	0,25	0,26	23,75	58,25	389,5	2580	82,34
9	125	55,6	44,6	39,5	0,35	0,59	22,4	37,92	385,8	2564	78,43
10	330	60,1	39,9	27,06	0,13	0,31	20,05	42,45	376,3	2465	101,8
11	166	87,1	12,9	19,88	0,1	0,14	14,21	31,95	181,4	1780	61,81
13	115	99,8	0,2	8,5	–	0,02	7,84	12,3	95,5	1703	19,23
15	275	72,1	27,9	19,21	0,11	0,13	18,93	40,1	285,9	2203	80,92
18	210	94,9	5,1	12,56	0,1	0,08	14,96	30,18	142,7	1748	75,41
22	120	99,2	0,8	11,25	0,08	0,04	6,54	18,5	103,6	1662	35,46
23	246	86,9	13,1	23,45	0,09	0,09	11,36	39,12	179,4	1907	68
24	222	98,6	1,4	27,8	0,05	0,04	10,21	21,3	108,6	1670	57,85
31	102	86	14	18,12	0,1	0,12	12,56	26,4	181,6	1935	35,85
34	580	35,5	64,5	29,41	0,23	0,49	26,46	58,76	529	2930	152,6
35	53	100	0	11,65	0,03	–	3,4	15,94	97,8	1650	29,41
U6	243	95,6	4,4	20,87	0,18	0,15	15,66	32,71	124,8	1734	98,56
U7	285	63,5	36,5	26,92	0,51	0,21	26,81	50,62	283,2	2130	95,42
U8	369	52,2	47,8	36,15	0,58	0,2	25,15	52,1	465,6	2460	86,95
U9	376	58,7	41,3	24,55	0,15	0,25	23,96	49,15	310,7	2429	93,48
BCSS	–	–	–	25,23	0,308	0,115	19,57	135	240,1	–	124,1











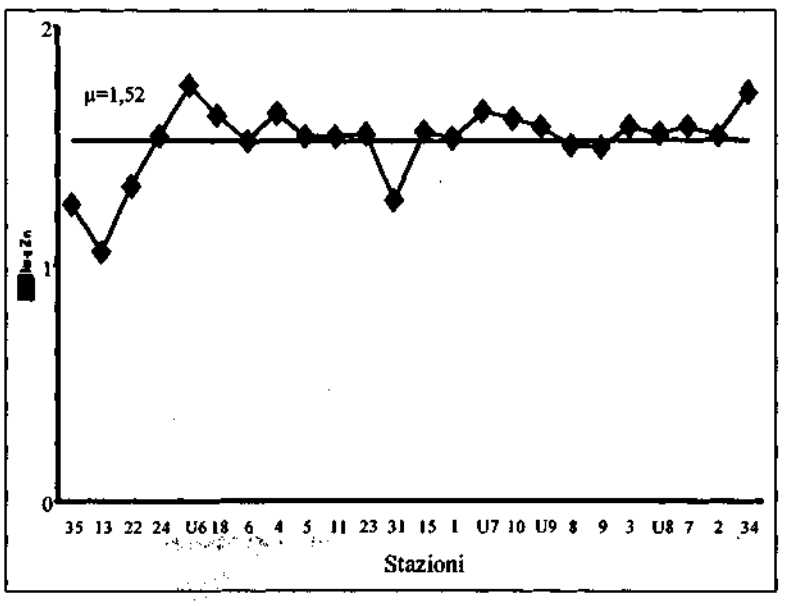


Fig. 2 - Andamento dei valori logaritmici dei metalli normalizzati al Fe, secondo le stazioni con frazione pelitica crescente.

Log values of metals normalized to Fe, at the stations with increasing pelitic fraction.

Ringraziamenti

Si ringrazia particolarmente la Dott.ssa Anna Maria Beltrano per l'elaborazione dei dati e la stesura della relazione.

Bibliografia

AUBERT M., REVILLON P., FLATAN G., BREITTMAYER J.PH., AUBERT J. (1981) - Métaux lourds dans les mers d'Europe. Ed. *R.I.O.M.*, Nice: 100-127.

BACCI E. (1989) - Mercury in the Mediterranean. *Mar. Poll. Bull.*, **20**: 67-73.

BÉTHOUX J.P., COURAU P., NICOLAS E., RUIZ-PINO D. (1990) - Trace metal pollution in the Mediterranean sea. *Oceanol. Acta*, **13**: 481-488

BUAT-MÉNARD P. (1986) - Air to sea transfer of anthropogenic trace metals. In: Reidel (ed.), *The role of air-sea exchange in geochemical cycling*: 497-498.

CHESTER R., MURPHY K.J.T., LIN F.J., BURRY A.S., BRADSHAW G.A., CORCORAU P.A. (1993) - Factors controlling the solubilities of trace metals from non-remote aerosols deposited to the sea surface by the 'dry' deposition mode. *Mar. Chem.*, **42**: 107-126

FERNEX F., MIGON C., FEVRIER G., ARNOUX A. (1995) - Transport du plomb atmosphérique en Méditerranée Occidentale et stockage de ce métal dans les sédiments d'une zone profonde. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **34**: 162-163.

GROUSSET F.E., QUETEL C.R., THOMAS B., DONARD O.F.X., LAMBERT C.E., GUILLARD F., MONACO A. (1995) - Anthropogenic vs. lithogenic origins of trace metals in water column particles: northwestern Mediterranean sea. *Mar. Chem.*, **48**: 291-310.

HIROSE K. (1990) - Chemical speciation of trace metals in seawater: implication of particulate trace metals. *Mar. Chem.* **28**: 267-274.

MARTIN L., SALIOT A. (1991) - Bilancio degli apporti fluviali ed atmosferici degli elementi e dei composti chimici nel Mediterraneo Occidentale. Ed. *A.R.P.E. - 3° Rencontre, Actes du colloque*: 61-66.

SANTSCHI P., HOHENER P., BENOIT G., BUCHHOLTZ-TEN BRINK M. (1990) - Chemical processes at the sediment-water interface. *Mar. Chem.*, **30**: 269-315.

SZEFER P. (1988) - Distribution and possible sources of some elements in the sediment cores of the southern Baltic. *Mar. Chem.*, **23**: 109-129.

WOLLAST R. (1995) - Biogeochemical model of trace elements in the western Mediterranean sea. *Rapp. Comm. Int. Mér Médit.*, **34**: 143-146.

