

**P U B B L I C A Z I O N I**  
**DELLA**  
**STAZIONE ZOOLOGICA DI NAPOLI**

Volume 39, Suppl. 3

**ATTI**  
**DEL 4° CONGRESSO DELLA SOCIETÀ ITALIANA**  
**DI BIOLOGIA MARINA**

Lipari 18-20 Maggio 1972



a cura di

**F. CINELLI & E. FRESI**

STAZIONE ZOOLOGICA DI NAPOLI  
1975

*Comitato direttivo:* G. BACCI, L. CALIFANO, P. DOHRN, G. MONTALENTI.

*Comitato di consulenza:* J. BRACHET (Bruxelles), G. CHIEFFI (Napoli), T. GAMULIN (Dubrovnik), L. W. KLEINHOLZ (Portland), P. WEISS (New York), R. WURMSER (Paris), J. Z. YOUNG (London).

*Comitato di redazione:* G. BONADUCE, G. C. CARRADA, F. CINELLI, E. FRESI.

*Segretaria di redazione:* G. PRINCIVALLI.

## OSTRACODS AS ECOLOGICAL AND PALAEOECOLOGICAL INDICATORS

(Pubbl. Staz. Zool. Napoli, Suppl. 33, 1964, pp. 612)

**Price: U.S. \$ 15,— (Lire 9.400)**

An International Symposium sponsored by the ANTON and REINHARD DOHRN Foundation at the Stazione Zoologica di Napoli, June 10th-19, 1963. Chairman: Dr. HARBANS S. PURI, Florida Geological Survey, Tallahassee, Fla. U.S.A. Contributions by P. ASCOLI, R. H. BENSON, J. P. HARDING, G. HARTMANN, N. C. HULINGS, H. S. PURI, L. S. KORNICKER, K. G. MCKENZIE, J. NEALE, V. POKORNÝ, G. BONADUCE, J. MALLOY, A. RITTMANN, D. R. ROME, G. RUGGIERI, P. SANDBERG, I. G. SOHN, F. M. SWAIN, J. M. GILBY, and W. WAGNER.

## FAUNA E FLORA

### DEL GOLFO DI NAPOLI

#### 39. Monografia:

#### Anthomedusae/Athecatae (Hydrozoa, Cnidaria) of the Mediterranean

PART I CAPITATA

BY ANITA BRINCKMANN - VOSS

with

11 colour-plates drawn by ILONA RICHTER

**EDIZIONE**

**DELLA**

**STAZIONE ZOOLOGICA DI NAPOLI**

**Prezzo: Lit. 22.000 (\$ 35.—)**

## ELENCO DEI PARTECIPANTI

AINIS LUIGI - Messina  
ALBANO GASPARE - Palermo  
ANDREOLI CARLO - Padova  
ANGIOY MARIO - Roma  
ARENA PASQUALE - Messina  
ARNO PINA - Messina  
ARTEMISIA ANTONIO - Messina  
ASTA CARMELO - Messina :  
AUTERI ROBERTO - Livorno  
AZZAROLI MARIA LUISA - Firenze  
BACCI GIOVANNA - Torino  
BACCI GUIDO - Torino  
BARBARO ALVISE - Padova  
BARSOTTI GIANFRANCO - Livorno  
BATTAGLIA BRUNO - Padova  
BAZZICALUPO GIOVANNA - Genova  
BELLOMO ATHOS - Messina  
BIANCHINI MARCO - Roma  
BOLOGNARI ARTURO - Messina  
BOMBACE GIOVANNI - Palermo  
BONINA MARIA TERESA - Messina  
BONVICINI PAGLIAI ANNA - Modena  
BORGLA NICOLA - Nardò  
BRUZZONE LORENZO - Genova  
BUCCIARELLI MARTA - Firenze  
BUTA GAETANO - Messina  
CALAFIORE RENO - Messina  
CANTONE GRAZIA - Catania  
CARLI ANNA MARIA - Genova  
CARMIGNANI MARIA PIA - Messina  
CARRADA GIANCARLO - Napoli  
CATALANO ELIODORO - Palermo  
CAVALLARO CARMELO - Messina  
CAVALLARO GUGLIELMO - Messina  
CEFALI ANTONIO - Messina  
CHIMENZ GUSSO CARLA - Roma  
CIANO VINCENZO - Messina

CINELLI FRANCESCO - Napoli  
COGETTI GIUSEPPE - Modena  
COLOMBO GIUSEPPE - Ferrara  
CONTINI ANTONIA - Messina  
CORIGLIANO FRANCO - Messina  
CORTESI PAOLO - Bologna  
COSTA GIOVANNI - Catania  
COSTANZO GIUSEPPE - Messina  
CREMA ROBERTO - Modena  
CRESCENTI NUNZIO - Messina  
CRISAFI PIETRO - Messina  
DALLA VENEZIA LUISELLA - Venezia  
D'AMELIO VINCENZO - Palermo  
D'ANDREA PAOLO - Messina  
D'ARRIGO CARLO - Messina  
DE LERMA BALDASSARE - Napoli  
DELLA CROCE NORBERTO - Genova  
DEMETRIO GREGORIO - Bari  
DE ROBERTIS ALESSANDRO - Messina  
DE TUZZA GIUSEPPE - Messina  
DONNINI PAOLO - Milano  
DRAGO DOMENICO - Palermo  
FASULO SALVATORE - Messina  
FAVA GIANCARLO - Venezia  
FERRERO LETIZIA - Roma  
FOSSATO VALENTINO - Venezia  
FRANCESCON ANTONIA - Padova  
FRASSETTO ROBERTO - La Spezia  
FRESI EUGENIO - Napoli  
FROGLIA CARLO - Trieste  
FURNARI GIOVANNI - Catania  
GENOVESE SEBASTIANO - Messina  
GENTILE ROCCO - Bari  
GERACI SEBASTIANO - Genova  
GHIRARDELLI ELVEZIO - Trieste  
GIACCONE GIUSEPPE - Trieste  
GIUFFRÈ GIOVANNI - Messina

GUGLIELMO LETTERIO - Messina	RODINÒ	RIGGIO SILVANO - Palermo
HULL VINCENT - Roma		EMANUELE - Padova
LEVI DINO - Ancona		ROMAIRONE V. - Genova
LI GRECI FRANCESCO - Messina		Rossi GIUSEPPE - Genova
MAGAGNINI GIAMPAOLO - Pisa		Rossi TAGLIAFERRO G. - Genova
MAGAZZÙ GIUSEPPE - Messina		Russo GIANCARLO - Palermo
MALARA MARIA - Reggio Calabria		SALFI MARIA - Napoli
MANCUSO MATTEO - Messina		SANTORO GIULIO - Messina
MANELLI HARRY - Roma		SARÀ MICHELE - Genova
MARANO GIOVANNI - Bari		SARTONI GIANFRANCO - Firenze
MARI MARISA - Modena		SCAMMACCA MARIA RITA - Catania
MARINO DONATO - Napoli		SCOMA PASSARO ELENA - Messina
MIRALTO ANTONIO - Napoli		SCOTTO DI CARLO BRUNO - Napoli
MOJO LUIGI - Messina		SELLA GABRIELLA - Torino
MONTALENTI GIUSEPPE - Roma		SERGI SAFFIOTI MIMMA - Messina
MONTANARI MANUELA - Genova		STEFANON ANTONIO - Venezia
NICOLAY ANGIOY KETY - Roma		SOLAZZI ATTILIO - Padova
ONESTO EMMA - Napoli		SORTINO MARIO - Palermo
ORLANDO ENZO - Modena		STEFANELLI ALBERTO - Roma
PAGOTTO GIOVANNI - Padova		TAILLIEZ PHILIPPE - Tolone
PANELLA SERGIO - Roma		TALIERCIO PIETRO - Livorno
PASQUINI PASQUALE - Roma		TARAMELLI RIVOSECCHI ESTER - Roma
PEDENOVÌ TILDE - La Spezia		TENERELLI VITO - Catania
PERDICARO RENATO - Roma		TERIO BERNARDO - Bari
PESSANI DANIELA - Genova		TOLOMIO CLAUDIO - Padova
PICCHETTI GUIDO - Napoli		TONOLLI LIVIA - Pallanza
PIETROPAOLO DOMENICO - Reggio Calabria		TORCHIO MENICO - Milano
POTOSCHI ANTONIO - Messina		TORTONESE ENRICO - Genova
RELINI GIULIO - Genova		TRONCONE MARIA - Napoli
RELINI ORSI LIDIA - Genova		VANDINI ZUNARELLI RENATA - Modena

## Ricerche sperimentali sullo sviluppo di *Homarus gammarus* (Crostaceo Decapode)

di

ROBERTO AUTERI

(Dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Modena e dal Centro Interuniversitario  
di Biologia Marina di Livorno)

2 Figure

**Summary.** In order to carry out the program of repeopling the sea in the Secche della Meloria area, a new successful method for the rearing of the larvae of *Homarus gammarus* (CRUSTACEA DECAPODA) has been adopted.

The various larvae stages, and the effect of light on their growth are described, the benthonic habits of the larvae has been proved.

**Riassunto.** Nell'ambito di un programma di ripopolamento del mare nella zona delle Secche della Meloria, viene presentata una tecnica efficace per l'allevamento delle larve di *Homarus gammarus* (Crostaceo Decapode); vengono descritti i vari stadi larvali, l'influenza della luce sull'accrescimento e constatate le abitudini bentoniche di queste larve.

### INTRODUZIONE

Nel quadro di un programma di studi di recente iniziato presso il Centro di Biologia Manna di Livorno in vista della istituzione di un parco nazionale marino sulle Secche della Meloria, ho intrapreso una serie di ricerche sull'allevamento in laboratorio di un crostaceo decapode *Homarus gammarus*, soprattutto allo scopo di creare le premesse, per ripopolare con una massa di individui allevati in laboratorio, i fondali della Meloria. In questi ultimi anni infatti la presenza di questa specie lungo le nostre coste è notevolmente diminuita.

Scopo della presente ricerca è stato quello di studiare i vari stadi di sviluppo della specie e di mettere a punto una tecnica di allevamento razionale, in modo da ottenere una massa di giovani individui da utilizzare per il ripopolamento. È da tener presente che l' *Homarus gammarus* si presta in modo particolare all'allevamento per la assenza degli stadi planctonici del nauplius e della zoea, dall'uovo sguscia infatti una larva allo stadio di mysis con scarsissime attitudini planctoniche e con una struttura molto vicina a quella dello stadio definitivo.

### MATERIALI E METODI

Le femmine ovigere di *Homarus gammarus* pescate a poche miglia a occidente delle Secche della Meloria sono state mantenute in vita nelle vasche dell'Acquario

di Livorno fino al momento della schiusa delle uova. Le piccole mysis, appena nate, sono state raccolte con retini a piccole maglie e poste in allevamento in una speciale vasca a movimento continuo di acqua. L'apparecchiatura come appare nello schema (Fig. 1) consiste in una vasca di polietilene bianco traslucido con una profondità di 50 cm di forma circolare con diametro di 50 cm e una capacità di 100 lt di acqua marina; l'acqua in continuo ricambio, viene immessa dal basso come si nota dal disegno esplicativo, il tubo di mandata, in vetro, è provvisto in testata di un filtro di nylon per impedire, in caso di eventuali ritorni di acqua, l'aspirazione delle larve.

Lo scarico avviene per sfioramento, in particolare davanti alla tubazione di scarico, per evitare che si creino delle correnti troppo elevate, con conseguente aspirazione contro il filtro di larve natanti in superficie è stato montato un telaietto di polietilene rivestito da un filtro a maglie fitte che aumenta notevolmente la superficie riducendo quindi proporzionalmente il flusso di scarico.

L'agitazione è assicurata da un motorino elettrico al cui mandrino è collegato l'asse dell'elica, il perfetto allineamento dell'asse è assicurato da una crocera in Sicodur. Lo stesso materiale è stato utilizzato per la costruzione dell'elica la quale è dotata di due sole pale lunghe 15 cm ciascuna e alte 12 cm e leggermente incurvate in modo da creare delle correnti ascensionali elevate per basse rotazioni.

La temperatura dell'acqua durante tutto l'esperimento è stata mantenuta sui 14,5 - 15,5 °C che corrisponde alla temperatura del mare in questo periodo. L'acqua aspirata direttamente dal mare subisce una preventiva filtrazione su letto di sabbia per l'eliminazione dei fanghi. La salinità dell'acqua misurata durante l'intero ciclo è rimasta intorno al 36,06 %.

L'alimentazione fatta con larve di *Artemia salina* usata per l'allevamento di molte larve planctoniche di altri decapodi (REGNAULT & COSTLOW, 1970) non ha dato risultati soddisfacenti, mentre risultati migliori sono stati ottenuti alimentando le mysis con carne di gambero fresco finemente tritato e mischiato ad uova di *Paracentrotus lividus*.

Con il progredire dello sviluppo e quindi del peso delle larve, il rapporto superficie volume tende a diminuire e di conseguenza sempre maggiori debbono essere le correnti per mantenere in sospensione le mysis. E' stato necessario perciò modificare le condizioni di allevamenti. Dopo la terza muta le larve sono state poste in piccole vasche di 15 cm di larghezza per 25 cm di lunghezza, sempre in corrente continua di acqua.

Poiché è frequente il cannibalismo fra le larve, in ciascuna vaschetta sono stati messi solo 10 esemplari per evitare che i continui incontri portassero gli individui a mangiarsi fra loro.

In ambienti così predisposti le larve attendevano l'ultima muta che dà origine all'individuo perfetto.

#### OSSERVAZIONI

Le uova mature, che hanno un diametro compreso tra i 2,5 ed i 3 mm, schiudono rimanendo attaccate ai pleopodi materni, il movimento ondulatorio dei quali, mentre prima facilitava l'ossigenazione, adesso favorisce la fuoriuscita delle larve. Inoltre la schiusa non è contemporanea, come avviene in altri decapodi,

ma la nascita di tutte le larve si completa nell'arco di 15 giorni ad una temperatura di 15,5° C (MC LEESE & WILDER, 1964).

Le mysis si presentano alla nascita di un colore verdastro lunghe circa 8-9 mm, sono provviste di 6 arti toracici completi di esopodite piumoso, l'addome costituito da 6 segmenti è sprovvisto di pleopodi. Le larve conservano questo aspetto per circa 8 giorni e successivamente entrano nel secondo stadio

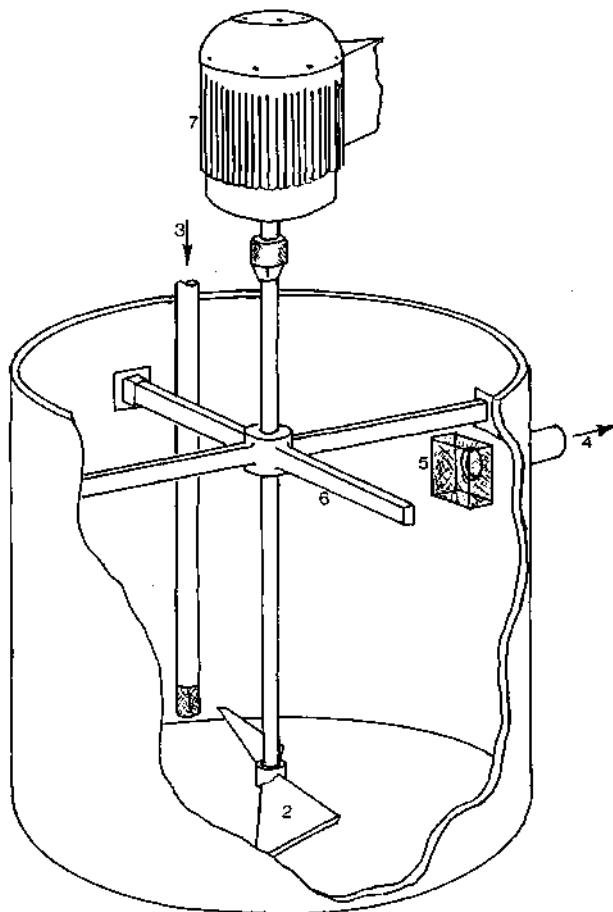


FIG. 1.

di sviluppo. La lunghezza raggiunge allora gli 11-22 mm, sui segmenti addominali compaiono i pleopodi già bifidi ed alla base del telson si abbozzano gli uropodi.

La seconda muta avviene a 12 giorni di distanza dalla precedente, cioè ad una età di 20 giorni circa, la lunghezza degli individui a questo stadio raggiunge

i 14-15 mm. La terza muta, che avviene all'età di 36 giorni, comporta una crescita in lunghezza che porta l'animale a toccare i 17 mm, le chele del secondo paio di arti toracici acquistano maggior robustezza, i pleopodi si fanno più adatti alla locomozione.

Dopo 18 giorni l'animale assume l'aspetto definitivo e con questa muta raggiunge la lunghezza di 20 mm.

Come si vede quindi durante il periodo larvale le strutture vanno lentamente perfezionandosi avvicinando sempre più la morfologia della larva alla

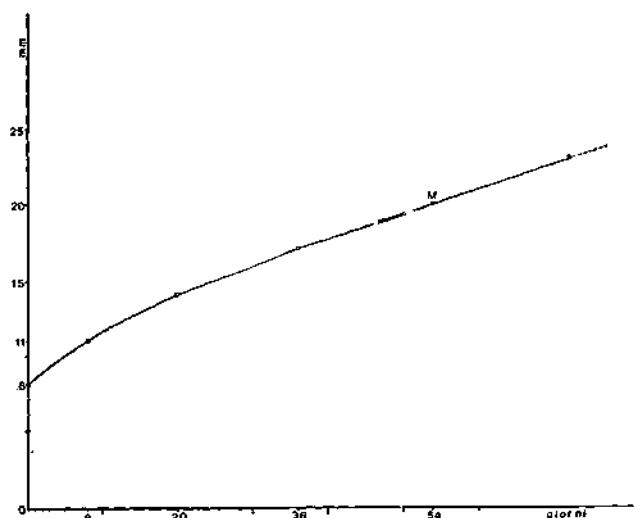


FIG. 2.

morfologia definitiva. L'ultima muta ha il valore di metamorfosi, in quanto comporta delle modificazioni strutturali imponenti e permette, all'animale, di condurre un nuovo tipo di vita. Infatti, mentre prima l'animale era trasportato passivamente ora nuota ed è capace di muoversi sul fondo in cerca di preda.

Le mute successive interessano solo l'accrescimento corporeo e si diradano sempre più nel tempo, la prima avviene a 20 giorni di distanza dalla metamorfosi, la seconda dopo ancora 30 giorni.

Durante queste ultime mute inizia la calcificazione dell'esoscheletro in punti ben definiti, a livello delle articolazioni delle chele, degli arti toracici, sugli uropodi e bilateralmente al carapace. L'andamento dell'accrescimento è schematizzato nella Fig. 2.

Questa tecnica d'allevamento oltre a permettere di seguire tutte le tappe dello sviluppo larvale *dell'Homarus gammarus*, ha permesso di osservare l'influenza che vari fattori ambientali possono avere su tale sviluppo. Per stabilire l'influenza

della luce sull'accrescimento e sulla metamorfosi sono state utilizzate due tipi di vasche, una di politene bianco traslucido per permettere una diffusione omogenea delle luminosità e una in Moplen dove la luce poteva provenire solo dall'alto.

Gli individui allevati nella prima vasca si svilupparono regolarmente, mentre quelli tenuti nella vasca scura presentavano difficoltà di accrescimento, una alta mortalità durante il periodo delle mute e alla metamorfosi.

Di fondamentale importanza si è rivelato il movimento delle acque nelle vasche, l'uso dell'agitatore infatti è stato suggerito dalla constatazione che le piccole larve non sono capaci di nuotare agilmente in quanto il loro rapporto superficie volume è piuttosto basso per lo scarso sviluppo delle appendici natalorie costituite solo dagli esopoditi degli arti toracici, per cui anche per lo scarso sviluppo dei pleopodi, i movimenti si riducono a dei violenti colpi di coda che sollevano dal fondo l'animale e questo, in assenza di correnti ascensionali, non è ancora capace di mantenersi in sospensione. Da qui la necessità di creare correnti relativamente alte nelle vasche di allevamento.

Un altro problema che si è presentato fin dalle prime fasi degli esperimenti è stato quello dell'elevata mortalità larvale dovuta alla tendenza che hanno le larve stesse al cannibalismo, tale fenomeno che si accentua con il progredire dello sviluppo può essere ovviato evitando di riunire in una stessa vasca individui a stadi larvali diversi, poi limitando l'affollamento diminuiscono le possibilità di incontro che sono rese difficili anche da un adeguato movimento delle acque.

#### CONCLUSIONI

Queste prime ricerche hanno per prima cosa permesso di stabilire l'assenza di stadi larvali pelagici in *Homarus gammarus*. Le larve infatti durante i vari stadi di sviluppo, pur restando in sospensione nell'acqua sono in continuo contatto con il fondo, ciò spiega perché queste larve non sono presenti se non molto raramente nelle pescate di plancton.

Lo BIANCO, 1899 del resto ebbe già a rilevare tale fenomeno e indicò solo due ritrovamenti in tutte le sue raccolte. Ciò è spiegabile con la formazione di correnti ascensionali che portano per breve tempo in superficie le larve di questa specie.

Le tecniche da me messe a punto hanno perfezionato i metodi di allevamento di altri Autori (DANNEVIG, 1928) riducendo gli inconvenienti che rendevano estremamente difficile il completamento dello sviluppo larvale, hanno permesso di seguire tutti gli stadi larvali e di ottenere una buona percentuale di individui metamorfosati. Tale percentuale sarà ulteriormente migliorata adesso che sono riuscito attraverso il metodo sperimentale a superare i vari ostacoli del difficile ciclo di sviluppo.