INDICI

INDICE GENERALE

PARTE PRIMA

Elenco dei Partecipanti al XXX Congresso SIBM III

Relazioni ad invito:

RYLAND J.S. - European Marine Biology: past, present and future 1

RELINI G. - La Biologia Marina in Italia 28

Tema 1 - *Risorse marine e sviluppo sostenibile*

Comunicazioni

CASTALDELLI G., BARTOLI M., ROSSI R. - Rilascio di ammonio e consumo di ossigeno nella colonna d'acqua in seguito a risospensione del sedimento superficiale 78

DE VITTOR C., FALCONI C., PREDONZANI S., FONDA UMANI S. - Effetti della mitilicoltura sui sedimenti costieri del Golfo di Trieste 85

MELLEY A., INNAMORATI M., MORI G. - Cambiamenti termoalini e delle risorse trofiche delle acque intermedie levantine nel Mediterraneo 93

VALLISNERI M., PICCINETTI C., STAGNI A.M., COLOMBARI A., TINTI F. - Dinamica di popolazione, accrescimento, riproduzione di *Solea vulgaris* (Quensel 1806) nell'alto Adriatico 101

ZAMBONI A., ROSSI M., MANNINI A., GATTO A., FIORENTINO F. - La capacità di rinnovo della triglia di fango (*Mullus barbatus*, L., 1758) in Mar Ligure sulla base della relazione adulti-reclute 107

COLLOCA F., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. - Sforzo di pesca, catture e gestione dello stock di nasello (*Merluccius merluccius*) in un'area del Tirreno centrale 117

INNAMORATI M., MELILLO C., GIOVANARDI F. - Rilascio bentonico dei nutrienti nella Laguna di Orbetello 130

Tema 2 - *La catena del pascolo, del detrito e microbial loop*

Relazioni

FONDA UMANI S. - Dalla soluzione salina all'idrogel 140

RUSSO G.F. - Catene di pascolo e di detrito nei sistemi marini: caratteri generali e prospettiva del bentonologo 155

Comunicazioni

BERGAMASCO A., FONDA UMANI S. - Modellare il flusso di carbonio in alto Adriatico: problematiche e potenzialità 168

FONDA UMANI S., BERAN A., CABRINI M., CATALETTO B., DEL NEGRO P., DE VITTOR C. - Prime misure dei principali flussi energetici nel comparto pelagico del Golfo di Trieste: autunno 1998 180

PUDDU A., ALBERIGHI L., DEL NEGRO P., MANGANELLI M., ZACCONE R. - Cicli giornalieri di produzione e abbondanza microbiche in acque costiere superficiali del nord Adriatico 196

ZOPPINI A., PUDDU A., CHIARELLA P., DI RADO B., PETTINE M. - Fattori che influenzano l'utilizzo del DOC in Adriatico settentrionale 206

DEL NEGRO P., LONG R.A., RAMANI P., WELKER C., PUDDU A., FONDA UMANI S., AZAM F. - Efficienza del circuito microbico in presenza di mucillagine 214

LEONARDI M., AZZARO F., AZZARO M., DECEMBRINI F., MONTICELLI L.S. - Ciclo della sostanza organica nell'ecosistema lagunare di Tindari (ME) 222

MANINI E., GAMBI C., DANOVARO R., FABIANO M. - Meiobenthic grazing rates on bacteria and microphytobenthos in the Northern Adriatic Sea: preliminary results 233

LA ROSA T., MIRTO S., DANOVARO R., FABIANO M., MANGANARO A., MAUGERI T., MAZZOLA A. - Meiofauna and benthic microbial biomass in relation to organic matter content in a strong biodepositional system 239

MISTRI M., ROSSI G., CECCHERELLI V.U., ROSSI R. - Variazioni di struttura trofica in una comunità macrobentonica lagunare 247

GAMBI M.C., ZUPO V., LORENTINI M. - Borer organisms of the *Posidonia oceanica* scales: trophic role and ecological implications for the ecosystem 253

Poster

CAVALLO R.A., CAROPPO C., STABILI L., RIZZI C., VOZZA T. - Studio delle relazioni tra batteri eterotrofi e fitoplancton nel Mar Piccolo di Taranto 262

GENTILE G., DE DOMENICO M., GIULIANO L., LEONARDI M., DE DOMENICO E. - Distribuzione delle comunità microbiche eterotrofiche e dell'attività batterica esoproteolitica nei sedimenti in relazione alle caratteristiche tessiturali (Egadi '96) 265

GUANDALINI F., NOVELLI R., ROSSI G., RIMBANO M., FANO E.A. - Decomposizione di *Phragmites australis* (Cav.) Trin, ex Steudel in prossimità della foce dei due maggiori fiumi italiani 269

MINGAZZINI M., ONORATO L., FERRARI C.R. - Distribuzione della sostanza organica disciolta (DOM) lungo la colonna d'acqua: influenza dei processi di miscelazione e di produzione fitoplanctonica 272

PENNA A., BERLUTI S., PENNA N., MAGNANI M. - Influenza dei rapporti dei nutrienti sulla produzione di polissacaridi extracellulari *in vitro* da parte di diatomee isolate dal Mare Adriatico 278

ROSSI G., GOLDONI M., FANO E.A., ROSSI R. - Caratterizzazione funzionale del macrozoobenthos in una laguna 284

SARÀ G., CARUSO M., CATALANO D., VIZZINI S., MAZZOLA A. - L'analisi degli isotopi stabili del carbonio ($\delta^{13}C$) e dell'azoto ($\delta^{15}N$) come strumento per lo studio di una rete trofica costiera (Stagnone di Marsala, Sicilia occidentale) 288

ZACCONE R., CARUSO G., LA FERLA R., MAIMONE G., PUGLISI A., LEONARDI M. - Ciclo annuale dell'attività microbica nell'ecosistema lagunare di Tindari (Messina) 291

Tema 3 - *I Selaci*

Relazioni

VACCHI M., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. - I pesci cartilaginei nei mari italiani, una risorsa che richiede urgenti misure di tutela 296

KLIMLEY A.P., LE BOEUF B.J., CANTARA K. - The behaviour and ecology of the white shark, *Carcharodon carcharias* 312

Comunicazioni

ORSI RELINI L. - Pesche professionali, catture di verdesca, *Prionace glauca* L., e problemi di conservazione 313

GARIBALDI F., ORSI RELINI L. - Abbondanza estiva, struttura di taglia e nicchia alimentare della verdesca, *Prionace glauca*, nel santuario pelagico del Mar Ligure 324

DE METRIO G., CACUCCI M., DEFLORIO M., DESANTIS S., SANTAMARIA N. - Incidenza della pesca ai grandi pelagici sulle catture di squali 334

KLIMLEY A.P., HOLLOWAY C.F. - School fidelity and homing synchronicity of yellowfinh tuna, *Thunnus albacares* 346

RELINI G., BIAGI F., SERENA F., BELLUSCIO A., SPEDICATO M.T., RINELLI P., FOLLESA M.C., PICCINETTI C., UNGARO N., SION L., LEVI D. - I selaci pescati con lo strascico nei mari italiani 347

BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPAKONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. - Contribution on the distribution of elasmobranchs in the Mediterranean (from the Medits surveys) 385

RAGONESE S., DI STEFANO L., BIANCHINI M.L. - Catture e selettività di pesci cartilaginei nella pesca dei gamberi rossi nello Stretto di Sicilia 400

HEMIDA F., MOUMENE F., GIORDANO D. - Distribution of some ray species from the Algerian basin 412

BELLUSCIO A., SCACCO U., COLLOCA F., CARPENTIERI P., ARDIZZONE G.D. - Strategie alimentari di due specie di selaci di acque profonde, *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810) e *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758), nel Tirreno centrale 417

COSTANTINI M., BERNARDINI M., CORDONE P., GIULIANINI P.G., OREL G. - Osservazioni sulla pesca e la biologia riproduttiva ed alimentare di *Mustelus mustelus* (Chondrichtyes, Triakidae) in alto Adriatico 427

Poster

BAINO R., SERENA F. - Valutazione di abbondanza e distribuzione geografica di alcuni selaci dell'alto Tirreno e Mar Ligure meridionale 433

CIGALA FULGOSI F., NONNIS MARZANO F., GANDOLFI G., TAGLIAVINI J. - Evidence of interspecific low mitochondrial divergence between *Mustelus asterias* and *M. manazo* (Chondrichthyes, Triakidae) 440

DE ZIO V., PASTORELLI A.M., ROSITANI L. - Catture accessorie di *Prionace glauca* (L.) durante la pesca dei grandi pelagici nel basso Adriatico (1984-1998) 444

MAIORANO P., CARLUCCI R., CASAMASSIMA F., DE NICOLÒ E.V. - Incidenza dei selaci nella pesca a strascico del Mar Ionio nord occidentale 447

MARANO C.A., MARSAN R., DI TURI L. - Note sulla distribuzione e biologia dei giovanili di sagrì nero *Etmopterus spinax* (L. 1758) sui fondi epi e mesobatiali dell'Adriatico meridionale 452

SION L., D'ONGHIA G., BASANISI M., PANZA M. - Distribuzione dei selaci sui fondi strascicabili del Mar Ionio nord-occidentale 455

PARTE SECONDA

Tema 4: ***La rappresentazione cartografica nelle ricerche di Biologia Marina in Mediterraneo***

Relazione

ARDIZZONE G.D. - La rappresentazione cartografica nelle ricerche di Biologia Marina in Mediterraneo 461

Comunicazioni

COSSU A., GAZALE V., ORRÙ P., PALA D., PUDDU A. - Lineamenti morfologici e cartografia dei popolamenti bentonici di Rada della Reale nell'isola dell'Asinara (Sardegna NW) 478

DIVIACCO G., TUNESI L., IANNIRUBERTO M., PICCIONE M.E. - Rappresentazione cartografica delle informazioni biocenotiche disponibili per la fascia costiera della provincia di Savona (Mar Ligure) 488

ACUNTO S., PIAZZI L., CINELLI F. - Mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* dell'Isola d'Elba mediante sonar a scansione laterale e teledetezione aerotrasportata 495

BEDINI R., CANALI M.G., BULLERI F., BEDINI A., FANTINI R., MAGNARINI L., FRANCA A., COLANTONI P. - Mappatura del limite superiore di alcune praterie di *Posidonia oceanica* lungo la costa toscana 499

CANCEMI G., BAROLI M., DE FALCO G., AGOSTINI S., PIERGALLINI G., GUALA I. - Cartografia integrata delle praterie marine superficiali come indicatore dell'impatto antropico sulla fascia costiera 509

TORCHIA G., PALANDRI G., CIMA C., RELINI M., RELINI G. - La cartografia nello studio dell'invasione dell'alga *Caulerpa taxifolia* 517

BRESSAN G., TREBBI F., BABBINI L. - Variazioni di distribuzione batimetrica di macrofitobentos nel parco marino di Miramare (Golfo di Trieste) in rapporto a condizioni edafiche 528

AZZARO F., DECEMBRINI F., CRISAFI E. - Sequenza temporale delle condizioni termo-aline e distribuzione della biomassa fotoautotrofa nello Stretto di Messina 541

PALANDRI G., ORSI RELINI L., GARIBALDI F. - Cartografia di risorse pelagiche: primi tentativi di rappresentare in GIS l'attività dei palamiti d'altura 549
TUNESI L., PICCIONE M.E. - Rappresentazione e analisi preliminari di informazioni relative alla flottiglia da pesca artigianale del compartimento marittimo di Savona mediante G.I.S. 558

Poster

ABELLA A., SERENA F., FORTUNATI L. - Dinamica della flotta peschereccia a strascico di Viareggio descritta mediante l'uso di un sistema geografico (GIS) 565
ACUNTO S., LYONS A.P., POULIQUEN E. - Some anatomical features of *Posidonia oceanica* leaves and their importance to acoustic scattering 571
BAINO R., RIGHINI P., SILVESTRI R. - Mappatura "on desktop" delle risorse demersali 575
BOZZANO R., CASTELLANO L. - Osservazioni di praterie di *Posidonia oceanica* con un sonar ad alta frequenza 580
CANTONE G., MOLLICA E., RUSSO G.F. - Il benthos di fondo mobile del Golfo di Noto: cartografia con tecniche di interpolazione su mappa 583
GIALLARA P.A., PESSANI D., VETERE M. - Mappatura di specie protette: scogli di Capo Monte Russu (Sardegna) 588
MATARRESE A., PANZA M., MASTROTOTARO F., COSTANTINO G. - Preliminare rappresentazione cartografica dei fondali dell'arcipelago delle Isole Tremiti (Mar Adriatico) 590
PIAZZI L., ACUNTO S., PAPI I., PARDI G., CINELLI F. - Mappatura delle praterie di fanerogame marine della Toscana: situazione al 1998 594
RENDINELLA S., PESSANI D., VETERE M. - Mappatura di biocenosi e specie protette: Punta di Li Francesi (Sardegna) 597
ZAMPINO D., DI MARTINO V. - Presentazione cartografica dei popolamenti a *Laminariales* dello Stretto di Messina 599

Comitato Acquacoltura

Poster

BARBATO F., MASSINI G., CREO C., DE ANGELIS N., IMPERATRICE M, SIGNORINI A., ALLEGRO A., RENÒ M.G. - Mitigazione dell'impatto di un allevamento ittico in gabbie galleggianti tramite dispositivo di raccolta e recupero di rifiuti solidi 603
CAGNETTA P. - Mortalità di avannotti di spigola (*Dicentrarchus labrax* L.) allevati in moduli sperimentali dotati di "diaframma di fuga" 607
CAGNETTA P., CALÒ E. - Influenza del colore del mangime sulla mortalità e sulle prestazioni produttive di avannotti di orata (*Sparus aurata* L.) 610