Completata questa prima fase di ricerche resta la seconda parte, non meno importante, quella cioè di inserire i giovani individui, che ormai adattati alla vita bentonica si accrescono nelle vasche, sui fondali delle Secche della Meloria, dove fino a poco tempo fa questa specie era comunissima.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALLEN E. J., 1895: The reproduction of the lobster. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, New Ser. 4, 60-69.
- ANDERSON T., 1909: The lobster (*Homarus vulgaris*). *N. Z. Mar. Dep. Rep.* 1908-1909, pp. 17-23.
- BERGERON J. C., 1967: Contribution à la biologie du Homard (*Homarus americanus* M. - EDW.) des Iles-de-la-Madeleine. *Natur. Can.* 94, 169-207.
- CHADWICK H. C., 1905: Experiments on lobster rearing. *Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc.* 1904-1905, 19, 304-308.
- CORRIVANT G. W. & Y. L. TREMBLAY, 1946: Travail de recherche sur le Homard, *Homarus americanus*. *Sta. Biol. St. Laurent*, 5th Rapp. Gén. 1943-1944-1945, 35-73.
- DANNEVIG A., 1928: The rearing of lobster larvae at Flodevigen. *Rep. Norw. Fish. Mar. Invest.* 3 (9), 1-15.
- GOMPEL M. & R. LEGENDRE, 1927: Effets de la température, de la salure et du pH sur les larves de Homards. *C. R. Séances Soc. Biol.* 97, 1058-1060.
- LO BIANCO S., 1899: Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. *Mitth. Zool. Stat. Neapel.* 13, Bd. 4, 448-573.
- MC LESE D. W. & D. G. WILDER, 1964: Lobster Storage and shipment. *Fish. Res. Bd. Can.* 147, 1-69.
- REGNAULT M. & J. D. COSTLOW, 1970: Influence de la température et de la salinité sur le développement larvaire de *Crangon septemspinosa* SAY (DECAPODA, CARIDAE). *Vie et Milieu*, 21 (2A), 453-466.

Dr. R. AUTERI, Istituto di Zoologia, Università di Modena, Via Università, 34, Modena, Italia.

Considerazioni sulla distribuzione delle popolazioni  
di livello batiale con particolare riferimento  
a quelle bentonectoniche

di

GIOVANNI BOMBACE

(Dal laboratorio di Tecnologia della Pesca — Molo Mandracchio — Ancona)

5 Figure - 1 Tabella

**Summary.** Deep-sea fishery research, by means of commercial trawling devices carried out along the coasts of Sicily and the Malta Channel, brought to evidence a horizontal and vertical zonation of demersal species.

In particular, it was observed that the already known biogeographic differences between Western and Eastern Basins of the Mediterranean, are found also in the Bathyal Zone, where a vertical zonation consisting of 3 facies, each with its own prevalent group of species, has been described.

Such situation is explained on the basis of the local hydrology.

**Riassunto.** Ricerche profonde effettuate con reti a strascico nelle acque circostanti la Sicilia, da Capo Vaticano al Canale di Malta, hanno messo in evidenza una zonazione orizzontale e verticale delle forme bentonectoniche.

In particolare si è rilevato che la diversità biogeografica tra il Bacino Occidentale e quello Orientale del Mediterraneo si estende al livello batiale. Nel batiale stesso, si possono individuare 3 orizzonti, o facies, ciascuno caratterizzato dall'esuberanza di alcune specie bentonectoniche. Tale situazione viene spiegata sulla base di fattori idrologici.

**INTRODUZIONE**

Le zone cui si riferiscono le ricerche di cui in questa nota si dà una rapida sintesi, sono quelle della costa settentrionale di Sicilia, del suo versante occidentale (attorno alle Egadi), del settore a SE dell'Isola di Pantelleria e parzialmente del Canale di Sicilia e del Canale di Malta (Fig. 1).

Il livello bionomico interessato è prevalentemente quello batiale.

L'indirizzo principale delle ricerche era soprattutto di tipo applicativo e verteva fondamentalmente su due scopi: esplorazione e delimitazione di eventuali nuovi fondali strascicabili da segnalare alla pesca d'altura mediterranea, rendimento di pesca dei fondali saggiati, sfruttati o meno che essi fossero.

Nella Fig. 1 sono infatti riportati i rendimenti di pesca e cioè il Rendimento Totale ed il Rendimento Commerciale massimi, il Rendimento Totale ed il Rendimento Commerciale medi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Il Rendimento Totale di pesca è il peso degli organismi pescati, commerciabili o no che essi siano, in 1 h effettiva di strascico (cioè da quando la rete tocca il fondo a quando si inizia a

Dicasi per inciso che il valore del Rendimento di pesca è in funzione di numerose variabili e naturali e tecnologiche. Il tipo di natante, la funzionalità del complesso delle attrezzature da pesca (primarie ed ausiliarie), l'abilità degli equipaggi, lo sforzo di pesca esercitato nella zona esplorata, come anche la produttività naturale del fondale, (legata a sua volta a tante altre cause), la sua geomorfologia sono fattori che influenzano notevolmente i rendimenti di pesca. Tuttavia questi valori hanno un senso ed i dati sono significativamente

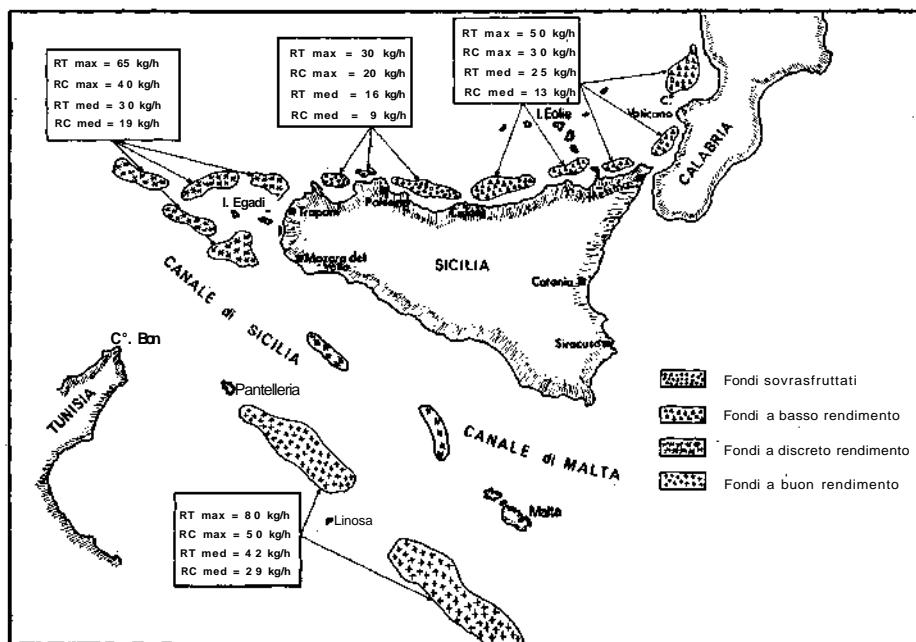


FIG. 1. Zone dove sono state effettuate le ricerche e relativi rendimenti di pesca.

comparabili se si riduce la portata dei fattori antropico-tecnologici. È quello che abbiamo fatto utilizzando quasi sempre lo stesso natante, le stesse attrezzature, lo stesso equipaggio.

Ma le osservazioni che in questa sede si vogliono riportare sono quelle scaturite al margine delle ricerche che, come si è detto, avevano finalità eminentemente applicative.

salpare i cavi di acciaio). Il Rendimento Commerciale è invece il peso degli organismi commerziabili nello stesso arco di tempo. Sono quindi esclusi da quest'ultimo valore, non solo le specie non commerciabili, ma anche gli individui di specie utili scartati in quanto le loro taglie non sono ritenute commerziabili.

Confronti sulla frequenza e sulla distribuzione orizzontale dell'ittiofauna di livello batiale di talune zone dei mari di Sicilia (da -150 a -750 m circa).

Specie	NO Egadi	Nord Sicilia	Canale di Sicilia e Canale di Malta	Pantelleria SE di
<i>Heptranchias perlo</i> (BONN.)	+	+	0	—
<i>Scyliorhinus caniculus</i> (L.)	++	++	+	+
<i>Scyliorhinus stellaris</i> (L.)	+	+	+	---
<i>Galeus melastomus</i> RAFINESQUE	++	++	++	++
<i>Oxynotus centrina</i> (L.)	+	0	++	+++
<i>Centrophorus granulosus</i> (B. & SCH.)	+	+	++	++
<i>Centrophorus ujato</i> (RAFINESQUE)	++	++	++	++
<i>Etmopterus spinax</i> (L.)	++	++	++	++
<i>Scymnorhinus licha</i> (BONN.)	++	++	+	+
<i>Squatina squatina</i> (L.)	+	+	+	---
<i>Torpedo nobiliana</i> BONAP.	+	+	---	---
<i>Raja miraletus</i> L.	+	+	+	+
<i>Raja montagui</i> FOWLER	---	---	+	+
<i>Raja oxyrhynchus</i> L.	---	---	+	++
<i>Chimaera monstrosa</i> L.	++	++	+	0
<i>Argentina leioglossa</i> (VALENC.)	++	+++	+	---
<i>Argentina sphyraena</i> L.	+	++	+	0
<i>Gonostoma denudatum</i> RAFIN.	+	+	---	---
<i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco		+	---	---
<i>Stomias boa boa</i> RISSO	+	+	0	0
<i>Chauliodus sloanei sloanei</i> BL. & SCHN.	+	+	0	---
<i>Chlorophthalmus agassizi</i> BONAP.	++	+++	+++	++++
<i>Myctophum punctatum</i> RAFIN.	---	---	---	0
<i>Diaphus rafinesquei</i> (Cocco)	+	+	---	---
<i>Lampanyctus crocodilus</i> (RISSO)	+	+	+	+

La notazione di presenza è stata calcolata come abbondanza media di individui di ciascuna specie in un numero standard di pescate nelle diverse zone.

segue: Confronti sulla frequenza e sulla distribuzione orizzontale dell'ittiofauna, ecc.

Specie	NO Egadi	Nord Sicilia	Canale di Sicilia e Canale di Malta	SE di Pantelleria
<i>Aethoprorra metopoclampa</i> (Cocco)	+	+	+	0
<i>Nettastoma melanura</i> RAFINESQUE	++	++	+	0
<i>Conger conger</i> (L.)	++	+	+	0
<i>Ariosoma balearicum</i> (DELALROCHE)	+	---	0	0
<i>Congromuraena mystax</i> (GÜNTHER)	+	+	---	---
<i>Nemichthys scolapaceus</i> RICHARDSON	+	+	---	---
<i>Notacanthus bonapartei</i> RISSO	++	++	+	+
<i>Polyacanthonotus rissoanus</i> (DE FIL. & VER.)	0	0	---	---
<i>Mora mora</i> (RISSO)	+	++	0	+
<i>Gadella maraldi</i> (RISSO)	+	+	---	---
<i>Phycis blennioides</i> (BRÜNNICH)	+++	++	++	+++
<i>Gaidropsarus vulgaris</i> (CLOQUET)	+	+	0	0
<i>Gaidropsarus biscayensis</i> (COLLET)	+	+	+	++
<i>Molva elongata</i> (OTTO)	+	+	+	+
<i>Merluccius merluccius</i> (L.)	++	+	+	++
<i>Trisopterus minutus capelanus</i> (RISSO)	---	+	+	---
<i>Gadiculus argenteus argenteus</i> GUICHENOT	+++	+++	+	+
<i>Micromesistius poutassou</i> (RISSO)	++	++	+	+
<i>Trachyrhynchus scabrus</i> (RAFIN.)	---	+	---	---
<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i> (RISSO)	++	++	+	0
<i>Hymenocephalus italicus</i> GIGLIOLI	++	+++	++	++++
<i>Nezumia sclerorhynchus</i> (VALENCIENNES)	+++	++	+	+
<i>Nezumia aequalis</i> (GÜNTHER)	++	++	+	++
<i>Macroramphosus scolopax</i> (L.)	++	++	+	+

segue: Confronti sulla frequenza e sulla distribuzione orizzontale dell'ittiofauna, ecc.

Specie	NO Egadi	Nord Sicilia	Canale di Sicilia e Canale di Malta	SE di Pantelleria
<i>Hoplostethus mediterraneus</i> VALENCIENNES	++	++	+	+
<i>Capros aper</i> L.	++	++	+	+
<i>Epigonus telescopus</i> (RISSO)	++	++	+	+
<i>Epigonus denticulatus</i> DIENZEIDE	0	0	+	0
<i>Callanthias ruber</i> (RAFINESQUE)	---	---	0	+
<i>Trachurus trachurus</i> (L.)	++	+	+	+
<i>Trachurus medit.</i> (STEINDACHNER)	++	+	+	+
<i>Uranoscopus scaber</i> (L.)	+	+	+	+
<i>Lepidopus caudatus</i> (EUPHRASEN)	+++	++	+	+
<i>Centrolophus niger</i> (GMELIN)	0	0	---	---
<i>Callionymus phaeton</i> GÜNTHER	+	+	---	---
<i>Ophidion barbatum</i>	+	+	0	---
<i>Deltentosteus quadrivittatus</i> (VALENCIENNES)	++	++	+	---
<i>Helicolenus dactylopterus</i> (DELAROCHE)	++	+	++	+++
<i>Aspitrigla cuculus</i> (L.)	++	+	+	0
<i>Lepidotrigla cavillone</i> (LACEPÈDE)	++	+	+	0
<i>Peristedion cataphractum</i> (L.)	++	++	++	+
<i>Citharus linguatula</i> L.	++	++	+	---
<i>Lepidorhombus bosci</i> (RISSO)	++	++	+	---
<i>Lepidorhombus whiff-jagonis</i> (WALB.)	+	+	---	---
<i>Phrynorhombus regius</i> (BONN.)	+	+	---	---
<i>Arnoglossus laterna</i> (WALBAUM)	+	+	+	---
<i>Arnoglossus rueppeli</i> (Cocco)	++	++	+	---
<i>Syphurus nigrescens</i> RAFINES.	+++	+++	+	---
<i>Syphurus ligulatus</i> (Cocco)	++	++	+	---
<i>Lophius piscatorius</i> (L.)	+	+	+	++
<i>Lophius budegassa</i> SPINOLA	---	0	+	+

Tali osservazioni riguardano tre fatti:

- 1) la distribuzione orizzontale delle specie catturate nelle zone indicate e prevalentemente la distribuzione della fauna ittica;
- 2) il confronto della distribuzione verticale delle specie nelle diverse zone, con particolare riferimento ai Peneidi bentonectonici di livello batiale;

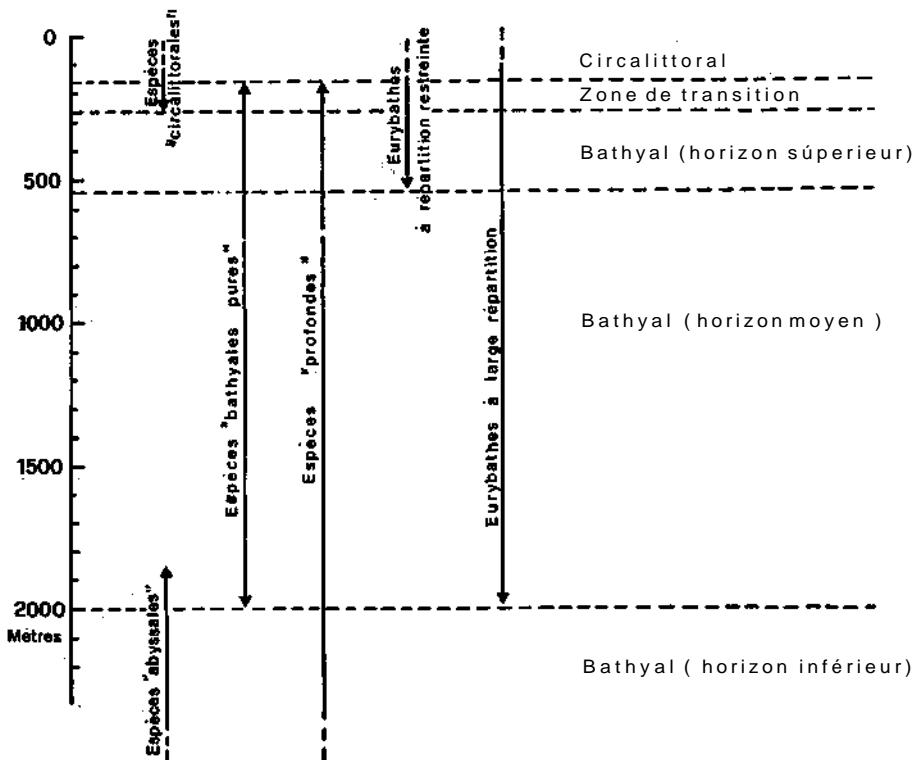


FIG. 2. Ripartizione batimetrica di diverse categorie euribate (da CARPINE 1970).

- 3) ipotesi sulla esistenza di facies bionomiche di tipo idrologico atte a spiegare i fenomeni e le variazioni di distribuzione orizzontale e verticale relativamente alle faune bentonectoniche.

#### 1 - DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE

L'elenco faunistico allegato dà delle indicazioni relative sulla frequenza e sulla presenza di diverse specie ittiche, come risultano dai dati di cattura e di pesca raccolti nelle zone di cui si è detto.

I dati sono evidentemente parziali e relativi nel senso che abbisognerebbero di ulteriori ricerche e di ulteriori confronti. Il fatto, ad esempio, che non si sia trovata una certa specie in una determinata zona e che quindi viene data come « assente » può significare semplicemente che non è stata trovata nel corso delle nostre ricerche.

Certamente la notazione di « assenza » o di « presenza » acquista significazione obiettivamente importante e trascende l'aleatorietà e la relatività del dato di rinvenimento, quando trattasi di specie frequentissime in una zona ed assenti in un'altra (e viceversa) come sembra accadere per esempio per le due specie di *Syphurus* mediterranei, abbondanti nelle acque settentrionali di Sicilia, totalmente assenti nelle acque del settore a SE di Pantelleria.

Per i confronti di frequenza sono state considerate unicamente le ricerche compiute dai ricercatori del Centro Sperimentale della Pesca (SARÀ & BOMBACE, 1967; BOMBACE & SARÀ, 1970; ARENA & BOMBACE, 1970; BOMBACE & LIGRECI, 1970; BOMBACE, 1970).

Si possono distinguere:

1) Specie il cui rinvenimento è avvenuto in tutte le zone considerate.

Esse costituiscono il 58 % circa. In questo ambito possiamo ulteriormente distinguere :

a) specie la cui frequenza aumenta passando da Ovest verso Est od anche verso SE ; cioè procedendo anche dalla fascia più meridionale del bacino orientale (Mediterr. Centrale), attraverso il Canale di Sicilia.

Esse sono: *Oxynotus centrina*, *Chlorophthalmus agassizi*, *Hymenocephalus italicus*, *Helicolenus dactylopterus*.

b) Specie la cui frequenza diminuisce procedendo nello stesso senso.

Esse sono: *Chimaera monstrosa*, *Stomias boa boa*, *Nettastoma melanura*; *Nezumia sclerorhynchus*, *Lepidopus caudatus*, *Aspitrigla cuculus*, *Conger conger*, *Notacanthus bonapartei*, *Gaidropsarus vulgaris*, *Gadiculus argenteus argenteus*, *Lepidotrigla cavillone*.

2) Specie che, dalle nostre ricerche, non risultano presenti nelle zone più meridionali del Mediterraneo Centrale (Est Tunisia, SE Pantelleria) ma che, nulla esclude che ulteriori ricerche possano rivelarne la presenza, consentendo quindi l'inserimento di esse al punto b) del precedente n. 1.

Esse sono: *Torpedo nobiliana*, *Gonostoma denudatum*, *Diaplus rafinesquei*, *Congromuraena mistax*, *Nemichthys scolopaceus*, *Gadella maraldi*, *Trachyrhynchus scabrus*, *Callionymus phaeton*, *Deltentosteus quadrimaculatus*, *Lepidophorus whiff - jagonis*, *Phrynorhombus regius*, *Arnoglossus rueppeli*, *Syphurus nigrescens*, *Syphurus ligulatus*.

3) Specie che risultano solo nel settore più meridionale e che invano abbiamo cercato nella scarpata delle coste settentrionali di Sicilia o ad Ovest delle Egadi, ma che la letteratura e taluni Autori (specie quelli più antichi) riportano anche per le coste settentrionali di Sicilia.

Esse sono: *Raja montagui*, *Raja oxyrhynchus*, *Callanthias ruber*.