CAMPIONI D., ZACCARINI T., MICCIARELLI SBRENNA A., SBRENNA G. - Patterns elettroforetici delle proteine gangliari di due bivalvi *Scapharca inaequivalvis* (Arcidae) e *Tapes philippinarum* (Veneridae) nel corso della maturazione gonadica 614

CANESE S., BARBATO F., MORETTI F., SCHINO G., PALLA L. - Correlazione tra la motilità e la fertilità dello sperma crioconservato di *Sparus aurata* (L.) 618

CARUSO G., GENOVESE L. - Osservazioni sulla distribuzione di enzimi digestivi in differenti specie di sparidi 621

CHESSA L.A., PAIS A., MURA F., SCARDI M., SERRA S. - Prove di riproduzione indotta e di alimentazione in *Anemonia sulcata* (Pennant) 624

FABBROCINI A., RISPOLI S., LUBRANO LAVADERA S., SANSONE G. - Effetti di soluzioni crioprotettive sulla motilità di spermatozoi di sarago (*Diplodus puntazzo* Cetti, 1777) 628

LOPIANO L., FAVALORO E. - Indici biochimici e morfologici come descrittori della crescita in giovanili allevati di *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777) 631

MARINIELLO L., ORTIS M., IPPOLITI P., D'AMELIO S., PAGGI L.. - La parassitofauna di *Sparus aurata* in gabbie galleggianti ed in popolazioni selvatiche della Laguna di Feraxi (Sardegna) 634

SAVONA B., TRAMATI C., SARÀ G. - Andamento temporale delle attività digestive in *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777) 637

Comitato Benthos

Poster

BIDDITTU A., PANNOCCHI A., PENNA M., TRABUCCO B., AMATO E., LORENZI C., FRESI E. - Osservazioni preliminari sulla comunità macrozoobentonica dei fondi mobili del Molise e confronto con i dati del Vatova del 1949 641

CAMILLI L., CASTELLI A., LARDICCI C., MALTAGLIATI F. - Studio della variabilità genetica di *Mytilaster minimus* (Mollusca: Pelecypoda) nella Laguna di Orbetello e in due habitat marini adiacenti 645

CARRETTI F., GIULIANI S., PELLEGRINI D. - Distribuzione di frequenza in taglie di una popolazione di *Corophium orientale* (Crustacea: Amphipoda) 648

CARUSO M., ROMANO C., SARÀ G. - Disponibilità della materia organica particellata per i molluschi sospensivori in due aree a differente idrodinamismo 653

CASELLATO S. - Oligocheti: una sottovalutata componente del benthos marino ed estuarino 657

CASELLATO S., SALMASO C. - Strategie di detossificazione da metalli pesanti in *Tubificoides swirencowi* (Jarosh., 1948): una specie estuarina largamente diffusa nell'area nord-adriatica 662

CASU D., MILELLA I., CASTELLI A., TODARO M.A. - Indagine sui policheti meiobentonici delle Secche della Meloria 666

DE ANGELIS G., GATTO A., ZAMBONI A. - Crostacei anfipodi e decapodi della barriera artificiale di Loano (SV) 670
DELL'ACQUA A., ZAMBONI A. - I policheti della barriera artificiale di Loano 674
DI MARTINO V., MARINO G., BLUNDO M.C. - Qualitative minimal area of a macroalgal community associated with *Halophila stipulacea* from South Eastern Sicilian coast (Ionian Sea) 677
FAIENZA M.G., PIZZUTO A., DE ZIO GRIMALDI S. - Una notula sulla fauna gastrotricologica del litorale adriatico pugliese 680
FRESU L., CASTELLI A., CASU M., LARDICCI C., MALTAGLIATI F. - Analisi della struttura genetica e del flusso genico in *Ophelia bicornis* (Polychaeta: Opheliidae) 683
LONGO C., DE MANDATO P., PISCITELLI M., CORRIERO G. - Osservazioni preliminari sulla mortalità di madreporari ermatipici dell'arcipelago delle Maldive 686
MASTROTOTARO F., TURSI A., COSTANTINO G. - Ascidiacei della Riserva Marina di Ustica 691
MISTRI M., MACRI T., CECCHERELLI V.U., ROSSI R. - Struttura della comunità macrobentonica dello Scoglio delle Sirene (Scilla, Mar Tirreno) 695
MISTRI M., ROSSI R. - Stime di produttività secondaria in indagini di monitoraggio: un esempio nella Sacca di Goro 699
NONNIS MARZANO C., MERCURIO M., SCALERA LIACI L. - Il ciclo sessuale di *Tedania anhelans* Lieberkühn (Porifera, Demospongiae) nell'insenatura della Strea di Porto Cesareo 703
PANETTA P., MASTROTOTARO F., MAIORANO P. - La malacofauna delle Isole Tremiti 707
PATI A.C., CATINO F., SEI S., BELMONTE G., BOERO F. - Composition of the egg bank in the Valle Smarlacca Lagoon (North Adriatic Sea, Italy) 713
PIAZZI L., RINDI F., CINELLI F. - Composizione floristica di un fondale a coralligeno del litorale laziale settentrionale 715
PISCITELLI G., BARONE G. - Prima nota sui picnogonidi delle Isole Tremiti 718
PISCITELLI G., SCALERA LIACI L., BARONE G., GIOVINE G. - Macrobenthos dei fondi mobili della Laguna di Lesina 723
RINELLI P. - Distribuzione ed habitat di *Astrospartus mediterraneus* (Echinodermata, Oophiuroidea) nel Mar Tirreno meridionale 728
SANDULLI R., DE ZIO GRIMALDI S. - Status of intertidal meiofauna along an Albanian coastline exposed to the possible influence of durres sewer 731
SARTO M., BACCHELLI M., PREVEDELLI D. - Osservazioni su riproduzione e sviluppo larvale di *Desdemona ornata* (Banse) (Polychaeta: Sabellidae) 734
SERIO D., CORMACI M., FURNARI G. - *Laurencia majuscula* (Harvey) Lucas (Rhodophyta, Rhodomelaceae): a little known, but probably widely distributed species in the Mediterranean Sea 737

SIMONINI R., PREVEDELLI D. - Effetti della dieta sulle *life tables* di *Dinophilus gyrociliatus* (Polychaeta: Dinophilidae) 741
UNGARO N. - Ritrovamenti di *Paromola cuvieri* (Risso, 1816) (Dromiacea, Homolidae) nel bacino adriatico meridionale 744
VLORA A., MARZANO M.C., STRIPPOLI G. - Abbondanza, demografia e morfometria di *Astropecten irregularis pentacanthus* (Delle Chiaje, 1825) - Echinodermata Asteroidea - nell'Adriatico sud-occidentale 748

Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera

Poster

BONVICINI PAGLIAI A.M., FRASCARI F., BERGAMINI M.C., CREMA R., MATTEUCCI G., VALENTINI A. - Effetti biotici ed abiotici dello scarico di materiali di dragaggio portuali sui fondali marini: un caso di studio in Adriatico 752
CANCEMI G., GUALA I., BAROLI M., DE FALCO G., FERRARI S., PIERGALLINI G. - Studio sulla vitalità della prateria a *Posidonia oceanica* sita in prossimità della foce del fiume Tirso (Golfo di Oristano, Sardegna) 758
CASTALDELLI G., CAGNONI F., FANO E.A. - Variazioni spaziali e temporali delle caratteristiche chimiche delle acque, e della biomassa fitoplanctonica e macroalgale nel bacino lagunare "Valle Fattibello-Spavola" (Ferrara) 762
LENTINI F., ROMEO T. - Osservazioni sulla piccola pesca nelle Isole Eolie 765
MARTINO G., LO CAPUTO S., DE RUGGIERI P., PAPARELLA P., SGOBBA A. - Monitoraggio delle acque costiere marine nel basso Adriatico nell'anno 1998 - dati preliminari 770
VIRNO LAMBERTI C., PULCINI M., GABELLINI M., DE RANIERI S., PELLEGRINI D., DE BIASI A.M., GAI F. - Studio di una discarica marina di sedimenti portuali tramite side scan sonar e analisi del popolamento macrozoobentonico 774
VIZZINI S. - Caratteristiche dei sedimenti in un'area costiera della Sicilia occidentale 778

Comitato Necton e Pesca

Poster

AZZURRO E., ANDALORO F. - Osservazioni sul sistema di accoppiamento di *Sparisoma cretense* (Actinopterigi: Scaridae) nell'isola di Lampedusa 782
AZZURRO E., ANDALORO F., MARINO G. - Presenza della cernia di Haïfa, *Epinephelus haifensis* (Serranidae: Epinephelinae), nel Mediterraneo centrale 786
PUCCIA E., CAMPOLMI M., CANGIALOSI M.V., MAZZOLA A. - Fluttuazioni stagionali di variabili biochimiche in *Syngnathus abaster* e *S. typhle* (Osteichthyes, Syngnathidae) 790

CANNAS A., LECCA E., MELONI M.F., PINNA M., SAVARINO R., TIDU C. - Sex ratio e catture di *Palinurus elephas* Fabr. (Crustacea, Decapoda) nel Golfo dell'Asinara (Sardegna nord-occidentale) 794
CARPENTIERI P., COLLOCA F., GENTILONI P., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. - Ecologia trofica di *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) nel Mar Tirreno centrale 798
CEFALI A., BRUNO R., MINNITI F., CAVALLARO M., BARBERA P. - Riproduzione e fecondità di *Gymnammodytes cicerellus* (Raf. 1810) nel Tirreno 802
DALÙ M., LA MESA G., VACCHI M. - Variazioni nella composizione di dieta del pesce costiero antartico *Trematomus bernacchii* Boulenger 1902 807
GIORDANO D., PERDICHIZZI F., LODDO N., RINELLI P. - Specie ittiche batiali nel Tirreno meridionale 811
LECCA E., MELONI M.F., SAVARINO R., TIDU C. - Impatto delle reti da posta fissa nel Golfo di Palmas (Sardegna sud occidentale): dati preliminari 813
PAIS A., CHESSA L.A., CAPPUCCINELLI R., RUBINO S., SERRA S., MURA F. - La tonnara a Stintino (Sardegna nord-occidentale): una risorsa da rivalutare 817
POTOSCHI A. - Aspetti biologici di *Tetrapturus belone* (Raf. 1810) nell'area dello Stretto di Messina 819
POTOSCHI A., CELESTI A., AZZURRO E., ANDALORO F. - Accrescimento di *Sparisoma cretense* (L., 1758) nello Ionio meridionale e nell'isola di Lampedusa 825
POTOSCHI A., ROMEO T., BOTTARI T., CANNAVÒ G. - Situazione della pesca artigianale nella Sicilia orientale 830
SILVESTRI R., BAINO R., AUTERI R. - Composizione delle catture realizzate con il tremaglio 836
VACCHI M., CHIANTORE M.C. - *Abudefduf vaigiensis* (Quoy & Gaimard, 1825): a tropical damselfish in Mediterranean Sea 841
VOLIANI A., MANNINI P., AUTERI R. - Distribuzione e biologia di *Lepidotrigla cavillone* (Lacepede) e *L. dieuzeidei* (Audoin in Blanc & Hureau) nell'Arcipelago Toscano 844

Comitato Plancton

Poster

CABRINI M., COK S., PECCHIAR I. - Dinamica e struttura del fitoplancton nella fascia costiera del Golfo di Trieste 850
CAMPOLMI M., VACCARO A.M., CRESCENTI N., COSTANZO G. - Osservazioni preliminari sulle variazioni nictemerali della comunità a misidacei dello Stagnone di Marsala (Sicila occidentale) 854
CAMPOLMI M., ZAGAMI G., COSTANZO G. - Prima segnalazione di *Ridgewaia marki minorcaensis* (Copepoda, Calanoida) nel Mediterraneo centrale 858

CUTTITTA A., PATTI B., BONANNO A., BASILONE G., GARCIA A., CARPENA A., GODOY L., MAZZOLA S. - Primi dati sull'accrescimento giornaliero delle larve di *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) nello Stretto di Sicilia 861

CUTTITTA A., PATTI B., BONANNO A., BASILONE G., GARCIA A., GARCIA LAFUENTE J., QUINTANILLA L., CARPENA A., CARRASCO N., GODOY L., MAZZOLA S. - Primi dati sulla deposizione di *Engraulis encrasicolus* nel Canale di Sicilia 865

MAIMONE G., COSENZA A., CRISAFI E. - Ciclo annuale del fitoplancton in una laguna della Sicilia occidentale (Stagnone di Marsala) 868

Sezione Vari

Poster

ALABISO G., CANNALIRE M., MILILLO M., VENTURELLI G., PACIFICO P. - Carbohydrates, proteins, chlorophyll-*A* in the suspended matter of surface waters in the Mar Piccolo of Taranto (Gulf of Taranto, Ionian Sea) 874

ALABISO G., MILILLO M., GHIONDA D., LEONE G. - Particulate matter and chemical-physical conditions in the Gulf of Taranto (Ionian Sea) 881