4) Specie di cui si hanno ben pochi dati relativi alle zone di cattura per potere dare un'indicazione sulla distribuzione. Così ad es.:

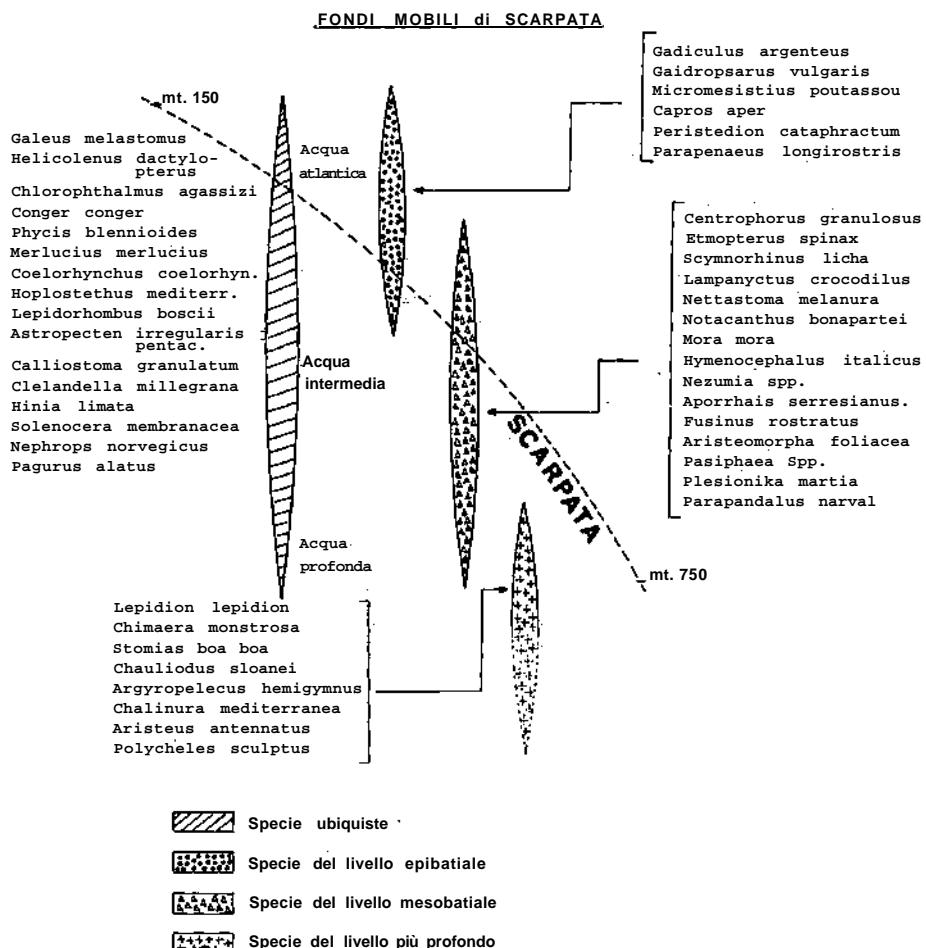


FIG. 3. Schema della distribuzione verticale di alcune specie nell'ambito della biocenosi batiale (coste settentrionali di Sicilia).

*Argyropelecus hemigymnus*, *Polyacanthonotus rissoanus*, *Mora mora*, *Centrolophus niger*, etc.

Anche a livello di invertebrati si riscontrano variazioni.

Così ad es. passando dal Bacino Occid. del Mediterraneo al Canale di Malta e progressivamente al settore a SE di Pantelleria si rileva il passaggio da ff. acarenate (f. *crispa* BORSONI) a ff. carenate di *Fusinus rostratus* (OLIVI).

Diminuisce la frequenza degli altri Gasteropodi *Clelandella millegrana* (PHILIPPI) e *Aporrhais serresianus* MICHAUD, infine a SE di Pantelleria sembra scomparire totalmente il crostaceo peneide *Aristeus antennatus* (Risso).

Nelle cale operate in questo settore non abbiamo trovato infatti un solo individuo di questa specie.

In conclusione la diversità biogeografica tra il bacino Occidentale ed il Mediterraneo Centrale si estende fino agli alti fondali anche se il limite tra le due aree, posto convenzionalmente tra C. Bon e le coste Sud-siciliane parrebbe doversi porre ancora più a SE almeno a livello delle popolazioni batiali.

## 2 - DISTRIBUZIONE VERTICALE

Come è stato detto, le ricerche hanno interessato prevalentemente il livello batiale, ma anche la parte inferiore del livello circalitorale o più esattamente una zona di transizione tra i due livelli.

Dicasì per inciso che la definizione di livello circalitorale, così come esso è stato definito al Colloquio di Genova (1957) è la seguente: il livello circalitorale o la zona circalitorale si estende dal limite estremo dell'ambiente di vita delle fanerogame marine (o delle alghe fotofile) fino alla profondità estrema compatibile con la vegetazione delle alghe più tolleranti alle deboli illuminazioni. In assenza di vegetazione ed è il caso delle aree a sedimentazione notevole, per delimitare il livello circalitorale ci si riferisce ad un certo numero di specie e principalmente alle specie caratteristiche esclusive della biocenosi.

Il livello batiale corrisponderebbe invece alle popolazioni che occupano la scarpata continentale e la porzione di fondo a pendio dolce che si trova immediatamente al piede della scarpata. Il livello batiale si estenderebbe fino a 3000 m di profondità all'incirca.

Lasciando da parte le popolazioni che si possono rinvenire al di là degli 800-1.000 m di profondità, di cui personalmente non ho alcuna esperienza diretta di cattura, le popolazioni che qui son prese in considerazione sono quelle che vanno da -150 m a -800 m all'incirca.

Le considerazioni che possono farsi sono le seguenti:

1) esiste un'ampia zona di passaggio tra i due livelli;

2) L'ampiezza di questa zona di transizione è variabile. Sulle coste settentronali di Sicilia la zona di transizione è stretta, nel settore del Canale di Sicilia ed a SE di Pantelleria, questa zona è più larga;

3) La variazione dell'ampiezza della zona di transizione sembrerebbe correlata alla geomorfologia della costa e del fondo ed al ritmo di sedimentazione soprattutto e quindi alla natura dei fondali.

Già PÉRÈS (1964) aveva mostrato che nel Golfo Ibero - Marocchino i veri e propri popolamenti batiali iniziano verso m 300 di profondità e che esiste, fra

120 e 300 m una larga zona di transizione fra il livello circalitorale ed il livello batiale.

Nel mare D'Alboran la transizione fra i due livelli si riduce ed i popolamenti batiali iniziano verso i 225 m.

In Mediterraneo N. Occidentale invece si avrebbe una sorta di rinserramento della zonazione; si avrebbe infatti soppressione della zona di transizione per « risalita » verso i 150 m del limite superiore delle popolazioni batiali (PÉRÈS, 1964).

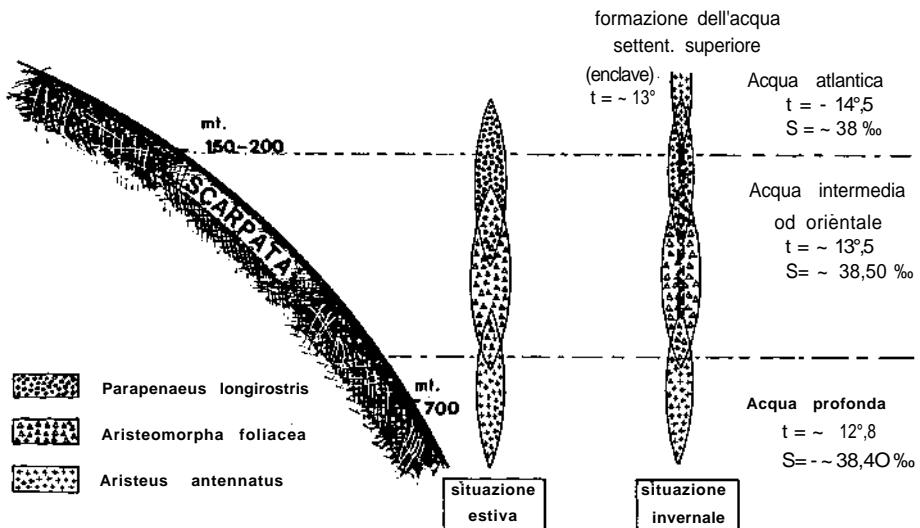


FIG. 4. Schema della distribuzione dei Peneidi nella zona batiale delle coste Nord-occidentali di Sicilia (da Castellammare alle Egadi).

Così anche REYSS (1970) ha mostrato a Banyuls, nei rechs Lacaze Duthiers e del Capo, l'esistenza d'una zona di transizione tra il livello circalitorale ed il livello batiale. Questo autore infatti riprende l'eventualità dell'esistenza, se non proprio di un livello batilitorale (ERCEGOVIC, 1957), che sarebbe improprio per definizione, di un margine di contatto batilitorale<sup>2</sup>. Anche altri Autori tra cui CARPINE (1970) che ha lavorato sulle coste di Corsica e nel settore di Monaco evidenzia l'esistenza di questa zona di transizione.

Questa zona (Fig. 2 da CARPINE, 1970) sarebbe caratterizzata soprattutto dalla presenza di specie « Euribate a ripartizione ristretta », ma in essa arriverebbero

<sup>2</sup> Il livello batilitorale sarebbe caratterizzato da una mescolanza di specie caratteristiche tale che il suo limite superiore sarebbe quello meno profondo che può essere raggiunto dalle specie caratteristiche del livello batiale ed il suo limite inferiore sarebbe quello più profondo che può essere raggiunto dalle specie caratteristiche del livello circalitorale (REYSS, 1970).

Poiché il livello batilitorale non avrebbe quindi sue specie caratteristiche esclusive è improprio parlare di livello, zona o piano e quindi giustamente REYSS parla di margine di contatto batilitorale.

anche specie circalitorali e specie batiali oltre alle specie Euribate a larga ripartizione. La biocenosi batiale sarebbe infine divisa in tre orizzonti: orizzonte superiore, medio ed inferiore<sup>3</sup>.

Questi tre « orizzonti », la cui esistenza non infirmerebbe la validità della biocenosi batiale sono (sempre secondo gli Autori citati) così determinati:

a) l'orizzonte superiore con la maggior parte delle specie caratteristiche della biocenosi e con un massimo di forme euribate che conferisce a questo orizzonte un aspetto di transizione con il livello circalitorale;

b) l'orizzonte medio dove la biocenosi dei fanghi batiali conosce il suo massimo di sviluppo;

c) l'orizzonte inferiore, assai mal conosciuto e comunque caratterizzato dall'impoverimento delle biocenosi da un lato e dall'altro dall'apparizione di alcune specie molto rare o assenti nei due orizzonti superiori quali ad es.: i Crostacei *Nematocarcinus ensifer* e *Polycheles sculptus*, l'Astroide *Plutonaster bifrons* e talune specie di pesci dei generi *Haloporphyrus* e *Benthosaurus*.

Questi « orizzonti » di PÉRÈS & PICARD che non sono delle biocenosi e non sono nemmeno delle facies « sensu strictu », non corrispondono che per certi aspetti ai nostri « livelli ».

I nostri « livelli faunistici » si manifestano nell'ambito della biocenosi batiale, fino alle profondità da noi saggiate (-750, -800 m al massimo), sono dati dal rigoglio (abbondanza d'individui) di talune specie bentonectoniche in prevalenza ed il loro manifestarsi sembra potersi correlare con la predominanza di taluni fattori idrologici piuttosto costanti in determinate profondità e da cui queste specie sembrerebbero preferenzialmente condizionate (Fig. 3).

In sostanza, i nostri « livelli faunistici » sembrerebbero delle facies corrispondenti in gran parte ai « livelli idrologici » o « strati d'acqua » su cui le indagini oceanografiche esperite in Mediterraneo ci hanno dato ormai sufficienti conoscenze.

Queste « facies » di tipo idrologico o di derivazione idrologica, sono da distinguere dalle « facies » dovute alla tessitura, alla compattezza od alla composizione dei sedimenti profondi (facies da substrato) e che si manifestano essenzialmente a livello degli Invertebrati bentonici sessili o sedentari. (Facies di *Funiculina quadrangularis*, facies di *Isidella elongata*, facies di *Brisingella coronata*, di *Thenea muricata* etc). Le facies da condizionamento idrologico si manifestano infatti qualunque sia la « qualità » del substrato mobile (fango compatto o fango molle; fango con sabbia o fango con detrito etc.) e interessano soprattutto le specie bentonectoniche.

<sup>3</sup> Secondo PÉRÈS & PICARD (1964) gli orizzonti sarebbero delle « sottodivisioni verticali elementari che possono localmente apparire in seno ad un livello. Orizzonti che presentano un certo numero di caratteristiche comuni possono essere raggruppati in modo da costituire un sotto-livello od una sotto-zona ».

In sintesi, nell'ambito della biocenosi batiale, sembrerebbe di potere evidenziare almeno tre facies di tipo idrologico corrispondenti rispettivamente e dall'alto in basso, all'acqua atlantica di profondità o di contatto con lo strato d'acqua sottostante, all'acqua detta « orientale » o intermedia ed all'acqua profonda.

Quanto detto potrebbe infine spiegare la variazione dei limiti batimetrici dei diversi « orizzonti » che, in settori differenti del Mediterraneo, anche PÉRÈS

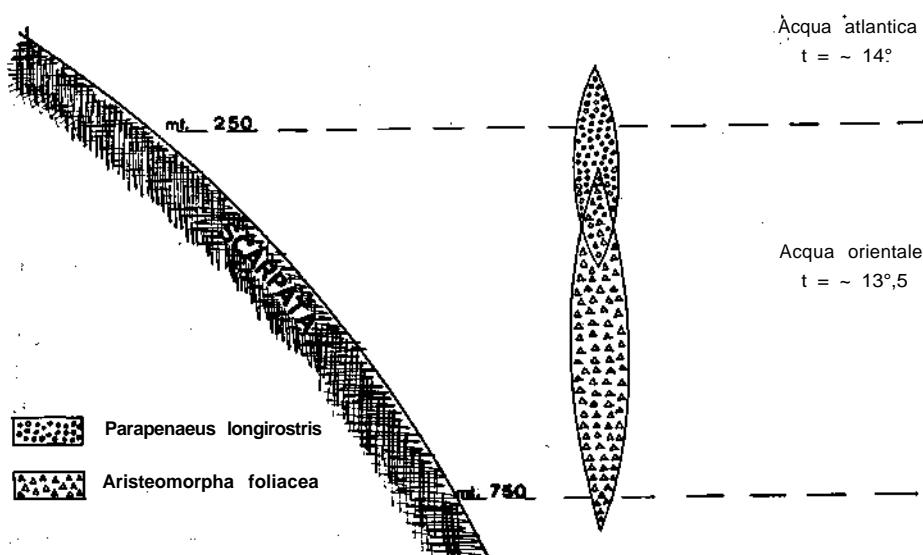


FIG. 5. Schema della distribuzione dei Peneidi nella zona batiale a Sud-Est dell'Isola di Pantelleria.

& PICARD (1964) ebbero a rilevare, almeno per l' « orizzonte superiore », ove si consideri che lo spessore degli strati d'acqua di cui si è detto cambia nelle diverse zone del Mediterraneo.

Dagli elenchi già riportati e dallo schema illustrato nella Fig. 3 si possono rilevare i gruppi faunistici preferenziali dei diversi livelli.

Qui di seguito si riportano tuttavia le specie che sembrano presentare un rigoglio nei diversi livelli considerati e che caratterizzano le facies.

Si ha: fondi mobili di scarpata e del pendio batiale: Mediterraneo Occidentale (Coste settentrionali di Sicilia);

a) margine continentale, rottura del pendio di platea, inizio della scarpata (da -150 a -350 m, circa).

Esuperanza di *Micromesistius poutassou*, *Macroramphosus scolopax*, *Caphros aper*, *Lepidopus caudatus*, *Peristedion cataphractum* e soprattutto *Parapenaeus longirostris* (si può denominare facies di *P. longirostris*).

b) Parte profonda della scarpata ed inizio del pendio batiale (da — 350 a -750 m, circa).

Esuperanza di *Hymenocephalus italicus*, dei Macruridi del gen. *Nezumia*, dei Crostacei *Aristeomorpha foliacea*, *Plesionika* spp., *Pasiphaea* e *Parapandalus* spp. (facies di *Aristeomorpha foliacea* e di *Hymenocephalus italicus*).

c) Parte ancora più profonda (oltre m 750). Esuperanza di *Aristeus antennatus* (facies di *A. antennatus*).

Come si può notare, le facies idrologiche di cui si è detto, si evidenziano nettamente a livello dei Peneidi bentonectonici *Parapenaeus longirostris*, *Aristeomorpha foliacea*, *Aristeus antennatus*.

Già altri Autori (GHIDALIA & BOURGOIS, 1961) avevano constatato il fenomeno della distribuzione verticale dei tre Peneidi menzionati e l'avevano giustamente riallacciato alle condizioni idrologiche (temperatura, soprattutto) degli strati d'acqua profondi.

Una riprova della bontà dell'ipotesi formulata dagli Autori suddetti l'abbiamo potuta avere comparando le distribuzioni verticali di Peneidi bentonectonici della zona batiale delle coste settentrionali di Sicilia e della zona batiale a SE dell'Isola di Pantelleria (Fig. 4).

Durante il periodo estivo la distribuzione dei Peneidi è netta (Fig. 4). Il livello epibatiale è interessato da *Parapenaeus longirostris* (acqua atlantica profonda o di contatto con lo strato sottostante), il livello « mesobatiale » o del pendio immediatamente sottostante alla scarpata è interessato da *Aristeomorpha foliacea* (acqua « orientale » o intermedia) ed il livello ancora più profondo è interessato da *Aristeus antennatus* (acqua profonda o acqua settentrionale inferiore).

Questi tre strati d'acqua presentano caratteristiche idrologiche diverse.

Durante il periodo invernale, quando nella zona a NO delle Egadi si fa sentire l'influenza delle acque settentrionale superiori formatesi per il raffreddamento delle acque superficiali e si determinano temperature assai vicine a quelle delle acque profonde (attorno a 13°), *Aristeus antennatus* viene pescato in « enclave » unitamente a *Parapenaeus longirostris* su fondali da -150 a -250 m (Fig. 4, situazione invernale).

Nel settore a SE dell'Isola di Pantelleria (tra Pantelleria e Lampedusa), nel corso di saggi di strascico esperiti durante il periodo estivo fino a profondità di m 800 circa si ha la situazione seguente: (Fig. 5)

a) il limite superiore della biocenosi batiale risulta spostato ad un livello più profondo, rispetto alla situazione batimetrica delle coste settentrionali di Sicilia di almeno -50, -80 m all' incirca.

b) *Aristeomorpha foliacea* si pesca dai -450 ai -800 m circa, ma abbondantemente sui -500 metri.

c) È assente *Aristeus antennatus* (Fig. 5).

La spiegazione di questi fatti non può trovarsi che rifacendosi alla situazione idrologica.

In effetti il settore a SE dell'Isola di Pantelleria è interessato da uno strato d'acqua « orientale » di notevole ampiezza che può spiegare la presenza unicamente (almeno sino a m 800 di profondità) di *Aristeomorpha foliacea*.

Concludendo, è ben vero che i Peneidi bentonectonici compiono degli spostamenti verticali durante il periodo della riproduzione, ma è altrettanto vero (almeno come risulta dalle nostre ricerche) che *Aristeus antennatus* non si rinviene mai durante il periodo estivo unitamente a *Parapenaeus longirostris*, al disopra dei -300 m di profondità e che *Aristeomorpha foliacea* sia la specie predominante tra i Peneidi tra i -400 e -700 m di profondità e l'unica, tra le tre specie di Peneidi prese in considerazione, che si ritrovi alle profondità considerate a SE di Pantelleria e nell'Est tunisino in generale.

In conclusione, comparando le popolazioni di livello batiale di diverse zone e settori del Mediterraneo si riscontrano variazioni nella distribuzione orizzontale e verticale delle specie bentonectoniche che non si possono spiegare se non invocando fattori idrologici ed oceanografici, dal momento che i fattori ecologici relativi al substrato appaiono pressoché costanti o talmente poco variabili da non potere giustificare le variazioni osservate.

È questo, a nostro modesto avviso, probabilmente uno dei punti fragili del grandioso edificio costruito dalla Scuola francese di bionomia.

Sottolineamo, con molta umiltà, che la Scuola francese, ha considerato soprattutto i fattori ecologici relativi ai substrati in quanto ovviamente i più determinanti a riguardo dell'insediamento degli invertebrati bentonici o delle specie comunque legate al substrato, mettendo in secondo piano e talvolta trascurando i fattori idrologici - oceanografici che a livello di distribuzione di specie bentonectoniche sembrano giocare invece un ruolo determinante.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARENA P. & G. BOMBACE, 1970: Bionomie benthique et faunes ichthyologiques, des fonds de l'étage circalittoral et bathyal des golfes de Castellammare et de Patti. XXII CIESMM, Roma.
- BOMBACE G., 1970: Notizie sulla malacofauna e sulla ittiofauna del Coralligeno di falesia. Quaderno di ricerca e sperimentaz., n. 14 Unioncamere di Sic. - Palermo.
- , 1971: Notizie preliminari sulla sistematica, sull'ecologia e sulla distribuzione delle forme carenate ed acarenate di *Rusinus rostratus* (OLIVI) in Mediterraneo. Annali Museo Civ. Stor. Natur. Genova, 78.
- , & F. LI GRECI 1970: Correlations trophiques entre les organismes benthiques et diverses espèces de poissons bathynectoniques et pelagiques. XXII CIESMM, Roma.
- , & R. SARÀ 1970: Ricerca di nuovi fondi strascicabili a SE dell'Isola di Malta. Memoria per l'Assess. Ind. e Commercio della Reg. Sic.