DEIANA A.M., COLUCCIA E., CANNAS R., MILIA A., SALVADORI S. - Dati preliminari sul bandeggio di replicazione in due specie di Muraenidae 889

DERIU A., FALCHI M.P., LEONE F., SPANO T., SECHI L.A., DELOGU G., ZANETTI S. - Potenziali marcatori di virulenza in ceppi clinici ed ambientali di *Aeromonas hydrophila* 892

DESANTIS S., CORRIERO A., LABATE M., DE METRIO G., LABATE G.M. - Osservazioni ultrastrutturali preliminari sull'epitelio seminifero del nasello (*Merluccius merluccius* L. 1758) 894

GNAVI D., FAIMALI M., RIALDI G., GERACI S. - Microcalorimetria e metabolismo di *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca Bivalvia) e *Balanus amphitrite* (Crustacea Cirripedia) 898

MATOZZO V., MARIN M.G., BALLARIN L., FILIPPINI S. - Effetti dell'esposizione al rame sugli emociti del bivalve *Tapes philippinarum* 902

MINNITI F., DESANTIS S., CORRIERO A., CEFALI A., BRUNO R., DE METRIO G., LABATE M. - Studio preliminare sulle cellule gonadotrope di pesce spada (*Xiphias gladius* L.) 906

MONARI M., CATTANI O., VITALI G., CORTESI P., PELAGATTI M., DE ZWAAN A. - Risposta metabolica di *Scapharca inaequivalvis* alla presenza di idrogeno solforato in condizioni anaerobiche 910

QUAGLIA A., ORLANDI M., BARTOLINI G., VERZELLI M.L., MINELLI D. - Aspetti morfo funzionali dell'apoptosi nelle cellule ematiche di *Anguilla anguilla* (Osteichtyes Actinopterygii) 914

RAMBALDI E., PRIORE G., PRIOLI G., MIETTI N., PAGLIANI T., BIANCHINI M.L. - Valutazioni preliminari di una draga idraulica per bivalvi con fondo vibrante e vagliatore 917

REALE A., GIULIANO L., BRUNI V., IAKIMOV M.M. - Analisi genotipica di popolazioni batteriche autoctone numericamente rappresentative in una area del Mar Tirreno meridionale 922

ROMANELLI G., PIETRANTONIO E., CICERO A.M. - Composti organoalogenati in sedimenti marini di piattaforma dell'Italia centrale: dati relativi ad un'area al largo di Fiumicino 925

TACCHI B., PAGANELLI L. - Test biologico di laboratorio per la valutazione del grado di inquinamento organico delle acque (V.I.O.), esprimibile mediante indici numerici 929

VISALLI M., MARICCHIOLO G., MICALE V., GENOVESE L. - Utilizzo dell'HPLC per la determinazione del cortisolo plasmatico in specie ittiche 933

ZAPPALÀ G., CRISAFI E., CARUSO G. - Esempi di applicazione di tecnologie avanzate nel monitoraggio marino costiero 936

CASTRIOTA L., CAMPAGNUOLO S., SUNSERI G. - Sulla cattura di quattro esemplari di *Apterichthus anguiformis* (Peters, 1877) (Osteichthyes: Ophichthidae) in un fondale dell'isola di Ustica 939

CASTRIOTA L., SUNSERI G., FINOIA M.G., VIVONA P., BELTRANO A.M. - Effetti dello scarico iperalino di un dissalatore sulla fauna bentonica nell'isola di Ustica (Tirreno meridionale) 943

SUNSERI G., AMATO E., GABELLINI M., GIANI M., PELLEGRINI D., ROMANO E. - Metalli in traccia in sedimenti superficiali dei fondali circostanti l'isola di Ustica (Tirreno meridionale) 947

Indice generale 955

Indice per Autori 967

INDICE per AUTORI

A

ABELLA A. 565
ACUNTO S. 495, 571, 594
AGOSTINI S. 509
ALABISO G. 874, 881
ALBERIGHI L. 196
ALLEGRO A. 603
AMATO E. 641, 947
ANDALORO F. 782, 786, 825
ARDIZZONE G.D. 117, 417, 461, 798
AUTERI R. 836, 844
AZAM F. 214
AZZARO F. 222, 541
AZZARO M. 222
AZZURRO E. 782, 786, 825

B

BABBINI L. 528
BACCHELLI M. 734
BAINO R. 433, 575, 836
BALLARIN L. 902
BARBATO F. 603, 618
BARBERA P. 802
BAROLI M. 509, 758
BARONE G. 718, 723
BARTOLI M. 78
BARTOLINI G. 914
BASANISI M. 455
BASILONE G. 861, 865
BEDINI A. 499
BEDINI R. 499
BELLUSCIO A. 117, 347, 417, 798
BELMONTE G. 713
BELTRANO A.M. 943
BERAN A. 180
BERGAMASCO A. 168
BERGAMINI M.C. 752
BERLUTI S. 278
BERNARDINI M. 427
BERTRAND J. 385
BIAGI F. 347
BIANCHINI M.L. 400, 917
BIDDITTU A. 641
BLUNDO M.C. 677
BOERO F. 713
BONANNO A. 861, 865
BONVICINI PAGLIAI A.M. 752
BOTTARI T. 830
BOZZANO R. 580
BRESSAN G. 528
BRUNI V. 922
BRUNO R. 802, 906
BULLERI F. 499

C

CABRINI M. 180, 850
CACUCCI M. 334
CAGNETTA P. 607, 610
CAGNONI F. 762
CALÒ E. 610
CAMILLI L. 645
CAMPAGNUOLO S. 939
CAMPIONI D. 614
CAMPOLMI M. 790, 854, 858
CANALI M.G. 499
CANCEMI G. 509, 758
CANESE S. 618
CANGIALOSI M.V. 790
CANNALIRE M. 874
CANNAS A. 794
CANNAS R. 889
CANNAVÒ G. 830
CANTARA K. 312
CANTONE G. 583
CAPPUCCINELLI R. 817
CARLUCCI R. 447
CAROPPO C. 262
CARPENA A. 861, 865
CARPENTIERI P. 417, 798
CARRASCO N. 865
CARRETTI F. 648
CARUSO G. 291, 621, 936
CARUSO M. 288, 653
CASAMASSIMA F. 447
CASELLATO S. 657, 662
CASTALDELLI G. 78, 762
CASTELLANO L. 580
CASTELLI A. 645, 666, 683

CASTRIOTA L. 939, 943
CASU D. 666
CASU M. 683
CATALANO D. 288
CATALETTO B. 180
CATINO F. 713
CATTANI O. 910
CAVALLARO M. 802
CAVALLO R.A. 262
CECCHERELLI V. U. 247, 695
CEFALI A. 802, 906
CELESTI A. 825
CHESSA L.A. 624, 817
CHIANTORE M.C. 841
CHIARELLA P. 206
CICERO A.M. 925
CIGALA FULGOSI F. 440
CIMA C. 517
CINELLI F. 495, 594, 715
COK S. 850
COLANTONI P. 499
COLLOCA F. 117, 417, 798
COLOMBARI A. 101
COLUCCIA E. 889
CORDONE P. 427
CORMACI M. 737
CORRIERO A. 894, 906
CORRIERO G. 686
CORTESI P. 910
COSENZA A. 868
COSSU A. 478
COSTANTINI M. 427
COSTANTINO G. 590, 691
COSTANZO G. 854, 858
CREMA R. 752
CREO C. 603
CRESCENTI N. 854
CRISAFI E. 541, 868, 936
CUTTITTA A. 861, 865

D

D'AMELIO S. 634
D'ONGHIA G. 455
DALÙ M. 807
DANOVARO R. 233, 239
DE ANGELIS G. 670
DE ANGELIS N. 603
DE BIASI A.M. 774
DE DOMENICO E. 265
DE DOMENICO M. 265
DE FALCO G. 509, 758
DE MANDATO P. 686
DE METRIO G. 334, 894, 906
DE NICOLÒ E.V. 447
DE RANIERI S. 774
DE RUGGIERI P. 770
DE VITTOR C. 85, 180
DE ZIO GRIMALDI S. 680, 731
DE ZIO V. 444
DE ZWAAN A. 910
DECEMBRINI F. 222, 541
DEFLORIO M. 334
DEIANA A.M. 889
DEL NEGRO P. 180, 196, 214
DELL'ACQUA A. 674
DELOGU G. 892
DERIU A. 892
DESANTIS S. 334, 894, 906
DI MARTINO V. 599, 677
DI RADO B. 206
DI STEFANO L. 400
DI TURI L. 452
DIVIACCO G. 488

F

FABBROCINI A. 628
FABIANO M. 233, 239
FAIENZA M.G. 680
FAIMALI M. 898
FALCHI M.P. 892
FALCONI C. 85
FANO E.A. 269, 284, 762
FANTINI R. 499
FAVALORO E. 631
FERRARI C.R. 272
FERRARI S. 758
FILIPPINI S. 902
FINOIA M.G. 943
FIORENTINO F. 107
FOLLESA M.C. 347
FONDA UMANI S. 85, 140, 168, 180, 214
FORTUNATI L. 565
FRANCA A. 499
FRASCARI F. 752

FRESI E. 641
FRESU L. 683
FURNARI G. 737

G

GABELLINI M. 774, 947
GAI F. 774
GAMBI C. 233
GAMBI M.C. 253
GANDOLFI G. 440
GARCIA A. 861, 865
GARCIA LAFUEENTE J. 865
GARIBALDI F. 324, 549
GATTO A. 107, 670
GAZALE V. 478
GENOVESE L. 621, 933
GENTILE G. 265
GENTILONI P. 798
GERACI S. 898
GHIONDA D. 881
GIALLARA P.A. 588
GIANI M. 947
GIL DE SOLA L. 385
GIORDANO D. 412, 811
GIOVANARDI F. 130
GIOVINE G. 723
GIULIANI S. 648
GIULIANINI P.G. 427
GIULIANO L. 265, 922
GNAVI D. 898
GODOY L. 861, 865
GOLDONI M. 284
GUALA I. 509, 758
GUANDALINI F. 269

H

HEMIDA F. 412
HOLLOWAY C.F. 346

I

IAKIMOV M.M. 922
IANNIRUBERTO M. 488
IMPERATRICE M. 603
INNAMORATI M. 93, 130
IPPOLITI P. 634

K

KLIMLEY A.P. 312; 346

L

LA FERLA R. 291
LA MESA G. 807
LA ROSA T. 239
LABATE G.M. 894
LABATE M. 894, 906
LARDICCI C. 645, 683
LE BOEUF B.J. 312
LECCA E. 794, 813
LENTINI F. 765
LEONARDI M. 222, 265, 291
LEONE F. 892
LEONE G. 881
LEVI D. 347
LO CAPUTO S. 770
LODDO N. 811
LONG R.A. 214
LONGO C. 686
LOPIANO L. 631
LORENTINI M. 253
LORENZI C. 641
LUBRANO LAVADERA S. 628
LYONS A. P. 571

M

MACRI T. 695
MAGNANI M. 278
MAGNARINI L. 499
MAIMONE G. 291, 868
MAIORANO P. 447, 707
MALTAGLIATI F. 645, 683
MANGANARO A. 239
MANGANELLI M. 196
MANINI E. 233
MANNINI A. 107
MANNINI P. 844
MARANO C.A. 452
MARICCHIOLO G. 933
MARIN M.G. 902
MARINIELLO L. 634
MARINO G. 677, 786
MARSAN R. 452
MARTINO G. 770

MARZANO M.C. 748
MASSINI G. 603
MASTROTOTARO F. 590, 691, 707
MATARRESE A. 590
MATOZZO V. 902
MATTEUCCI G. 752
MAUGERI T.. 239
MAZZOLA A. 239, 288, 790
MAZZOLA S. 861, 865
MELILLO C. 130
MELLEY A. 93
MELONI M.F. 794, 813
MERCURIO M. 703
MICALE V. 933
MICCIARELLI SBRENNA A. 614
MIETTI N. 917
MILELLA I. 666
MILIA A. 889
MILILLO M. 874, 881
MINELLI D. 914
MINGAZZINI M. 272
MINNITI F. 802, 906
MIRTO S. 239
MISTRI M. 247, 695, 699
MOLLICA E. 583
MONARI M. 910
MONTICELLI L.S. 222
MORETTI F. 618
MORI G. 93
MOUMENE F. 412
MURA F. 624, 817

N

NONNIS MARZANO C. 703,
NONNIS MARZANO F. 440
NOTARBARTOLO DI SCIARA G. 296
NOVELLI R. 269

O

ONORATO L. 272
OREL G. 427
ORLANDI M. 914
ORRÙ P. 478
ORSI RELINI L. 313, 324, 549
ORTIS M. 634

P

PACIFICO P. 874
PAGANELLI L. 929
PAGGI L.. 634
PAGLIANI T. 917
PAIS A. 624, 817
PALA D. 478
PALANDRI G. 517, 549
PALLA L. 618
PANETTA P. 707
PANNOCCHI A. 641
PANZA M. 455, 590
PAPAKONSTANTINOU C. 385
PAPARELLA P. 770
PAPI I. 594
PARDI G. 594
PASTORELLI A.M. 444
PATI A.C. 713
PATTI B. 861, 865
PECCHIAR I. 850
PELAGATTI M. 910
PELLEGRINI D. 648, 774, 947
PENNA A. 278
PENNA M. 641
PENNA N. 278
PERDICHIZZI F. 811
PESSANI D. 588, 597
PETTINE M. 206
PIAZZI L. 495, 594, 715
PICCINETTI C. 101, 347
PICCIONE M.E. 488, 558
PIERGALLINI G. 509, 758
PIETRANTONIO E. 925
PINNA M. 794
PISCITELLI G. 718, 723
PISCITELLI M. 686
PIZZUTO A. 680
POTOSCHI A. 819, 825, 830
POULIQUEN E. 571
PREDONZANI S. 85
PREVEDELLI D. 734, 741
PRIOLI G. 917
PRIORE G. 917
PUCCIA E. 790
PUDDU A. 196, 206, 214, 478
PUGLISI A. 291
PULCINI M. 774