- BOMBACE, G. & R. SARÀ, 1972: La pesca a strascico sui fondali da -500 a -700 metri nel settore a Sud-Est di Pantelleria. Memoria n. 33, Ministero Marina Mercantile, Roma.
- CARPINE, CH., 1970: Ecologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée occidentale. Mémoires de l' Institut Oceanographique de Monaco, n. 2.
- ERCEGOVIC A., 1957: Principes et essai d'un classement des étages benthiques. Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, 22 (Bull. 13): 17-21.
- GHIDALIA W. & F. BOURGOIS, 1961: Influence de la température et de l'éclairement sur la distribution des crevettes des moyennes et grandes profondeurs. Etudes et Revues FAO, n. 16.
- MAURIN C., 1968: Ecologie ichtyologique des fonds chalutables atlantiques et de la Méditerranée occidentale. Revue des travaux de l'I.S.T.P.M. Tome XXXII, Fasc. 1.
- PÉRÈS J. M. & J. PICARD, 1964: Nouveau Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Trav. Stat. Mar. End., 31, (47).
- REYSS D., 1970: Bionomie benthique de deux canyons sous-marins de la mer catalane: le rech du Cap et le rech Lacaze - Duthiers - Thèse. Paris.

Dr. G. BOMBACE, Laboratorio di Tecnologia della Pesca, Molo Mandracchio, Ancona, Italia.

Variabilità nel numero delle branchie,  
delle papille perianali e delle papille rettali  
in una popolazione di *Ophelia bicornis* SAVIGNY  
delle coste orientali della Sicilia (ANNELIDA, POLYCHAETA)

di

**GRAZIA CANTONE e GIOVANNI COSTA**

(Dall'Istituto Policattedra di Biologia Animale - Università di Catania)

6 Figure - 5 Tabelle

**Summary.** An analysis was carried out on a considerable number of specimens (500 individuals) collected in the same locality (Plaja, Eastern Sicily), partly attributable to *O. bicornis* SAV. and, according to the morphological criteria followed nowadays, also to various races of this species and to some other species. In fact, considerable doubt still exists as to the systematic validity of some species of *Ophelia* SAV. and, sometimes, also of several races and forms which have been recognized by some Authors.

In these animals an examination was carried out on the variability of the number and the arrangement of the gills and of the number of rectal and perianal papillae, and a statistical analysis, relative to the number of the two categories of papillae, was performed, conventionally grouping the 500 animals according to the number and arrangement of the gills presented.

Comparison did not show a significant statistical difference either between the groups or in their interiors. Therefore, keeping in mind the slightness of the evidence of distinctive characteristics in the various taxonomical categories that have been recognized up to date and the results of the statistical analysis performed precisely on these characteristics, the Authors affirm that, in the sample in question, it is impossible to claim a group distinction, to be considered as distinct races or species. They conclude, therefore, that it is a single population of *O. bicornis* and that this species presents a high degree of polymorphism, presumably of genetic origin.

**Riassunto.** E' stato analizzato un notevole numero di esemplari (500 individui), raccolti in una medesima località (loc. Plaja, Sicilia orientale), attribuibili in parte ad *O. bicornis* SAV. e, secondo i criteri morfologici tuttora seguiti, anche a varie razze di questa specie e ad altre specie. Infatti è ancora esistente una notevole incertezza sulla validità sistematica di alcune specie del genere *Ophelia* SAV. e talora anche delle razze o forme riconosciute da parte di qualche Autore.

Di tali animali è stata esaminata la variabilità del numero e della disposizione delle branchie e del numero delle papille rettali e perianali, ed è stata effettuata l'analisi statistica relativa al numero delle due categorie di papille, raggruppando convenzionalmente i 500 animali secondo il numero e la disposizione di branchie presentati.

I confronti effettuati non hanno portato a differenze statisticamente significative né tra i gruppi né all'interno di essi. Pertanto gli AA., tenuto conto della scarsa rilevanza dei caratteri distintivi delle varie forme quali sono state finora ricono-

sciute e dell'esito dell'analisi statistica condotta su tali caratteri, asseriscono che nel campione in oggetto non è possibile ammettere una qualsiasi distinzione in gruppi, da considerare quali razze o specie distinte. Concludono quindi che si tratta di un'unica popolazione di *O. bicornis* e che tale specie presenta un alto grado di polimorfismo, presumibilmente di origine genetica.

#### INTRODUZIONE

Il genere *Ophelia* comprende numerose specie litorali, viventi in fondi sabbiosi od anche fangosi di tutti i mari: lungo le coste atlantiche dell'Europa e nel Mediterraneo vivono le specie *O. bicornis* SAV., *O. radiata* D.C. e la sua varietà *barquii* FAUVEL, che sono state oggetto negli ultimi quindici anni di numerose indagini, viste le incertezze che da tempo regnano sulla loro validità sistematica; infatti queste due specie e la varietà hanno come unico carattere distintivo il numero delle branchie, che è rispettivamente di 15, 14, 13 paia.

FAUVEL (1927) non riconosceva alcuna altra differenza morfologica fra *O. bicornis* ed *O. radiata*, le quali però sembravano occupare aree geografiche separate.

GIORDANI-SOIKA & SANDRINI (1958), esaminando diverse popolazioni mediterranee di *Ophelia*, non solo rilevarono analoga variabilità nel numero delle paia di branchie, ma dettero molta importanza al diverso segmento sul quale poteva comparire il primo paio di branchie; in base a ciò proposero una distinzione in gruppi A, B, C a seconda che esse inizino all'11°, al 12°, al 13° setigero, ma dell'ultimo gruppo (C) si limitarono a citarne l'esistenza in una nota a piè di pagina. In base all'analisi statistica effettuata, tali AA. ritenevano di poter distinguere in definitiva due razze: razza A con il primo paio di branchie sull' 11° setigero, razza B con il primo paio sul 12°; inoltre ipotizzavano all'interno della razza A una « forma atlantica » con 14 (o 15) paia di branchie ed una « forma mediterranea » con 13 (o 12) paia, mentre la razza B sarebbe rappresentata unicamente da una « forma mediterranea » con 13 (o 12 od 11) paia. Nel Mediterraneo però, sempre secondo GIORDANI-SOIKA & SANDRINI, si trovano distribuite senza alcuna precisa delimitazione geografica forme atlantiche e mediterranee della razza A e forme mediterranee della razza B.

BELLAN (1961), prendendo in esame popolazioni di *Ophelia* mediterranee (Corsica, Egeo, Baleari) e della regione di Roscoff, riscontrò variabilità nel numero delle branchie e nel segmento di inizio della serie di branchie e rinvenne, fra loro conviventi, tutte le forme di passaggio da individui a 15 paia ad individui a 12 paia di branchie. Ne concluse che *O. bicornis*, *O. radiata* ed *O. radiata* var. *barquii* non dovessero essere che un'unica specie polimorfa che, per ragioni di priorità, doveva essere chiamata *Ophelia bicornis* SAV.; egli inoltre accettò la distinzione in forme A, B, C di GIORDANI-SOIKA & SANDRINI.

Più recentemente AMOUREUX (1966), studiando popolazioni atlantiche di *Ophelia*, ha reperito stazioni con prevalenza di individui a 15 paia di branchie e stazioni con prevalenza di individui a 14 paia, ed ha accettato il concetto di *O. bicornis* polimorfa, ma non la sua distinzione in forme A, B, C per le popolazioni atlantiche.

Altri AA. ancora (CABIOCH, L'HARDY & RULLIER, 1968; LAUBIER-PARIS, 1962) non condividono il punto di vista di BELLAN e considerano tuttora *O. bicornis* ed *O. radiata* come specie distinte.

A causa di questa diversità di opinioni sulla questione, abbiamo voluto condurre uno studio più approfondito sulla variabilità riscontrabile in una popolazione strettamente localizzata di questa specie.

#### MATERIALI E METODI

Le nostre osservazioni sono state effettuate su una popolazione di *Ophelia* rinvenuta lungo la spiaggia della Plaja, a sud dell'abitato di Catania. Gli animali, portati in Istituto e ripuliti della sabbia, venivano successivamente conservati secondo le usuali tecniche ed osservati al binoculare; dei 500 esemplari esaminati venivano presi in considerazione, oltre che le branchie, due altri caratteri variabili di cui finora nessun altro Autore si era interessato, cioè il numero delle papille perianali e quello delle papille che marginano il retto: in tal modo si prevedeva di poter disporre di uno strumento, consistente nel tipo di distribuzione delle papille perianali e rettali, con il quale saggiare il valore della variabilità delle branchie.

Le papille perianali, com'è noto, sono di due tipi: due grosse papille ventrali, che sono la continuazione degli ispessimenti laterali che decorrono lungo il corpo, ed un numero variabile di papille più piccole, che sono quelle di cui ci siamo interessati. Le papille rettali sono disposte lungo il margine del retto ed hanno aspetto simile a quello delle papille perianali, dalle quali differiscono per essere più sottili.

Dall'osservazione al binoculare sono stati ricavati dati relativi al numero ed alla disposizione delle branchie e al numero delle papille perianali e rettali; tali dati ci hanno consentito di effettuare un'analisi statistica relativamente all'andamento delle due categorie di papille, confrontando tra loro gruppi di esemplari che differivano per il numero e la disposizione delle branchie.

Per i confronti a due l'ipotesi di egualanza delle varianze e quella di egualanza delle medie erano saggiate rispettivamente tramite l'*F* di SNEDCOR ed il *t* di STUDENT-FISHER; nei confronti a tre, per l'ipotesi di omoscedasticità ci siamo avvalse del test di BARTLETT, mentre l'ipotesi di egualanza delle medie veniva saggia tramite l'analisi della varianza.

Quando il confronto a tre dava risultati negativi, si effettuavano tutti i possibili confronti a due allo scopo di verificare a quale (o quali) dei sottogruppi in esame fosse dovuto l'esito sfavorevole del test; per tali confronti a due si utilizzavano ancora l'*F* di SNEDCOR per le varianze ed il *t* di STUDENT-FISHER per le medie. Nel caso in cui i tests relativi alla omoscedasticità risultavano comunque negativi, si riteneva inutile procedere alla verifica dell'egualanza delle medie.

In ognuno dei tests utilizzati si è scelto il livello di significatività  $\alpha = 0.05$ , che è il livello adottato dalla maggior parte degli AA. anglosassoni.

## ESAME DELLA VARIABILITÀ

L'esame delle branchie ha mostrato l'esistenza, nella popolazione da noi considerata, di una grande variabilità sia nel numero delle paia di branchie sia nella loro disposizione: nel 56.2 % degli esemplari le branchie iniziano dall' 11° setigero, nel 43.8 % dal 12°. Inoltre il 76.8 % degli individui presenta i segmenti branchiferi (che possono essere 15, 14, 13 o 12) con branchie da entrambi i lati, mentre il 23.2 % degli individui presenta, oltre che segmenti con branchie pari, qualche segmento con branchie da un solo lato. Altri AA. hanno trovato percentuali diverse dalle nostre: AMOUREUX (t.c.), nelle varie popolazioni atlantiche di cui si è occupato, ha rinvenuto percentuali di animali con branchie simmetriche varianti dal 79.4 % fino al 100 %; BELLAN (t.c.) ha trovato situazioni in cui la percentuale di individui simmetrici varia dal 57 % al 100 %; nelle popolazioni esaminate da GIORDANI-SOIKA & SANDRINI (t.c.) il numero di individui presentanti asimmetria non viene precisato.

Nella Tab. I sono riportati alcuni esempi significativi delle situazioni riguardanti le branchie rinvenute da BELLAN, da AMOUREUX e da GIORDANI-SOIKA & SANDRINI e confrontate con quella da noi riscontrata. Come si vede in tale Tabella, le frequenze più elevate si rinvengono di volta in volta per i casi di simmetria, con 15, 14, 13 e 12 paia di branchie; ciò d'altra parte è facilmente comprensibile se si tiene conto che le situazioni di simmetria sono da considerare come situazioni di normalità.

In base alle branchie la popolazione da noi esaminata è stata convenzionalmente suddivisa in due gruppi: il gruppo I comprende individui con branchie a partire dall' 11° setigero, il gruppo II contiene individui in cui le branchie cominciano dal 12°.

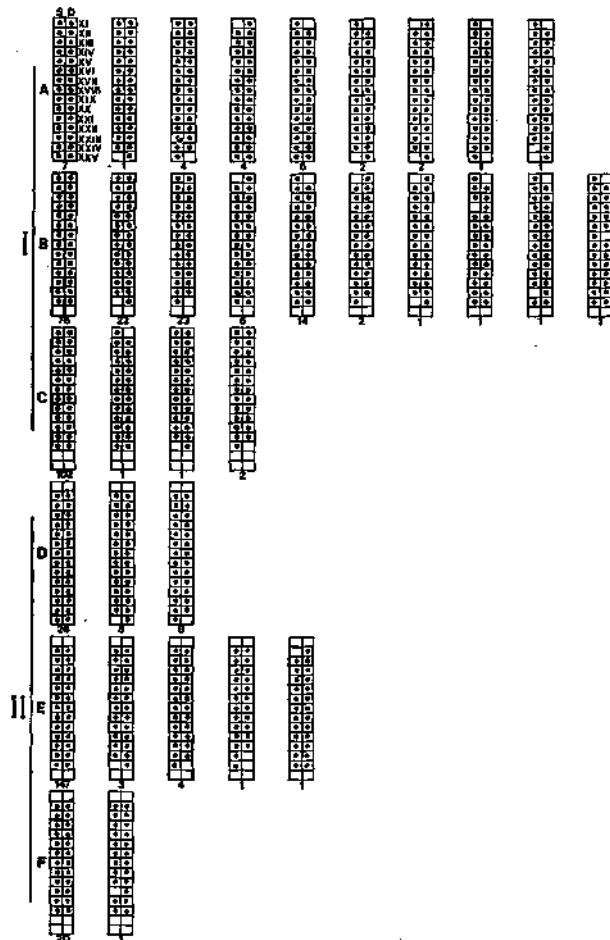
Il gruppo I è stato ulteriormente suddiviso nei tre sottogruppi A, B, C a seconda che i segmenti branchiferi siano 15 (XI - XXV), 14 (XI - XXIV) o 13 (XI - XXIII); analogamente il gruppo II è stato suddiviso nei tre sottogruppi D, E, F a seconda che i segmenti branchiferi siano 14 (XII - XXV), 13 (XII - XXIV) o 12 (XII - XXIII) (Fig. 1).

Si tenga presente che il nostro gruppo I corrisponde al gruppo A di GIORDANI-SOIKA & SANDRINI e comprende sia la loro « forma atlantica » sia la « mediterranea »; così il nostro gruppo II corrisponde al gruppo B di GIORDANI - SOIKA & SANDRINI, ma oltre alla « forma mediterranea » indicata da tali AA. comprende anche una forma a 14 segmenti branchiferi, analoga a quella « atlantica » del gruppo A, ma da loro non riscontrata.

Anche le papille rettali e le perianali rappresentano caratteri a notevole variabilità, e nel loro complesso mostrano distribuzioni simili alla distribuzione normale (Fig. 2, 3; Tab. II).

Il numero delle papille rettali presenta valori variabili da 2 a 12 e consente quindi di considerare 11 classi contigue, delle quali quella a massima frequenza

corrisponde al valore 8. I parametri caratteristici di questa distribuzione sono: media aritmetica ( $m$ ) = 7.488; varianza campionaria ( $s^2$ ) = 2.266; deviazione standard ( $s$ ) = 1.505; errore standard (es) = 0.067.



**FIG. 1.** Quadro generale della disposizione delle branchie: in ognuno dei casi schematizzati in figura è indicata con cerchietti pieni la presenza delle branchie sul lato sinistro (S) e destro (D) dei segmenti dall' XI al XXV, ed in basso il numero di individui presentanti quella data disposizione.

Il numero di papille perianali relativamente ai 500 esemplari esaminati varia da 11 a 23; delle 13 classi di valori trovate la più rappresentata è risultata quella corrispondente a 16 papille; la distribuzione delle papille perianali è caratterizzata dai seguenti parametri: media aritmetica ( $m$ ) = 16.034; varianza campionaria ( $s^2$ ) = 3.231; deviazione standard ( $s$ ) = 1.797; errore standard (es) = 0.080.

**TAB. I.** Percentuali relative al numero delle branchie in alcune località. Sono confrontate popolazioni di *Ophelia* esaminate da alcuni AA.; le percentuali sono state da noi riportate fedelmente o talora ricavate dai dati forniti dai rispettivi AA.

Autori	Località	n	15/15	15/14	15/13	14/14	14/13	14/12	13/13	13/12	13/11	12/12	12/11	11/11
AMOUREUX	Concarneau	117	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Moliets *	226	2.20	5.70	—	87.60	0.40	—	—	—	—	—	—	—
	Cap Ferret	90	70.00	20.00	—	10.00	—	—	—	—	—	—	—	—
	Guillec	460	23.90	14.50	—	53.10	3.20	—	5.20	—	—	—	—	—
BELLAN	Maiorca	14	—	—	—	—	—	—	21.43	—	—	78.57	—	—
	Kernic	55	81.81	12.73	5.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Perhardy	108	75.00	18.50	6.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Campo di Loro	100	—	—	—	45.00	13.00	—	38.00	4.00	—	—	—	—
	Santa Manza	100	—	—	—	24.00	33.00	—	33.00	10.00	—	—	—	—
	Solenzara	100	—	—	—	11.00	24.00	—	61.00	4.00	—	—	—	—
	Salonicco	100	53.00	9.00	—	37.00	—	—	1.00	—	—	—	—	—
	Samotracia	40	67.50	10.00	—	22.50	—	—	—	—	—	—	—	—
GIORDANI-SOIKA & SANDRINI **	Cervia	41	4.87	—	—	56.09	—	—	39.02	—	—	—	—	—
	Vasto	51	5.88	—	—	21.56	—	—	72.55	—	—	—	—	—
	Gallipoli	72	—	—	—	—	—	—	8.33	—	—	90.27	—	1.38
	Spadafora	14	—	—	—	—	—	—	64.28	—	—	35.71	—	—
	Alassio	91	4.39	—	—	82.41	—	—	13.19	—	—	—	—	—
	Forte dei Marmi	40	2.50	—	—	60.00	—	—	37.50	—	—	—	—	—
	Paros	18	—	—	—	22.22	—	—	77.79	—	—	—	—	—
	Sète	105	0.95	—	—	96.19	—	—	1.90	—	—	0.95	—	—
CANTONE & COSTA	Valeneia	115	33.91	—	—	66.08	—	—	—	—	—	—	—	—
	Catania	500	1.40	3.00	0.60	20.80	16.40	0.40	50.60	2.40	0.20	4.00	0.20	—

\* Per tale località manca un 4 % di individui, genericamente definiti dall'A. come « divers ».

\*\* I dati di questi AA. sono approssimativi, in quanto sono state trascurate le percentuali degli individui asimmetrici.

## ANALISI STATISTICA

## a) Confronto tra i gruppi I e IL

Suddividendo i 500 esemplari presi in esame nei due gruppi I e II, a seconda che le branchie inizino all'  $11^{\circ}$  od al  $12^{\circ}$  setigero, abbiamo trovato nuovamente

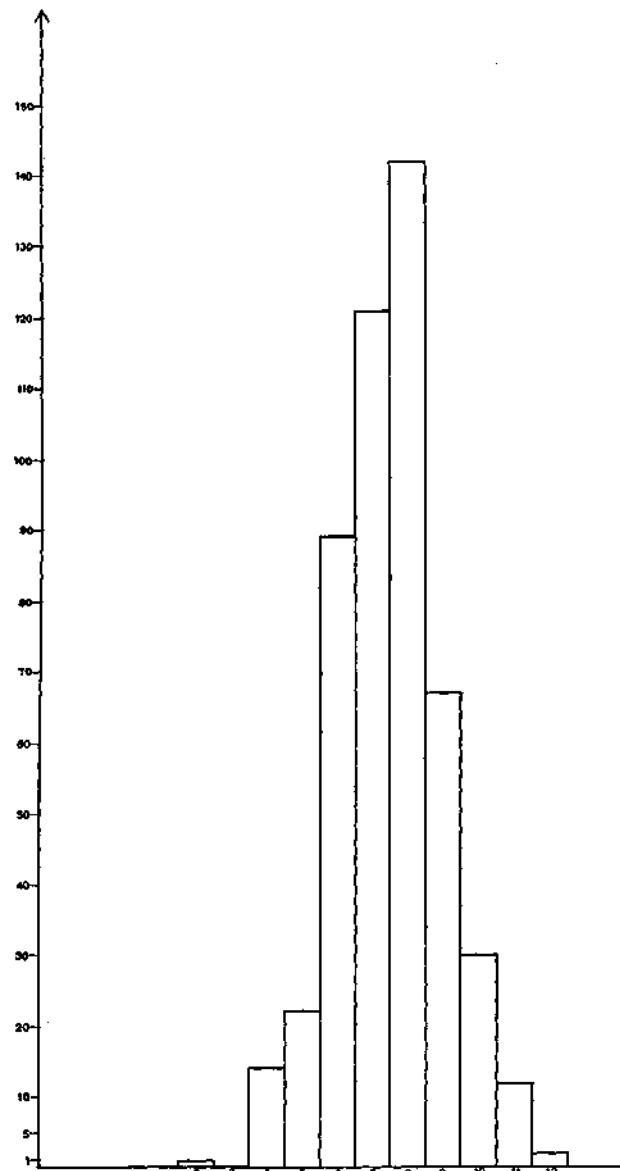


FIG. 2. Distribuzione complessiva del numero delle papille rettali (istogramma).

distribuzioni simili alla normale, sia per le papille rettali sia per le perianali (Fig. 4, 5).

I dati numerici riscontrati nei due casi sono riportati nella Tab. III.