Q

QUAGLIA A. 914
QUINTANILLA L. 865

R

RAGONESE S. 400
RAMANI P. 214
RAMBALDI E. 917
REALE A. 922
RELINI G. 28, 347, 385, 517
RELINI M. 517
RENDINELLA S. 597
RENÒ M.G. 603
RIALDI G. 898
RIGHINI P. 575
RINBANO M. 269
RINDI F. 715
RINELLI P. 347, 728, 811
RISPOLI S. 628
RIZZI C. 262
ROMANELLI G. 925
ROMANO C. 653
ROMANO E. 947
ROMEO T. 765, 830
ROSITANI L. 444
ROSSI G. 247, 269, 284
ROSSI M. 107
ROSSI R. 78, 247, 284, 695, 699
RUBINO S. 817
RUSSO G.F. 155, 583
RYLAND J. S. 1

S

SALMASO C. 662
SALVADORI S. 889
SANDULLI R. 731
SANSONE G. 628
SANTAMARIA N. 334
SARÀ G. 288, 637, 653
SARTO M. 734
SAVARINO R. 794, 813
SAVONA B. 637
SBRENNA G. 614
SCACCO U. 417
SCALERA LIACI L. 703, 723
SCARDI M. 624
SCHINO G. 618
SECHI L.A. 892
SEI S. 713
SERENA F. 347, 433, 565
SERIO D. 737
SERRA S. 624, 817
SGOBBA A. 770
SIGNORINI A. 603
SILVESTRI R. 575, 836
SIMONINI R. 741
SION L. 347, 455
SOUPLET A. 385
SPANO T. 892
SPEDICATO M.T. 347
STABILI L. 262
STAGNI A.M. 101
STRIPPOLI G. 748
SUNSERI G. 939, 943, 947

T

TACCHI B. 929
TAGLIAVINI J. 440
TIDU C. 794, 813
TINTI F. 101
TODARO M.A. 666
TORCHIA G. 517
TRABUCCO B. 641
TRAMATI C. 637
TREBBI F. 528
TUNESI L. 488, 558
TURSI A. 691

U

UNGARO N. 347, 744

V

VACCARO A.M. 854
VACCHI M. 296, 807, 841
VALENTINI A. 752
VALLISNERI M. 101
VENTURELLI G. 874
VERZELLI M.L. 914
VETERE M. 588, 597
VIRNO LAMBERTI C. 774
VISALLI M. 933
VITALI G. 910

VIVONA P. 943
VIZZINI S. 288, 778
VLORA A. 748
VOLIANI A. 844
VOZZA T. 262

W

WELKER C. 214

Z

ZACCARINI T. 614
ZACCONE R. 196, 291
ZAGAMI G. 858
ZAMBONI A. 107, 670, 674
ZAMPINO D. 599
ZANETTI S. 892
ZAPPALÀ G. 936
ZOPPINI A. 206
ZUPO V. 253

HANNO PARTECIPATO AL COMITATO DI REDAZIONE DI QUESTO VOLUME:

Ardizzone Gian Domenico
Badalamenti Fabio
Barbaro Alvise
Bianchi Carlo Nike
Bianchini Marco
Boero Ferdinando
Bressan Guido
Castelli Alberto
Chessa Lorenzo
De Ranieri Stefano
Fiorentino Fabio
Fonda Umani Serena
Furnari Giovanni
Gambi Maria Cristina
Giaccone Giuseppe
Greco Silvestro
Marino Donato
Mazzocchi Maria Grazia
Mazzola Antonio
Piraino Stefano
Ragonese Sergio
Tunesi Leonardo
Tursi Angelo
Vacchi Marino

HANNO CONTRIBUITO A QUESTO VOLUME IN QUALITÀ DI REFEREE*:

Abbiati Marco
Abella Alvaro
Acunto Stefano
Aliani Stefano
Andaloro Franco
Arculeo Marco
Badalamenti Fabio
Baino Romano
Belluscio Andrea
Biagi Franco
Bianchi Carlo Nike
Bianchini Marco
Bombace Giovanni
Borsani Fabrizio
Bruni Vivia
Buia Maria Cristina
Cannizzaro Leonardo
Capelli Renzo
Casavola Nicola
Chemello Renato
Chiantore Maria Chiara
Cormaci Mario
Costantini Marco
Crema Roberto
Curini Galletti Marco
D'Onghia Gianfranco
Danovaro Roberto
De Biasi Anna Maria
Di Natale Antonio
Diviacco Giovanni
Fiorentino Fabio
Froglia Carlo
Furnari Giovanni
Gadaleta Maria Ncola
Gatto Andrea
Giangrande Adriana
Gravina Maria Flavia
Gristina Michele
Guidetti Paolo
Innamorati Mario
Levi Dino
Maltagliati Ferruccio
Marano Giovanni
Marino Donato
Matarrese Alfonso
Modigh Monica
Monticelli Louis Salvador
Montresor Marina
Mori Mario
Morri Carla
Notarbartolo Di Sciara Giuseppe
Oliver Pere
Orlando Enzo
Orsi Relini Lidia
Palandri Giovanni
Paternello Tommaso
Peirano Stefano
Pellegrini Davide
Piccinetti Corrado
Pipitone Carlo
Pisano Eva
Pusceddu Antonio
Quaglia Antonio
Ragonese Sergio
Ribera d'Alcalà Maurizio
Righini Paolo
Rossi Francesca
Saggiomo Vincenzo
Sandulli Roberto
Sarà Gianluca
Sarno Diana
Sartor Paolo
Serena Fabrizio
Spedicato Maria Teresa
Troiano Giorgio
Tursi Angelo
Ungaro Nicola
Uva Bianca Maria
Vacchi Marino
Valentini Andrea
Zava Bruno
Zingone Adriana
Zupo Valerio

Erredi Grafiche Editoriali S.n.c. - Genova

Finito di stampare nel mese di novembre 2000