Il confronto delle due varianze ( $F_{\text{obs}}^{I, II} = 1.11$  con gradi di libertà  $v_I = 218$  e

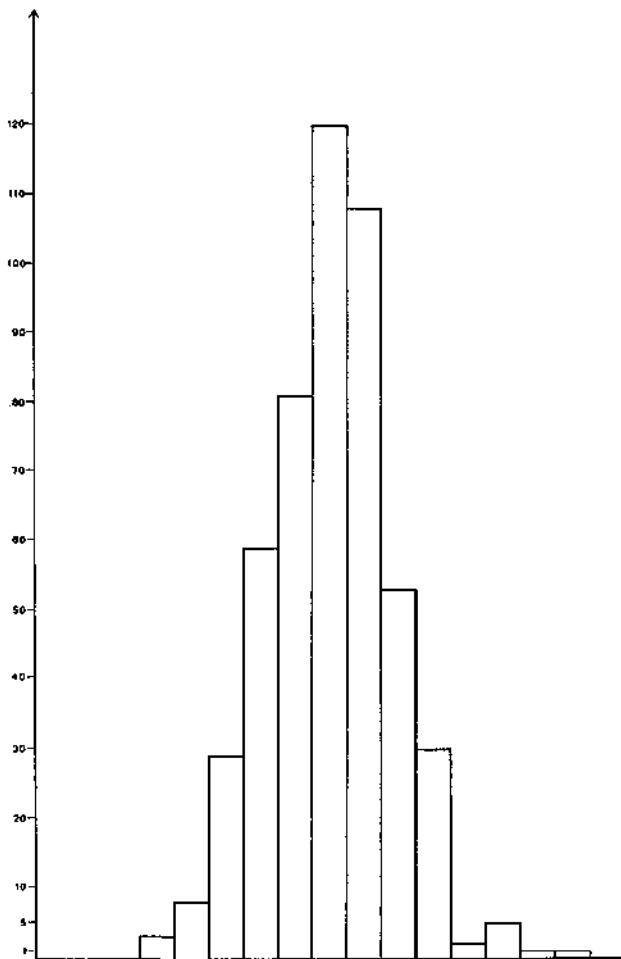


FIG. 3. Distribuzione complessiva del numero delle papille perianali (istogramma).

$v_{II} = 280$ ) per le papille rettali permette di asserire che non vi sono differenze significative tra le varianze di questi due gruppi. L'ipotesi di egualanza delle medie ( $t_{\text{obs}}^{I, II} = 0.88$  con  $v_{I, II} = 498$ ) è stata egualmente accertata.

Per le papille perianali, invece, il confronto delle varianze non consente di accettare l'ipotesi di egualanza dei due gruppi ( $F^{II, I} = 1.30$  con  $v_I = 218$  e  $v_{II} = 280$ ).

b) *Confronto all'interno di ciascuno dei gruppi I e II.*

Suddividendo i 281 esemplari del gruppo I nei tre sottogruppi A, B, C a seconda che le branchie finiscano al XXV, XXIV o XXIII setigero, e così pure i 219 esemplari del gruppo II nei sottogruppi D, E, F a seconda che le branchie

**TAB. II.** *Distribuzioni complessive di frequenze relative alle papille perianali (a) e rettali (b).*

$x_i$	$n_i$		$x_i$	$n_i$	
11	3		2	1	
12	8		3	—	
13	29		4	14	
14	59		5	22	
15	81	$n = 500$	6	89	$n = 500$
16	120	$m = 16.034$	7	121	$m = 7.488$
17	108	$s^2 = 3.231$	8	142	$s^2 = 2.266$
18	53	$s = 1.797$	9	67	$s = 1.505$
19	30	$es = 0.080$	10	30	$es = 0.067$
20	2		11	12	
21	5		12	2	
22	1				
23	1				
a			b		

finiscano al XXV, XXIV o XXIII setigero, sono state riscontrate distribuzioni più o meno simili a quella di tipo normale (Fig. 6).

I dati ed i parametri ottenuti nel caso delle papille rettali sono compendiati nella Tab. IV.

Per tali papille sia all'interno del gruppo I ( $\chi^2_{\text{obs}}$  A, B, C = 3.58 con  $N_{A, B, C} = 2$ ;  $F_{\text{obs}}^{A, B, C} = 1.07$  con  $N_{A, B, C} = 280$ ) sia del II ( $\chi^2_{\text{obs}}$  D, E, F = 2.47 con  $v_{D, E, F} = 2$ ;  $F_{\text{obs}}^{D, E, F} = 1.01$  con  $v_{D, E, F} = 218$ ) non sono state riscontrate differenze significative né per le varianze né per le medie.

Per le papille perianali i valori trovati sono riportati nella Tab. V.

Anche per queste papille si è effettuata una analisi statistica che ha dato i seguenti risultati: all'interno del gruppo I le varianze e le medie di A e C sono risultate eguali, ma diverse dalla varianza e dalla media di B ( $\chi^2_{\text{obs}}$  A, B, C = 8.95 con  $v_{A, B, C} = 2$ ;  $F_{\text{obs}}^{B, A} = 1.93$  con  $v_B = 146$  e  $\gamma_A = 27$ ;  $F_{\text{obs}}^{B, C} = 1.59$

con  $v_B = 146$  e  $v_C = 105$ ;  $F_{obs}^{C, A} = 1.21$  con  $v_C = 105$  e  $v_A = 27$ ;  $t_{obs}^{A, C} = 1.32$  con  $v_{A, C} = 132$ ); all'interno del gruppo II è stata accertata l'ipotesi di omoscedasticità, mentre diversa è risultata la media di  $F$  da quella di  $D$  ed  $E$  ( $\chi^2_{obs} D, E, F = 3.66$  con  $v_{D, E, F} = 2$ ;  $F_{obs}^{D, E, F} = 3.76$  con  $v_{D, E, F} = 218$ ;  $t_{obs}^{D, E} = 0.65$  con  $v_{D, E} = 196$ ;  $t_{obs}^{E, F} = 2.52$  con  $N_{E, F} = 175$ ;  $t_{obs}^{D, F} = 3.14$  con  $v_{D, F} = 61$ ).

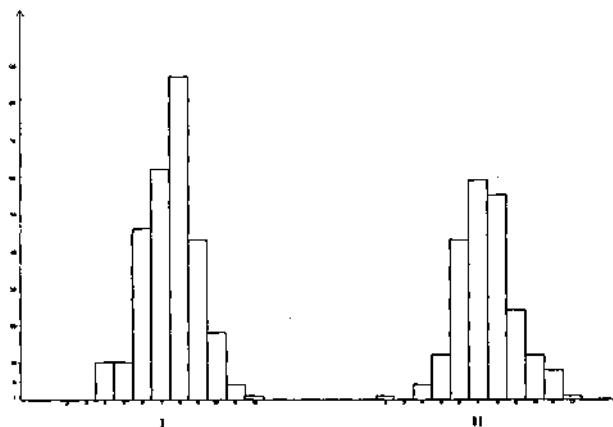


FIG. 4. Distribuzioni delle papille rettali relative ai gruppi I e II (istogrammi).

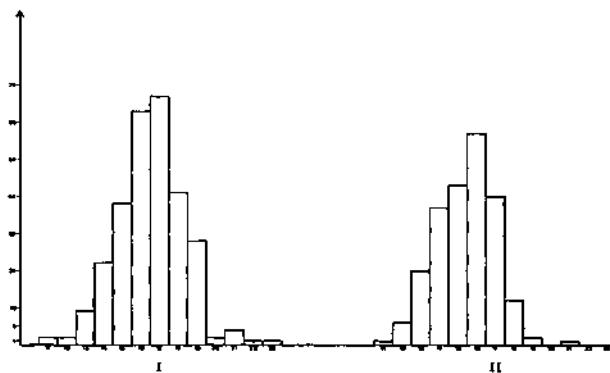


FIG. 5. Distribuzioni delle papille perianali relative ai gruppi I e II (istogrammi).

### c) Confronti tra i sottogruppi di I e di II.

Sono stati effettuati i confronti a due a due fra sottogruppi corrispondenti dei gruppi I e II relativamente alle papille perianali; tali confronti non sono stati effettuati per le papille rettali, poiché per tale carattere né i gruppi I e II né i loro sottogruppi hanno portato ad individuare differenze significative.

TAB. III. Distribuzioni di frequenze relative ai gruppi I, II, per le papille perianali (a) e rettali (b).

$x_i$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	n	m	$s^2$	s	es
gr.																		
I	2	2	9	22	38	63	68	41	28	2	4	1	1	281	16.526	3.257	1.804	0.107
II	1	6	20	37	43	57	40	12	2	—	1	—	—	219	15.401	2.498	1.580	0.106

(a)

$x_i$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	n	m	$s^2$	s	es	
gr.																	
I	—	—	10	10	46	62	87	43	18	4	1	281	7.540	2.156	1.468	0.087	
II	1	—	4	12	43	59	55	24	12	8	1	219	7.420	2.409	1.552	0.104	

(b)

TAB. IV. Distribuzioni di frequenze relative ai sottogruppi A, B, C, D, E, F per le papille rettali.

$x_i$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	n	m	$s^2$	s	es
s. gr.																
A	—	—	1	—	3	6	10	5	2	1	—	28	7.857	2.052	1.432	0.270
B	—	—	4	5	27	40	39	23	6	2	1	147	7.455	2.016	1.420	0.117
C	—	—	5	5	16	16	38	15	10	1	—	106	7.575	2.379	1.542	0.149
D	1	—	1	1	13	10	10	2	2	2	—	42	7.119	2.887	1.699	0.262
E	—	—	1	11	28	41	41	19	9	6	—	156	7.493	2.174	1.474	0.118
F	—	—	2	—	2	8	4	3	1	—	1	21	7.476	3.261	1.806	0.394

TAB. V. Distribuzioni di frequenze relative ai sottogruppi A, B, C, D, E, F, per le papille perianali.

$x_i$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	n	m	$s^2$	s	es
s. gr.																		
A	1	—	1	6	7	8	5	—	—	—	—	—	—	28	15.214	1.952	1.397	0.264
B	1	2	5	10	22	33	33	17	17	2	4	—	1	147	16.564	3.781	1.944	0.160
C	—	—	3	6	9	22	30	24	11	—	—	1	—	106	16.820	2.377	1.541	0.149
D	—	1	4	8	12	8	9	—	—	—	—	—	—	42	15.166	1.849	1.359	0.209
E	1	5	16	26	30	41	26	8	2	—	1	—	—	156	15.346	2.692	1.640	0.131
F	—	—	—	3	1	8	5	4	—	—	—	—	—	21	16.285	1.614	1.270	0.277

Si è ottenuto per i sottogruppi A e D ( $F_{obs}^{A,D} = 1.05$  con  $v_A = 27$  e  $v_D = 41$ ;  $t_{obs}^{A,D} = 0.14$  con  $v_{A,D} = 68$ ) e per i sottogruppi C ed F ( $F_{obs}^{C,F} = 1.47$  con  $v_C = 105$  e  $v_F = 20$ ;  $t_{obs}^{C,F} = 1.49$  con  $v_{C,F} = 125$ ) la verifica dell'ipotesi di egualanza di varianze e di medie, mentre il confronto tra B ed E ha portato a discordanze significative ( $F_{obs}^{F,E} = 1.44$  con  $v_B = 146$  e  $v_F = 155$ ).

#### DISCUSSIONE

Poiché, come già detto, l'analisi statistica delle papille rettali non ha portato a differenze statisticamente significative né tra i gruppi I e II né all'interno di ciascuno di essi, possiamo asserire che tali papille costituiscono un carattere variabile in una ben definita popolazione.

L'analisi statistica delle papille perianali ha portato ai seguenti risultati: esistono differenze significative tra i due gruppi I e II per cui si potrebbe ritenere trattarsi di due distribuzioni di tipo differente, ma il confronto tra i sottogruppi A, B, C mette in evidenza la diversità di B rispetto ad A e C; inoltre all'interno del gruppo II si è rilevata solo una diversità della media di F rispetto a quelle di D ed E (si tenga però presente che F è il sottogruppo con il minor numero di rappresentanti e perciò più soggetto ad errori casuali di campionatura). D'altra parte la diversità dei gruppi I e II — relativamente alle papille perianali — risulta in contrasto con quanto è emerso dai confronti tra i rispettivi sottogruppi A - D e C - F, che hanno dimostrato non esistere alcuna discordanza tra i sottogruppi di ciascuna coppia esaminata.

Da tutto ciò si rileva che:

1) non è possibile, in seno al campione da noi esaminato, riconoscere l'esistenza di due popolazioni diversificate, corrispondenti ai due gruppi I e II, in quanto le differenze riscontrate (e solo per le papille perianali) sono dovute essenzialmente al sottogruppo B;

2) per quanto riguarda B, i tests relativi ai confronti delle varianze si sono discostati poco dal livello di significatività prescelto ( $\alpha = 0.05$ ); l'analisi statistica relativa alle papille rettali non ha portato ad una differenziazione di B rispetto a tutti gli altri sottogruppi considerati; inoltre, dei confronti a due, solo il confronto B - E ha portato a differenze significative, facilmente imputabili a B. D'altra parte, B non sembra presentare caratteri relativi alla disposizione od al numero delle branchie o di qualsiasi altra natura che lo facciano differire dal complesso degli altri sottogruppi. Riteniamo quindi che le differenze riscontrate per B possano essere dovute alla campionatura.

D'altronde, tali risultati dell'analisi statistica sono in perfetto accordo con quanto si può ricavare da considerazioni di natura diversa. Infatti, circa il pro-

blema dell'esistenza di più specie o razze di *Ophelia* nel Mediterraneo e sulle coste atlantiche europee, dall'esame della Tab. I si può desumere quanto segue.

Non è ovviamente accettabile l'affermazione che su tratti di costa praticamente fra loro contigui possano esistere tante razze distinte di una medesima specie e tanto meno pensare a migrazioni di razze, cosa che porterebbe alla possibilità di un flusso genico da una popolazione all'altra.

Inoltre, l'esistenza di popolazioni contigue presentanti, nella loro composizione, percentuali diverse per quanto riguarda il numero delle branchie, non è sostenibile con l'ipotesi di una convivenza di due specie diverse che presumibilmente (anche se non è ancora dimostrato) occupano una medesima nicchia ecologica: la stranezza di tale situazione è ancor più accentuata in quei casi (come riscontrato da AMOUREUX sulla costa atlantica) in cui si rivengono popolazioni nelle quali i massimi di frequenza sono spostati da una classe ad un'altra, oppure in quei casi, apparentemente ancora più anomali, per i quali in Egeo si troverebbe una composizione percentuale delle popolazioni analoga a quella della Manica. Distribuzioni di questo genere sono difficilmente spiegabili ricorrendo all'esistenza di specie diverse, mentre sono tipiche di quelle specie ad ampia diffusione e presentanti numerose popolazioni geneticamente eterogenee e fra loro più o meno diversificate, ma suscettibili di variazioni anche abbastanza rapide nella loro composizione genetica.

#### CONCLUSIONE

In definitiva pensiamo di poter asserire che gli esemplari da noi esaminati, costituenti una ben definita popolazione, appartengono ad un'unica specie (*Ophelia bicornis*) e che la distinzione in razze e forme proposta da GIORDANI-SOIKA & SANDRINI (t.c.) non risulta accettabile; d'altronde noi abbiamo reperito in un'unica stazione ed in percentuali quasi equivalenti individui corrispondenti alle loro razze A (sia nella « forma atlantica » che in quella « mediterranea ») e B, convivenza che, per ovvi motivi, non è neanche ipotizzabile per supposte razze diverse. Va inoltre ricordato che, anche per popolazioni atlantiche della stessa specie, AMOUREUX ha suggerito di eliminare tale distinzione razziale, avendo rinvenuto una popolazione mista.

Possiamo così concludere che *O. bicornis* è una specie con alto grado di polimorfismo, realizzato non soltanto dal numero e dalla disposizione delle branchie, ma anche dai due nuovi caratteri da noi considerati: papille rettali e papille perianali.

È ragionevole presumere che tale polimorfismo sia dovuto a fattori genetici piuttosto che a fattori ambientali e che le diversità riscontrate fra le popolazioni finora esaminate (che non permettono una loro effettiva ripartizione

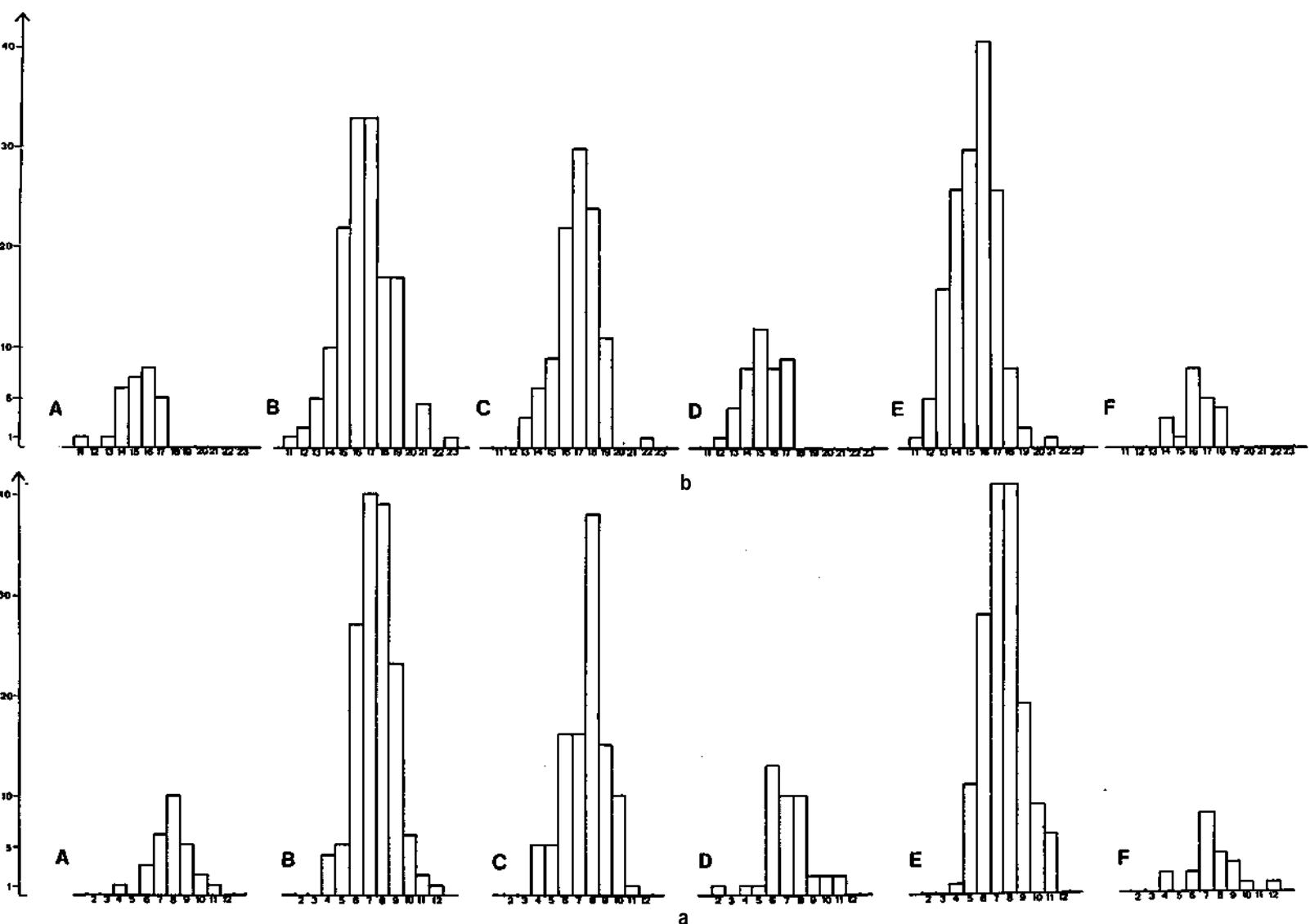


FIG. 6 Distribuzioni delle papille rettali (a) e perianali (b) relative ai sottogruppi A, B, C, D, E, F (istogrammi).

in aree geografiche definite) siano dovute a fenomeni di deriva genetica, causati dall'occasionale e mutevole sviluppo numerico di qualche popolazione in questa o quella zona: è cioè probabile che in *O. bicornis* si verifichi una condizione analoga a quella che determina il polimorfismo cromatico nell'isopode *Sphaeroma*.

#### BIBLIOGRAFIA

- AMOUREUX L., 1966: Étude bionomique et écologique de quelques Annélides Polychètes de sables intertidaux des côtes ouest de la France. Arch. Zool. Exp. et Gen. 107, 1-218.
- BELLAN G., 1961: Contribution à l'étude de l'Annélide Polychète *Ophelia bicornis* SAVIGNY. Rapp. et P.V. XVI C.I.E.S.M.M. 2, 533-550.
- CABIOCH L., J. P. LHARDY & F. RULLIER, 1968: Inventaire de la Faune marine de Roscoff. Annélides. Edit. Stat. Biol. Roscoff.
- CANTONE G., 1972: Osservazioni sulla variabilità intraspecifica di alcuni caratteri impiegati nella sistematica del genere *Ophelia* (ANNELIDA POLYCHAETA). Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania Serie IV, 11, fasc. 3° e 4°, 3-7.
- DAGNELE P., 1970: Théorie et méthodes statistiques. 1 et 2 (J. DUCULOT, ed.), Gembloux.
- FAUVEL P., 1927: Polychètes sédentaires. Faune de France N. 16 (LECHEVALLIER, ed.), Paris.
- GIORDANI - SOIKA A. & R. SANDRINI, 1958: Biogeografia, origine ed evoluzione delle popolazioni mediterranee di *Ophelia radiata* D.C. (ANNELIDA POLYCHAETA). Rapp. et P.V. XIV C.I.E.S.M.M. 14 (Nouvelle série), 461-484.
- LAUBIER L. & J. PARIS, 1962: Faune marine des Pyrénées Orientales. Fasc. 4. Annélides Polychètes. Suppl. Vie et Milieu. 13, fasc. 1, 1-80.
- TEBBLE N., 1953: A review of the genus *Ophelia* (POLYCHAETA) with description of new species from South African and Californian waters. Ann. Mag. nat. Hist. (serie 12) 6, 361-368.
- VIANELLI S., 1959: Prontuari per calcoli statistici. (ABBACO s.r.l., ed.), Palermo - Roma.

Dott. GRAZIA CANTONE e Dott. GIOVANNI COSTA, Istituto Policattedra di Biologia Animale dell'Università, Via Androne, 81, Catania - Italia.

## Osservazioni su alcune catture di pesci nel Golfo di Palermo

di

ELIODORO CATALANO

(Dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo)

**Riassunto.** L'autore espone dati sulla fauna ittica raccolta prevalentemente nel piano mediolitorale ed infralitorale superiore del Golfo di Palermo.

Tali ambienti, sottolinea l'autore, hanno subito un imponente rimaneggiamento nel corso degli ultimi quindici anni, a causa dell'espansione urbanistica, e soprattutto dell'apporto detritico di materiali terrosi incoerenti riversati da una serie di pubbliche discariche che si trovano attualmente disseminate lungo la costa.

Ne è risultato perciò un notevole avanzamento della linea di costa e la trasformazione dei fondali da rocciosi e ricchi di zone di rifugio in sabbiosi e fangosi, con conseguente distruzione di molte forme della fauna ittica originaria e successiva sostituzione con forme nuove, spesso banali, ma a volte anche di notevole interesse.

Fra le specie un tempo numerose ed ora pressoché scomparse in seguito all'in-sabbiamento dei fondali l'autore cita *Cristiceps argentatus* (Risso), *Blennius pavo* (Risso), *Tripterygion minor* KOLOMBATOVIC, *Gobius buccichii* STEINDACHNER, *Labrus merula* L., *Labrus turdus* L., *Crenilabrus ocellatus* FORSK., *Crenilabrus quinquemaculatus* BL., *Gaidropsaurus mediterraneus* L., *Torpedo torpedo* L., ed altri.

Fra le forme ittiche di comparsa più recente e particolarmente aumentate di frequenza sono comprese varie specie di Pleuronettidi, *Callionymus festivus* PALLAS, *Trachinus draco* L., e in generale forme di fondali sabbiosi, prima assenti o soltanto occasionali.

L'autore inoltre fornisce dati su alcune catture particolarmente interessanti. La prima riguarda tre individui adulti di *Blennius cristatus* L., ritenuto eccezionale nel Mediterraneo centrooccidentale.

Di essi vengono forniti anche dettagli morfologici e dei caratteri con probabile significato di un dimorfismo sessuale.

Vengono quindi descritte due forme attribuibili a stadi giovanili di *Xyrichthys novacula* L., precedentemente ritrovato e descritto soltanto da LO BIANCO.

Viene infine segnalata la cattura di *Chlopsis bicolor* RAF.

Sig. E. CATALANO, Istituto di Zoologia dell'Università, Via Archirafi, 18 - 90100 Palermo - Italia.

## Prevenzione dell'insediamento del fouling mediante ipoclorito di sodio

di

SEBASTIANO GERACI e VITTORIO ROMAIRONE

(Del reparto di Biologia Marina del laboratorio per la  
Corrosione Marina dei Metalli. C.N.R. - Genova)

13 Figure

**Summary.** The Authors refer some results of laboratory and field tests on antifouling effectiveness of NaClO in sea water continuous flow apparatus. They also state the concentrations effective in prevention of marine fouling in such apparatus and lethal to the same organisms in laboratory tests. Finally they emphasize the importance of carrying out together these two type of tests and to know previously the ecological ground conditions.

**Riassunto.** Gli Autori riferiscono alcuni risultati di prove di laboratorio e prove di campo sulla efficacia dell' NaClO come antifouling in un impianto con acqua marina circolante.

Riportano le concentrazioni e i tempi di contatto capaci di inibire gli insediamenti in base a prove di laboratorio e di campo. Mettono anche in risalto l'importanza di eseguire parallelamente questi due tipi di prove e la necessità di conoscere preventivamente le condizioni ecologiche dell'ambiente in cui si opera.

### INTRODUZIONE

In molti impianti industriali si usano grandi masse di acqua marina per raffreddamento in scambiatori termici. Un importante problema da risolvere in questi impianti è l'inibizione dell'insediamento degli organismi, che, penetrati allo stato larvale all'interno delle condotte, qui vivono e si insediano sulle pareti (Fig. 1, 2 3).

Il problema della prevenzione del fouling è oggi complicato dall'aumento dell'inquinamento delle acque costiere, pertanto nello scegliere i sistemi anti-fouling più idonei occorre trovare i mezzi efficaci ad impedire l'insediamento e che nello stesso tempo diano garanzia di non contribuire all'inquinamento (RELINI, 1971).

In base all'esperienza ritrovabile nella letteratura (TURNER, REYNOLDS & REDFIELD, 1948; MARCHESI, 1970; HOLMES, 1970), sembra che il cloro e i suoi composti siano, nell'ambito dei sistemi che prevedono l'immissione di sostanze tossiche in mare, tra i meno dannosi nei riguardi dell'inquinamento ed i più efficaci nella prevenzione dell'insediamento. Lo scopo del presente lavoro è di valutare l'efficacia dell' ipoclorito come antifouling in acque liguri anche al fine di verificare

i motivi degli inconvenienti manifestatisi in diversi impianti italiani nei quali, nonostante si usasse Cl<sub>2</sub>, l'insediamento avveniva su larga scala.

Il lavoro è stato suddiviso in due parti: nella prima ci si è soffermati su uno studio dell'ipoclorito come tossico nei confronti di alcuni organismi marini attraverso una serie di esperienze effettuate in laboratorio, mentre nella seconda parte, mediante prove di campo con l'impiego di particolari impianti, è stato studiato l'insediamento del fouling in acque trattate con soluzioni di ipoclorito.

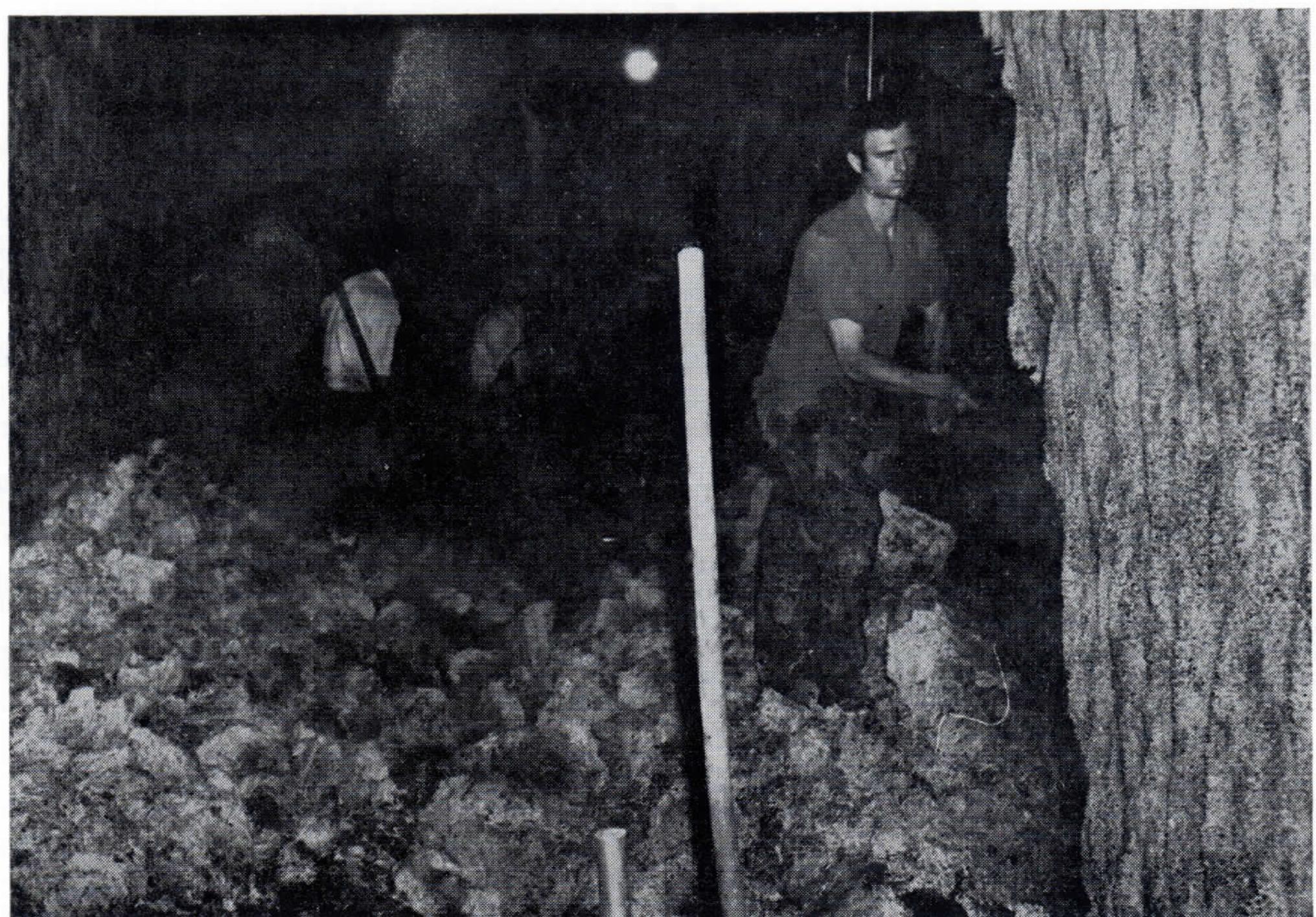


FIG. 1. Lavori di pulizia dalle incrostazioni in condotte d'acqua marina di una centrale termoelettrica.

#### MATERIALI E METODI

##### a) Prove di laboratorio:

È stata saggia la tossicità dell'ipoclorito di sodio (NaClO) nei confronti del crostaceo *Artemia salina* LEACH, allo stadio di metanauplius, come rappresentante di una forma in fase larvale, molto più resistente ai tossici e a condizioni sfavorevoli degli stadi larvali degli altri organismi del fouling (Balani, Serpulidi, ecc.). Per il significato dell'uso di *Artemia salina* nelle prove di tossicità vedi HUECK (1961), RELINI & GERACI (1969).

Le uova sono state messe ad incubare in bagno termostatato a 24° C per 53 h, dopo la schiusa si è utilizzato per l'esperienza, lo stadio larvale d'inizio del metanauplius II BARIGOZZI (1939).

Si consideravano morti (a fine esperienza) gli individui immobili che non reagivano a stimoli meccanici, e quindi venivano man mano pipettati fuori dalle soluzioni.

Inoltre, come rappresentativi di una forma presente in grande quantità nelle condotte di presa d'acqua marina per raffreddamento, sono stati saggiai i Serpulidi della

specie *Hydroides elegans* HASWELL, specie più comune e facilmente reperibile nelle acque portuali. Gli individui impiegati provenivano infatti dalla zona dell'avamposto di Genova.

Tali organismi insediati su valve di mitili, sono stati raccolti dal loro ambiente naturale ad una temperatura che durante tutto il periodo delle prove variava da 16 a 18° C.

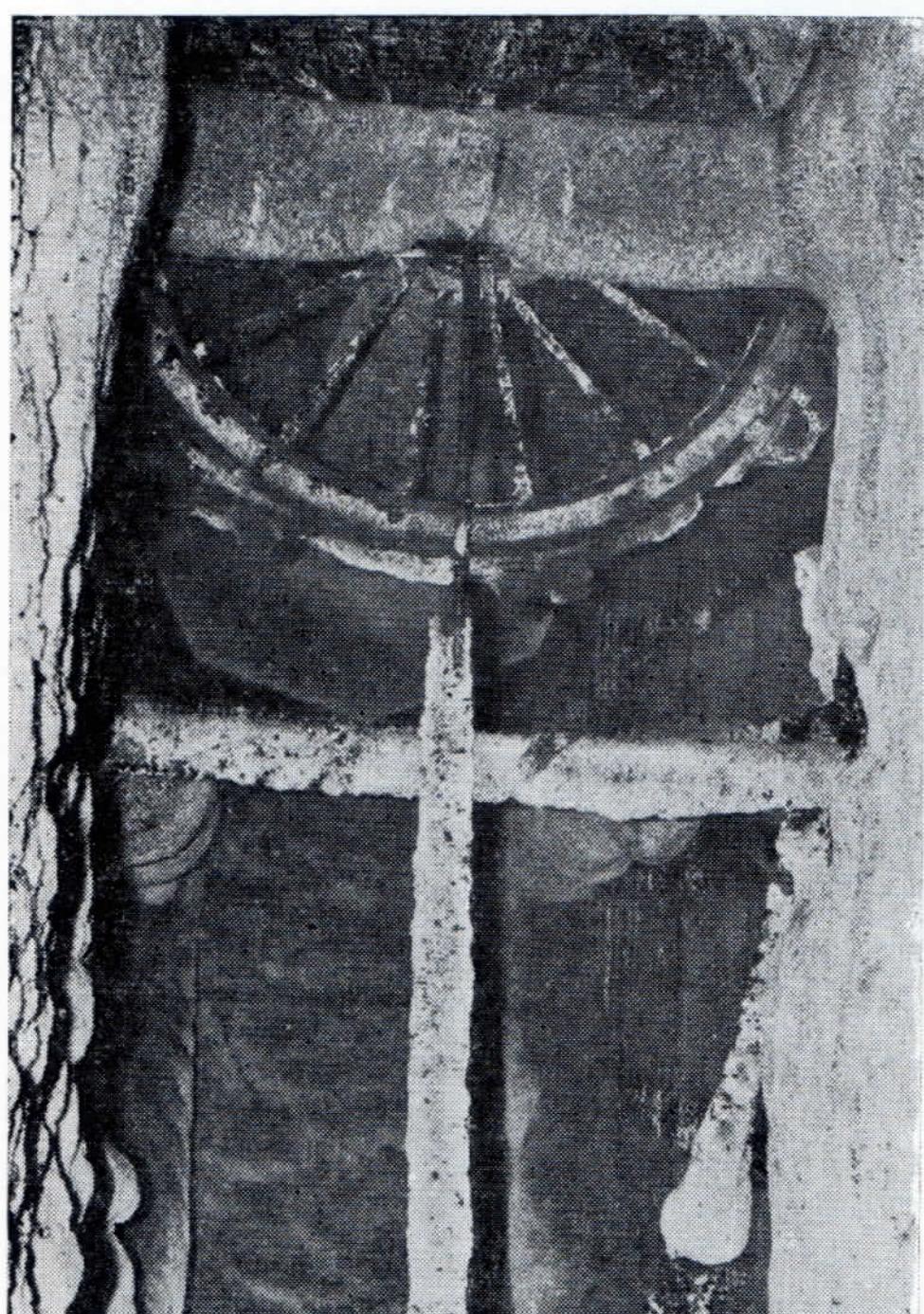


FIG. 2. Particolare degli insediamenti, costituiti principalmente da Serpulidi, nel dispositivo filtrante di una condotta.



FIG. 3. Particolare dello spessoree dell'insediamento di Serpulidi sulla parete di una condotta.

Dopo aver aperto e pulito accuratamente le valve sulle quali si lasciavano solamente Serpulidi vitali di lunghezza da 1 a 2 cm circa, si iniziava l'esperienza.

Ai diversi controlli erano considerati morti gli individui che presentavano il corpo parzialmente estroflesso dal tubo calcareo e non reagivano allo stimolo meccanico sulla corona branchiale.

Le esperienze sono state effettuate ponendo gli animali in esame a contatto con la soluzione tossica in acqua di mare a circolazione continua per un periodo di tempo prefissato. Per tali prove è stata ideata e costruita una apposita apparecchiatura (vedi Fig. 4).

L'impianto consisteva di un recipiente A, di vetro scuro della capacità di 5 litri per prove estese fino a 24 ore, da 10 per tempi superiori. In questo recipiente veniva preparata la soluzione e fatta stabilizzare prima di iniziare l'esperienza. Nel recipiente B (in plexiglass per meglio seguire l'andamento della prova), facilmente smontabile, erano introdotti gli animali in esame.

In esso veniva fatta affluire dal basso lentamente (si eliminavano in tal caso eventuali bolle d'aria), la soluzione proveniente, mediante sifone, dal recipiente A, mentre dall'alto del recipiente B usciva esaurita.

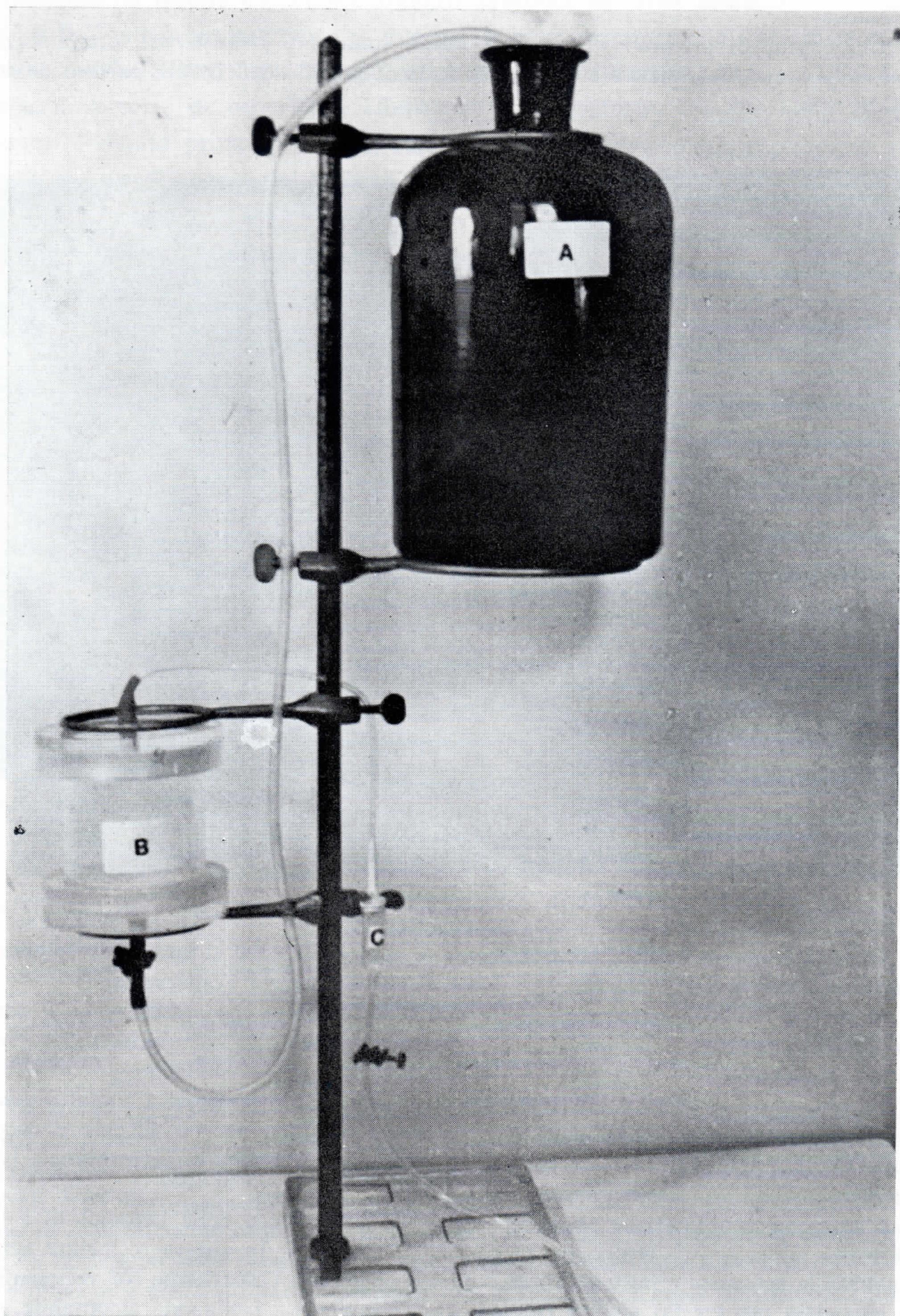


FIG. 4. Apparecchiatura per le prove di tossicità in laboratorio: A = recipiente di scorta della soluzione tossica, B = recipiente di esperienza, C = regolatore di flusso.

Infine, passando attraverso il regolatore di flusso C, veniva avviata allo scarico per gravità.

Le esperienze sono state effettuate in più apparecchi come quello appena descritto, per avere possibilità di eseguire più prove contemporaneamente. In ciascun recipiente

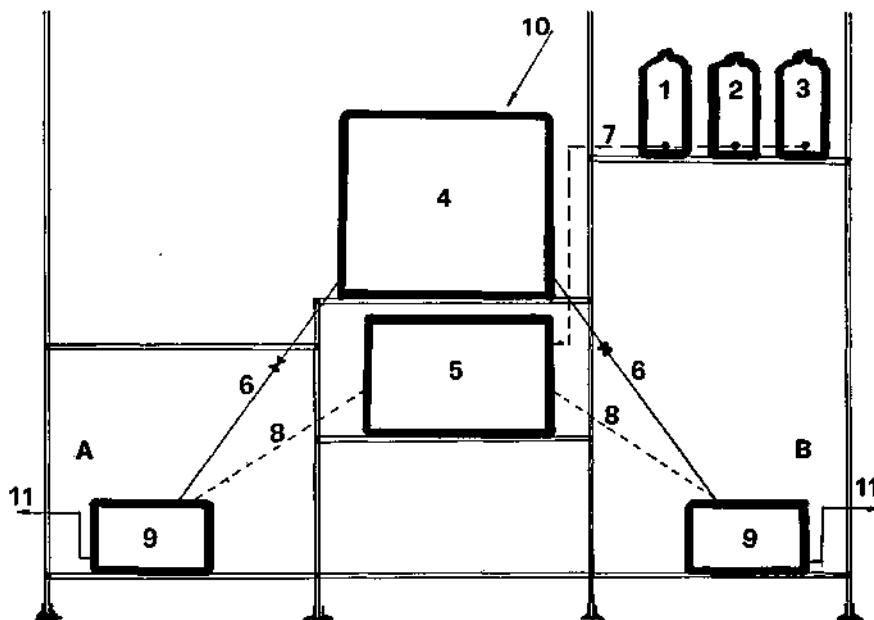


FIG. 5. Schema dell'impianto per le prove di campo:

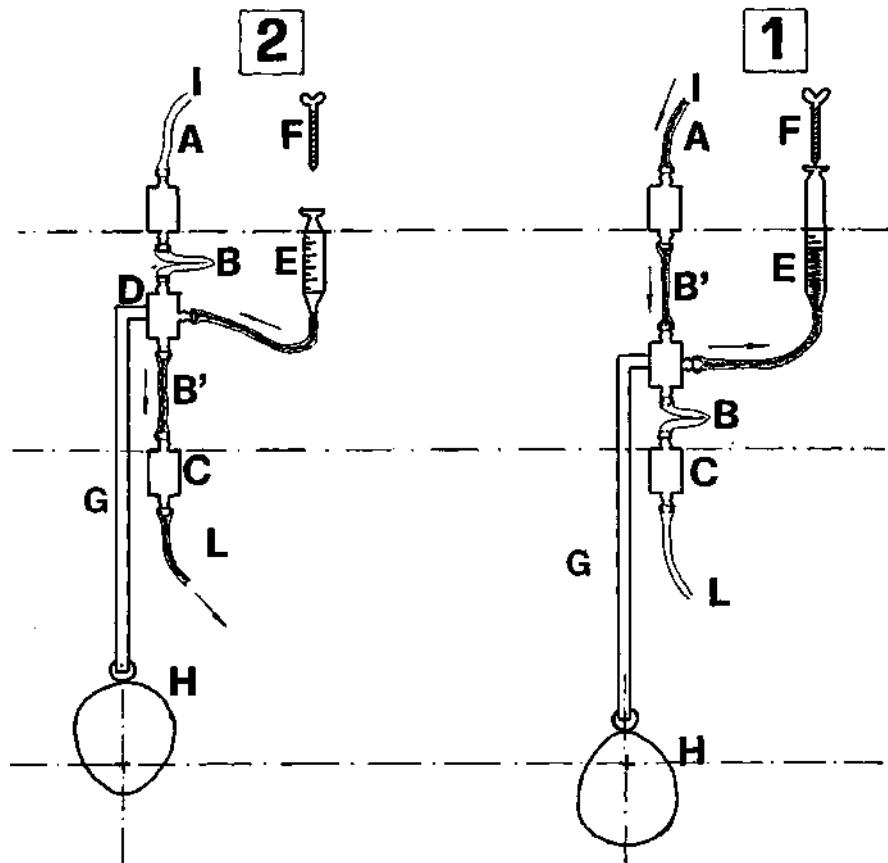
1-2-3 = recipienti oscurati per la soluzione concentrata di NaClO, della capacità di 20 litri.  
 4 = vascone in eternit per la raccolta dell'acqua di mare, della capacità di circa 500 litri.  
 5 = apparecchiatura di dosaggio dell'NaClO. 6 = tubo in politene del Ø di 10 mm trasparente, per il passaggio dell'acqua marina dal vascone-raccolta alle cassette-dosaggio. 7 = tubi di collegamento recipienti NaClO-apparecchio di dosaggio. 8 = tubi di collegamento apparecchio di dosaggio - vaschette d'esperienza. 9 = n° 2 batterie di 4 vaschette d'esperienza in eternit della capacità di circa 20 litri ciascuna. 10 = alimentazione del vascone raccolta a mezzo di 3 pompe a membrana della portata di circa 1.000 litri/ora ciascuna. 11 = scarichi.

B, sono stati posti 100 individui di *Artemia salina* o da 30 a 40 Serpulidi, dopo di che veniva fatta entrare la soluzione d' ipoclorito. Alla serie di apparecchiature è stata aggiunta un'ultima unità in cui nel recipiente B, contenente lo stesso numero di organismi delle esperienze, circolava, con analoga velocità di flusso, acqua di mare pura filtrata precedentemente su millipore ed areata.

Come fonte d' ipoclorito si è adoperato « Amuchina » commerciale stabilizzata (titolo in Cl<sub>2</sub> attivo 12,5 g %). Le diluizioni sono state effettuate in acqua di mare areata, filtrata prima su carta e poi su filtri in fibra di vetro tipo « Millipore AA 0,8 μ ».

Tale soluzione è stata lasciata stabilizzare per due o tre giorni al riparo dalla luce. Quando, da dosaggi effettuati, le perdite di cloro erano ridotte a valori minimi e la concentrazione era abbastanza costante, si iniziava l'esperienza avendo cura di tenere sempre la soluzione in recipienti di vetro scuro. Le concentrazioni di ipoclorito

esprese in cloro attivo, sono state determinate spettrofotometricamente per quantità comprese tra 0 e 10 ppm (BOLTZ, 1958), per le altre concentrazioni (fino a 1 gr/litro) si è operato con il metodo di analisi volumetrica per titolazione iodometrica (TREADWELL, 1961).



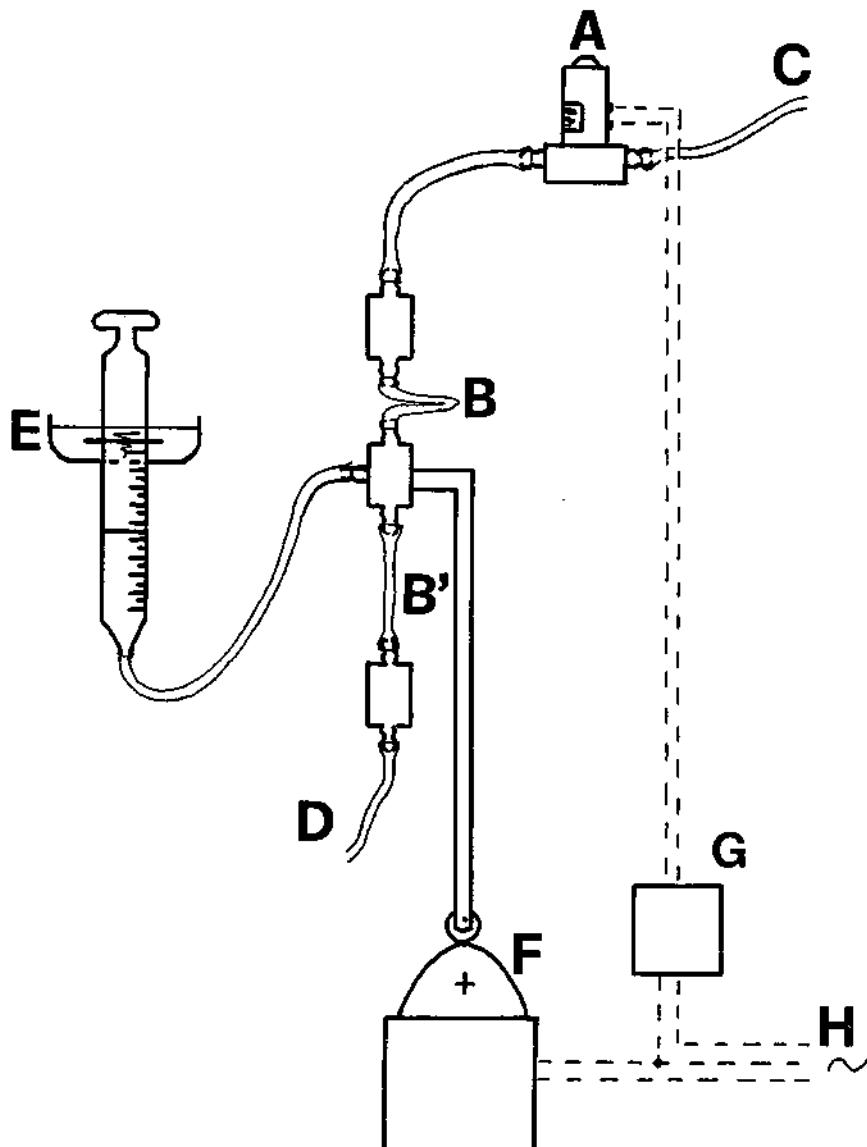
**FIG. 6.** Schema di funzionamento dell'apparecchiatura di dosaggio: A - C = portagomma fisso. B - B' = gommino flessibile strozzato e disteso. D = portagomma mobile a tre vie. E = siringa graduata. F = fine corsa stantuffo. G = asse mobile. H = eccentrico. I = entrata soluzione. L — avvio soluzione alle vaschette d'esperienza. Fase 1: la soluzione tossica proveniente dai recipienti di scorta passa attraverso il portagomma A, il gommino flessibile B' disteso, e riempie la siringa E. Fase 2: il raccordo D sollevato dall'asse G causa lo strozzamento del gommino B e il liquido, per gravità, attraverso B' viene avviato alle vaschette d'esperienza.

#### b) Prove di campo:

Nell'avamposto di Genova, durante i periodi estivo - autunnali 1970 - 71, è stato allestito un impianto per lo studio in acqua circolante dei valori di concentrazione di ipoclorito capaci d'inibire gli insediamenti di fouling. Tale impianto è descritto nella Fig. 5.

All'interno di ciascuna cassetta d'esperienza, immersi nell'acqua, erano presenti due pannelli in fibra amianto-cementizia con superficie di 200 cm<sup>2</sup> ciascuno. Su questi pannelli si osservava l'insediamento.

L'apparecchiatura di dosaggio in continuo è stata realizzata utilizzando un meccanismo in parte già messo a punto da MARCHETTI (1969), ed in parte costruito e modi-



**FIG. 7** Altri particolari dell'apparecchiatura di dosaggio per le prove di clorazione alternata:  
 A = elettrovalvola. B - B' = gommino flessibile. C = alimentazione. D = scarico. E = calice di lubrificazione della siringa. F = eccentrico. G = inseritore ciclico. H = alimentazione elettrica.

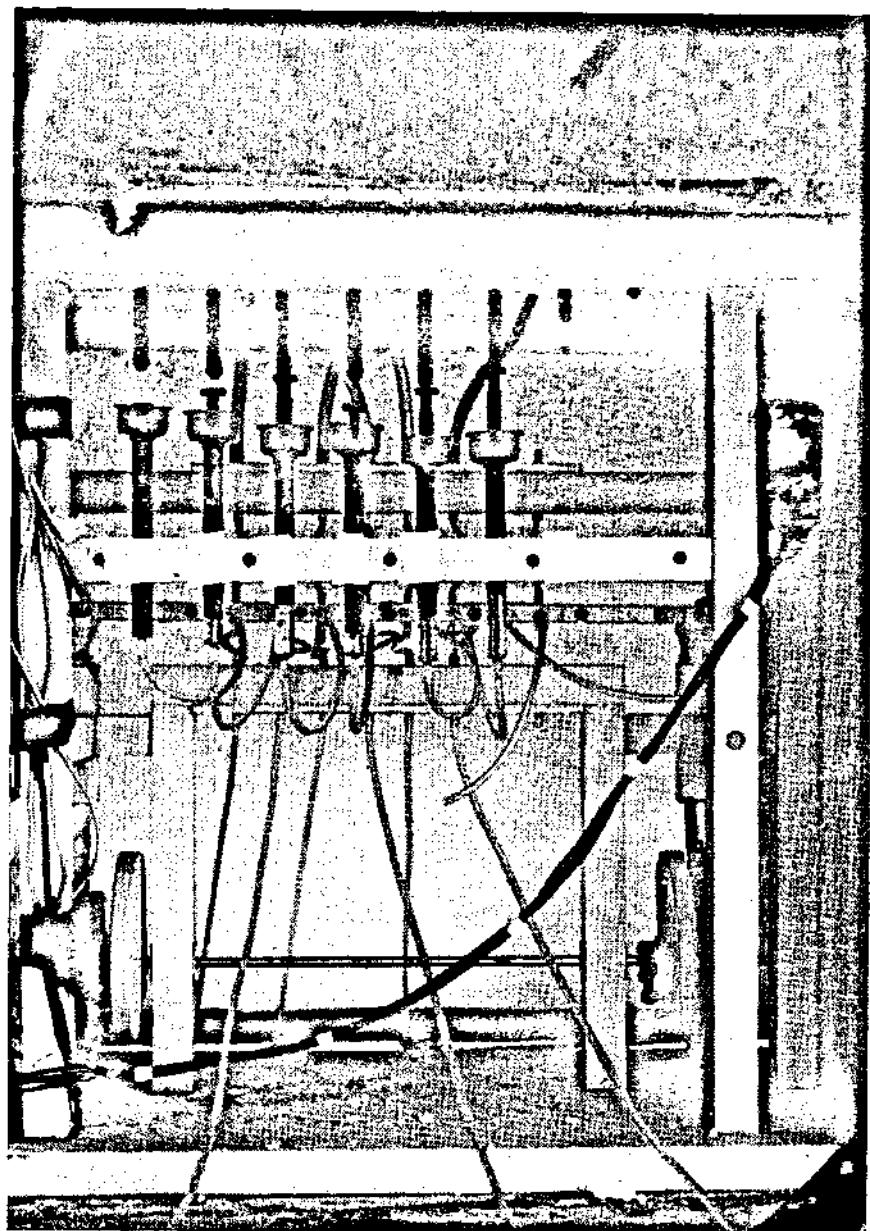


FIG. 8. Apparecchiatura di dosaggio.

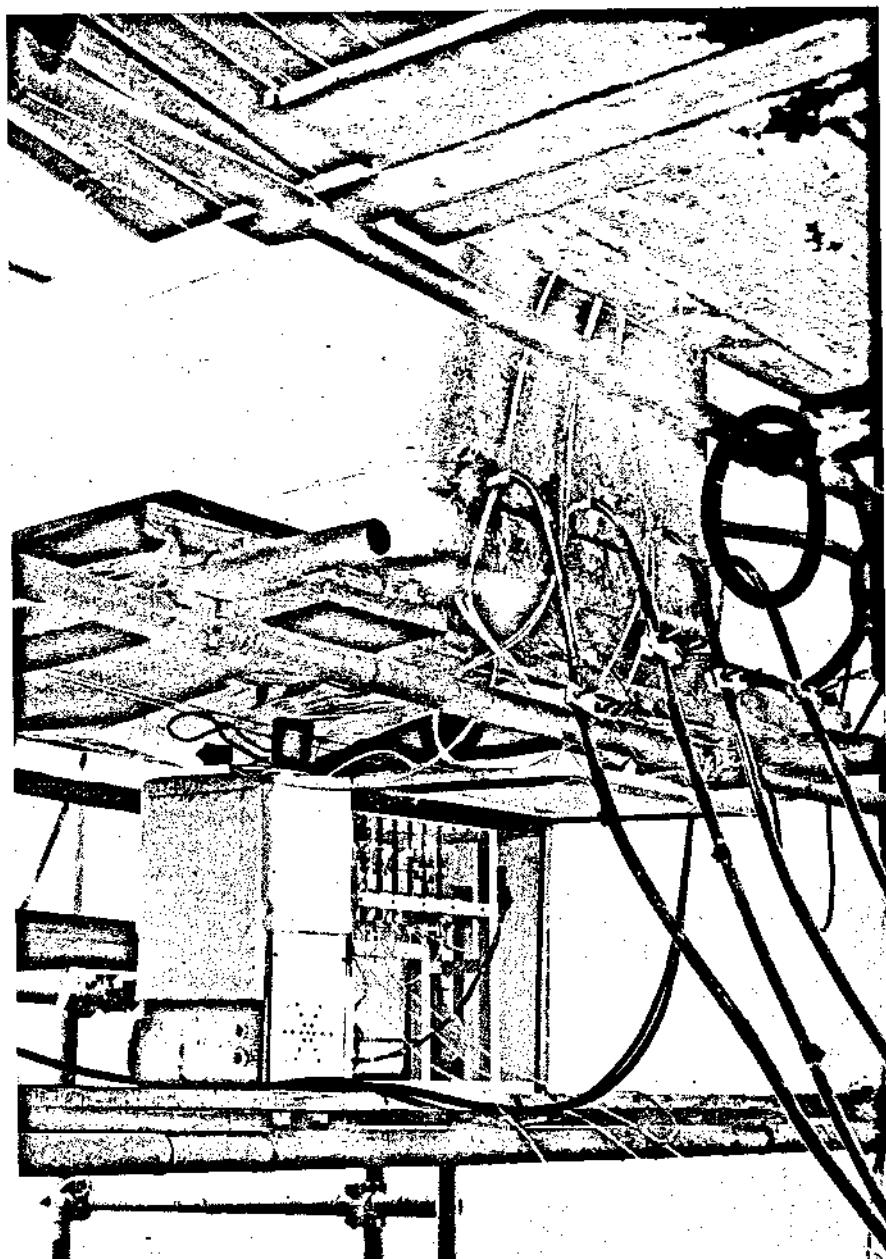


FIG. 9. Particolare dell'impianto in cui è visibile il vascone di raccolta e l'apparecchiatura di dosaggio.

ficato secondo le nostre esigenze. L'apparecchio, come si può osservare dalla Fig. 6, è costituito essenzialmente da:

- una siringa graduata E con fermo di fine corsa F per lo stantuffo della siringa;
- un raccordo a tre vie D solidale con un asse G, al quale un eccentrico H imprime un movimento a saliscendi.

Per le prove che sono state effettuate a clorazione alternata (analogamente ad alcuni impianti industriali), al dispositivo descritto in Fig. 6 sono stati aggiunti un inseritore ciclico ed una elettrovalvola (Fig. 7).

### RISULTATI

#### a) Prove di laboratorio.

TAB. 1. Riassunto dei dati ottenuti dalle prove di laboratorio

Azione del NaClO su <i>Artemia salina</i>				Azione del NaClO su <i>Hydroides elegans</i>			
Tempo in ore	Dose letale 50% ppm	Log tempo	Log D.L. 50 %	Tempo in ore	Dose letale 50% ppm	Log tempo	Log D.L. 50 %
1	2,290	0	3,36	3	695	0,477	2,84
3	589	0,477	2,77	6	545	0,778	2,74
6	10,10	0,778	1,01	8	536	0,904	2,73
8	6,48	0,904	0,81	15	304	1,180	2,48
18	0,74	1,256	0,13	24	80	1,380	1,90
24	0,69	1,380	0,16	41	27	1,610	1,43
				64	20	1,810	1,30

Nella Tabella 1 sono riportati per entrambi gli animali saggianti nelle prove di laboratorio i tempi di contatto con il tossico, i corrispondenti Tlm (Tolerance limit median) cioè le concentrazioni letali per metà degli individui provati, secondo le metodologie usuali (DOUDOROFF, 1952) e, a fianco a queste due colonne, altre due riportanti i corrispondenti valori espressi in logaritmi.

Correlando tali valori è possibile ottenere un andamento grafico lineare, secondo la equazione:  $\text{Log } T = - n \text{Log } C + \text{Log } K$  (MARCHETTI, 1962; KUWABARA, 1968), ove  $T$  = tempo di contatto degli animali col tossico,  $C$  = concentrazione del tossico,  $n$  = coefficiente angolare,  $K$  = costante.

Per poter meglio confrontare la tossicità dell' ipoclorito nei confronti dei due tipi di animali provati, nel grafico della Fig. 10 sono state riunite le due rette, ciascuna riferita ad un tipo di animale.

Vediamo anzitutto come diversa sia la distanza delle due rette dall'asse delle ascisse, soprattutto nel tratto a tempi alti per basse concentrazioni. A parità

di concentrazione, per es. 1,0 che in valore numerico corrisponde a 10 ppm, si ha una resistenza del 50 % di *Artemia salina* per un tempo corrispondente a 0,9 ovvero 8 ore circa, mentre per i Serpulidi il tempo è di gran lunga superiore: 2,0 pari a 100 ore circa.

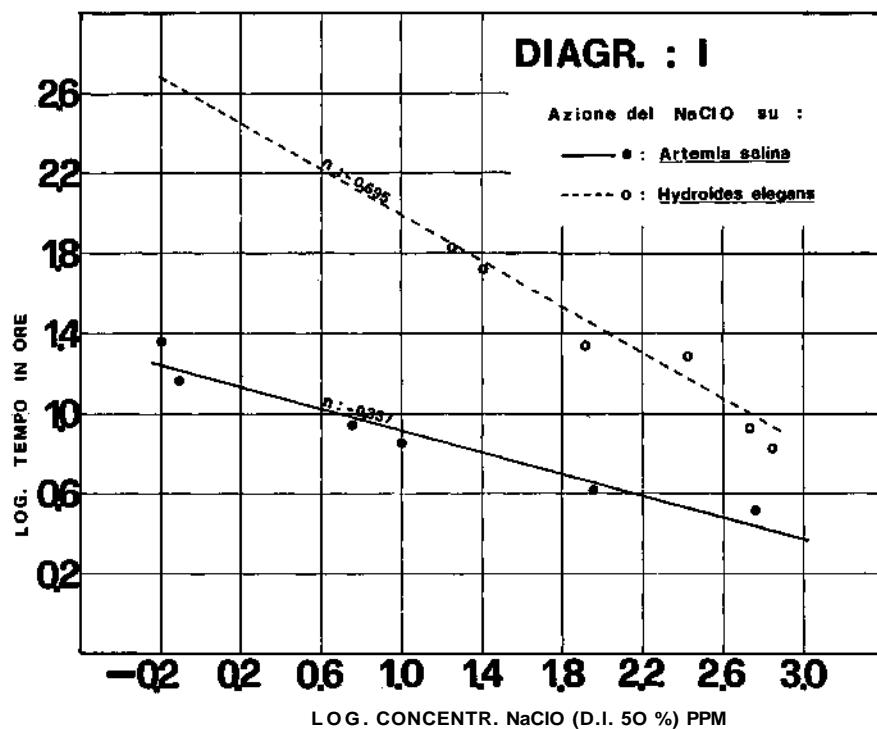


FIG. 10. Diagramma I: rappresentazione della mortalità al 50 % (Tlm) in funzione delle concentrazioni e dei tempi di contatto. In ascisse le concentrazioni di NaClO espresse in ppm di Cl<sub>2</sub> attivo (log.), in ordinate i tempi di contatto.

La differente risposta dei due animali al tossico, è accentuata inoltre dalla diversa inclinazione delle rette sull'asse delle ascisse, cioè da un coefficiente angolare che per *Artemia* è -0,337, mentre per i Serpulidi arriva a -0,695. Ciò è da mettere in relazione alla diversa struttura dei due organismi, per cui, nel caso delle larve verosimilmente l'avvelenamento, oltre che avvenire più precocemente, a concentrazioni basse, si verifica in maniera più graduale.

Per i Serpulidi c'è una minore gradualità.

Le larve di *Artemia salina* sono dunque più facilmente vulnerabili dall' ipoclorito che non i Serpulidi adulti, infatti le prime sono prive di qualsiasi protezione calcarea, e già a basse concentrazioni presentano un breve tempo di sopravvivenza, per i Serpulidi invece si ha una maggiore risposta al tossico per

tempi di contatto maggiori, cioè quando l'animale non può più evitare scambi con l'ambiente. Infatti la reazione più evidente dei Serpulidi alle prime ore di contatto con il tossico è la immediata retrazione della corona branchiale all'interno del tubo calcareo e la chiusura dello stesso mediante l'opercolo.



**FIG. 11.** Esperienza dal 9-7-71 al 23-7-71: pannello di controllo.

*b)* Prove di campo.

Descrizione degli insediamenti:

1<sup>a</sup> Prova dal 9/7/71 al 23/7/71.

Il numero d'individui insediati è stato calcolato per una superficie unitaria di 100 cm<sup>2</sup>.

1) Recipiente di controllo (Fig. 11): 3,5 Balani con diametro basale rostro-carenale fino a 6 mm; 26,6 Serpulidi di lunghezza superiore a 1 cm appartenenti alle specie *Hydroides elegans* e *Serpula concharum*; alcune *Cyona intestinalis*; 0,1 colonie di Briozi della specie *Bugula stolonifera*.

- 2) Recipiente con 0,1 ppm di Cl<sub>2</sub>: 10,9 Serpulidi di lunghezza superiore a 1 cm, 7 inferiore a 1 cm, i primi si presentano con il tubo calcareo molto sottile ma più lungo (alcuni fino a 8 cm) dei corrispondenti insediati sui pannelli di controllo, nella parte terminale (opercolare) tendono ad allontanarsi normalmente alla superficie del pannello (Fig. 12 A e B); 1,4 Balani.
- 3) Recipiente con 0,3 ppm di Cl<sub>2</sub>: nessun insediamento.
- 4) Recipiente con 0,5 ppm di Cl<sub>2</sub>: nessun insediamento.

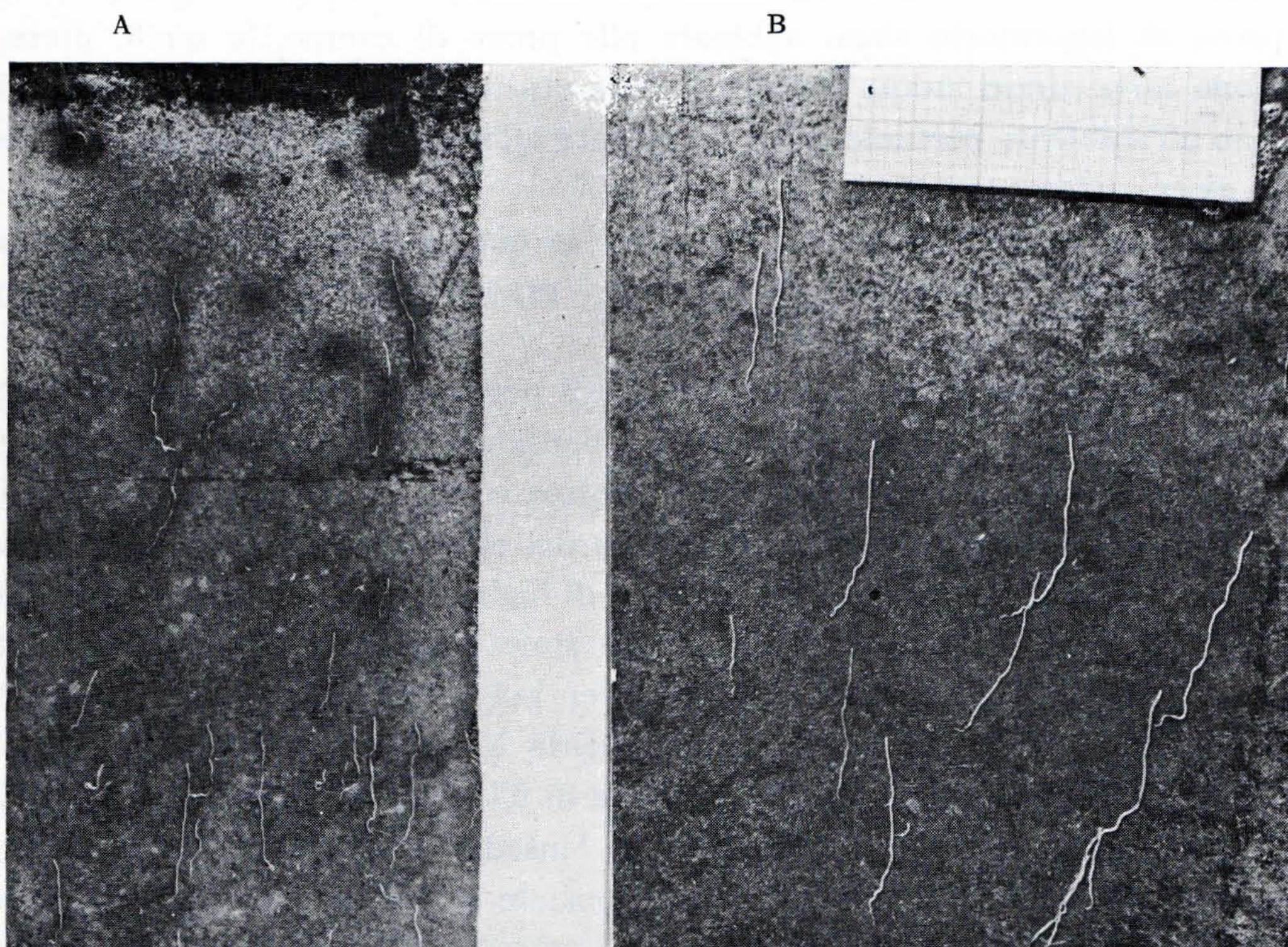


FIG. 12. A) Pannello a concentrazione di 0,1 ppm. B) Particolare dello stesso ove sono visibili i Serpulidi a tubo lungo e sottile.

2<sup>a</sup> Prova dal 23/7/71 al 6/8/71.

- 1) Recipiente di controllo: 20,4 Serpulidi di lunghezza superiore a 1 cm, 21,1 inferiore a 1 cm; 1,7 Balani; 23,7 colonie di *Bugula stolonifera*; 0,5 di *Bugula neritina*.
- 2) Recipiente con 0,2 ppm di Cl<sub>2</sub>: 4,5 Serpulidi di lunghezza inferiore a 1 cm.
- 3) Recipiente con 0,3 ppm di Cl<sub>2</sub>: nessun insediamento.

3<sup>a</sup> Prova dal 25/8/71 al 27/9/71.

- 1) Recipiente di controllo: 13,5 Serpulidi di lunghezza superiore a 1 cm, 42 inferiore a 1 cm; 18,5 Balani; 3,2 *Bugula stolonifera*; 0,5 *Bugula neritina*.
- 2) Recipiente con 0,1 ppm di Cl<sub>2</sub>: nessun insediamento.

- 3) Recipiente con 0,3 ppm di Cl<sub>2</sub>: nessun insediamento.
  - 4) Recipiente a clorazione alternata (1h di clorazione, 2h di non clorazione) di 2 ppm: 2,2 Serpulidi di lunghezza superiore a 1 cm, 12,5 inferiore a 1 cm.
- Il diagramma della Fig. 13 riassume i dati sopra elencati.

#### CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Dalle osservazioni effettuate e dai dati ottenuti è emersa l'importanza che le prove di laboratorio siano abbinate alle prove di campo, le quali, presuppongono un'accurato studio ecologico. Pertanto i dati qui riportati che si riferiscono all'ambiente portuale ed in particolare all'avamporto di Genova, non possono essere riferiti ad altre zone.

Infatti le concentrazioni ritenute valide in questa ricerca potrebbero subire delle modifiche in relazione agli organismi predominanti e ad una differente situazione di inquinamento.

A quanto detto occorre aggiungere che il periodo in cui vengono effettuate le prove è importante, tanto da indurci a considerare validi certi limiti e certi parametri in un determinato periodo stagionale e non in altri.

Ciò in particolare lo si può constatare dai risultati delle prime due prove di clorazione della durata di 15 gg, nei mesi di luglio e agosto e quella di un mese nel periodo agosto-settembre. Inoltre sono state prese in esame due modalità di clorazione: la continua e l'alternata. Per tali prove, effettuate nel periodo luglio-agosto, periodo nel quale l'insediamento è massimo, si possono fare le seguenti considerazioni: alla concentrazione di 0,1 ppm di Cl<sub>2</sub> (prova del 9/7/71 - 23/7/71) abbiamo una netta differenza tra l'insediamento di Serpulidi, Briozi, Balani e Ciona (queste ultime non sono riportate in grafico) sui pannelli di controllo e gli stessi organismi su pannelli immersi nella vaschetta ove la concentrazione di Cl<sub>2</sub> era di 0,1 ppm. Analoghe osservazioni valgono anche per la seconda prova (prova del 23/7/71 - 6/8/71). In questo secondo periodo alla concentrazione di 0,2 ppm, abbiamo avuto insediamento solo di pochi Serpulidi che, peraltro, non hanno raggiunto le dimensioni di 1 cm di lunghezza del guscio, dimensioni che sono state raggiunte da diversi individui sui pannelli di controllo. Dalla concentrazione di 0,3 ppm e poi (fino a 0,5 ppm) non si sono avuti insediamenti.

Con un sistema di clorazione alternata che comprende un'ora di clorazione ogni tre, si hanno insediamenti di Serpulidi (14,7 unità su 100 cm<sup>2</sup>) con una concentrazione (nell'ora di clorazione) di 2,0 ppm, mentre nello stesso periodo non c'è insediamento per 0,1 ppm di Cl<sub>2</sub> in continuo.

Dai nostri dati risulta dunque evidente che il sistema più efficace è quello della clorazione continua. Concentrazioni in Cl<sub>2</sub> comprese tra 0,2 e 0,3 ppm (concentrazioni residue), mantenute in continuo rappresentano un limite per l'insediamento (nelle condizioni sperimentali di cui nel testo), mentre in un sistema

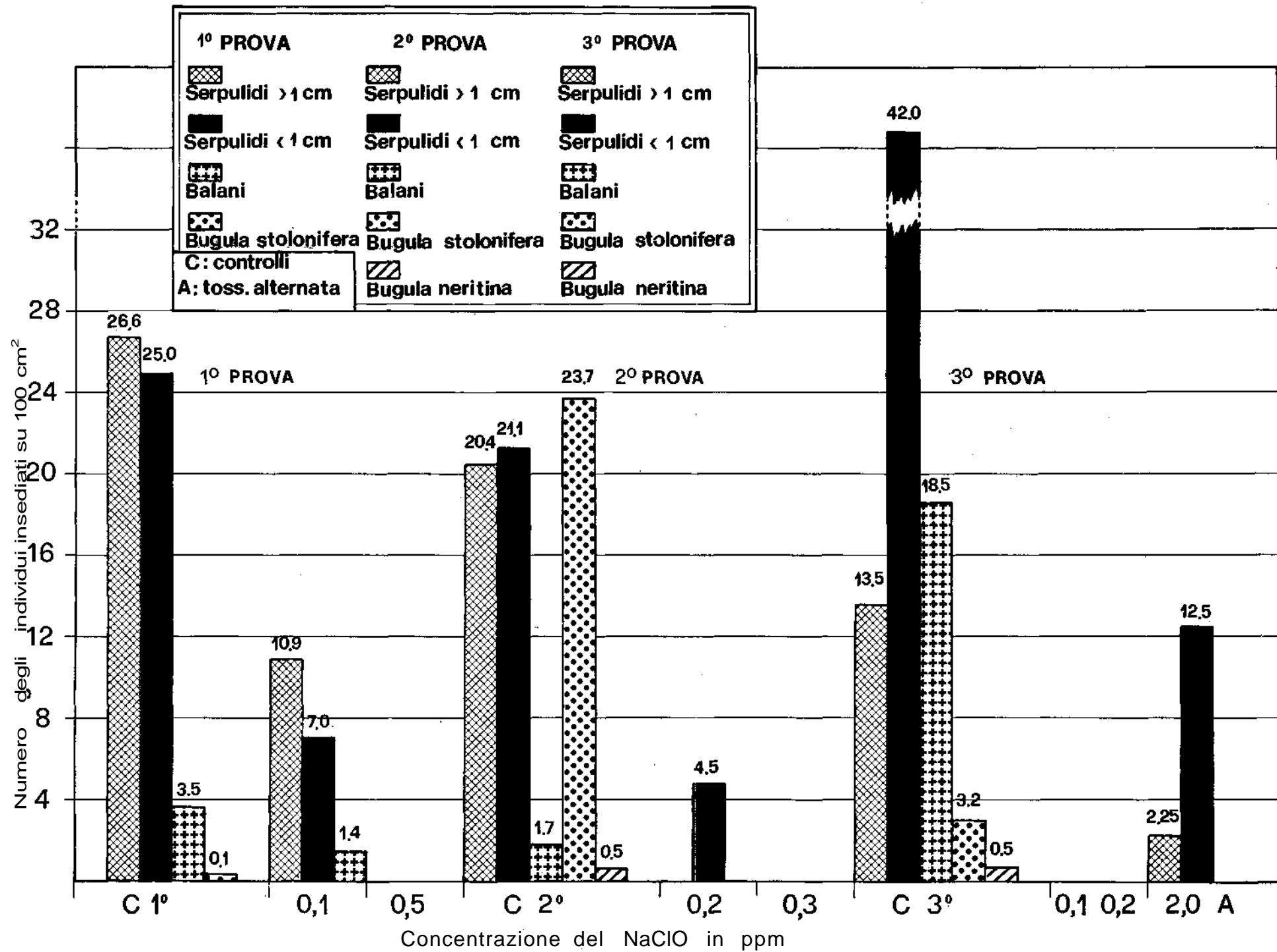


FIG. 13. Diagramma riassuntivo delle tre prove di campo effettuate.

che comprende un'ora di clorazione e due di acqua corrente non clorata si avevano insediamenti fino a valori di concentrazioni di circa 10 volte più alti.

È pensabile che le suddette concentrazioni di 0,2 - 0,3 ppm agiscano non tanto uccidendo le larve insedianti quanto creando un ambiente sfavorevole all'insediamento.

Si vedano infatti gli alti valori di concentrazione necessari ad uccidere le larve di *Artemia salina* nelle prove di laboratorio e tanto più i Serpulidi adulti, una volta che si siano insediati. È importante mettere in evidenza come le concentrazioni limite verificate nelle prove di campo possano essere efficaci solo su stadi larvali e non su animali adulti già insediati.

Molta importanza assume peraltro l'omogeneità della concentrazione poiché, come abbiamo potuto verificare sperimentalmente, qualora si trovino dei siti in cui la concentrazione si abbassi al di sotto dei valori limite, si potrebbe avere un'insediamento abnorme per l'affluire colà di larve che altrove trovano condizioni sfavorevoli.

Inoltre i Serpulidi insediati tendono a costruire i tubi calcarei dei gusci più lunghi e sottili che non in condizioni normali, evidente manifestazione di uno stato di sofferenza, come documentato dalla Fig. 12 A e B.

Per quanto detto, infine, volendo adoperare la clorazione dell'acqua per impedire il fouling, metodo giudicato ancora tra i più validi, anche in considerazione dei problemi dell'inquinamento, una volta noti i valori limite di concentrazione per i diversi periodi dell'anno e le caratteristiche biologiche dell'ambiente, si potranno adoperare concentrazioni di ipoclorito (valori espressi in Cl<sub>2</sub> attivo) diverse nel periodo primaverile-estivo rispetto a quelle del periodo estivo-autunale ed a quello invernale, in base ad opportune ricerche, al fine di immettere alte dosi di Cl<sub>2</sub> solo quando le condizioni dell'ambiente (biologiche ed abiologiche) lo richiedano.

Infine, in base all'esperienze e ai sopralluoghi di condotte finora eseguiti, risulterebbe che il Cl<sub>2</sub> non abbia funzionato quale antifouling perché spesso usato in modo erroneo nel tempo, nella durata e nella concentrazione.

#### RINGRAZIAMENTI

Gli AA. sono grati al Sig. T. BARCARO per l'aiuto prestato nella messa a punto degli impianti e alla Soc. AMUCHINA per la fornitura del prodotto.

#### BIBLIOGRAFIA

- BARIGOZZI C., 1939: La biologia di *Artemia salina* LEACH studiata in acquario. Atti Soc. It. Sc. Nat. Mus. Civico di St. Nat. Milano 78, fasc. II, 137-160.  
BOLTZ E., 1958: Colorimetric determination of non metals. Interscience Publishers, Inc., 1-372.

- DOUDOROFF P., 1952: Some recent developments in the study of toxic industrial wastes. Proc. 4<sup>th</sup> Pacific Northwest Ind. Waste Conf. 21.
- KUWABARA R., 1968: Chlorine tolerance of *Mytilus edulis* L. Atti 2° Congr. Internaz., Corrosione e incrostazione marina, Atene, Sett., 413-423.
- HOLMES L., 1970: Marine fouling in power stations. Mar. Poll. Bull. I° (NS), 7, 105-106.
- HUECK E. H., 1961: A study on the determination of the toxicity of various compounds to fouling organisms. (Rapporto T.N.O. non pubbl.).
- MARCHESI E., 1970: L'impiego dell'acqua di mare nei circuiti di raffreddamento delle centrali termoelettriche di grande potenza. La Termotecnica, XXIV 11, 485-502.
- MARCHETTI R., 1962: Biologia e tossicologia delle acque usate. ET/AS Milano, 1-386.
- , 1969: Orientamenti per una moderna impostazione delle ricerche di tossicologia degli animali acquatici. Quaderni ric. scient. 58, 521-527.
- O.C.D.E., 1967: Catalogue des principales Salissures marines. Serpules Tubicoles. Paris, 3, 1-79.
- RELINI G. & S. GERACI, 1969: Controllo del fouling e comportamento di alcuni organismi marini nei confronti di sostanze tossiche. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 37, 2° suppl., 317-326.
- TREADWELL, 1961: Analisi chimica quantitativa. Ed. Vallardi 7° ed., 11, 434-435.
- TURNER H. J. JR., REYNOLDS, D. M. & A. C. REDFIELD, 1948: Chlorine and sodium pentachlorophenate as fouling preventives in sea water conduits. Ind. Eng. Chem. 40, 450-453.
- WHITTAKER E. & G. ROBINSON, 1965: The calculus of observation. Blackie & Son Limited, London and Glasgow, 1-391.

Dr. S. GERACI e Sig. V. ROMAIRONE, Reparto Biologia Marina, Laboratorio per lo Studio della Corrosione Marina dei Metalli C.N.R., via Mercanzia, 4 — 16123 Genova — Italia.

## La ricerca oceanologica: stato attuale e lineamenti per il suo sviluppo \*

di

GIUSEPPE MACCHI

(Dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, Commissione Italiana per l'Oceanografia)

### INDICE

	<i>pag.</i>
INTRODUZIONE . . . . .	2
1. - POTENZIALE DI RICERCA OCEANOLOGICA DEL C.N.R. . . . .	» 4
1.1. - Navi . . . . .	» 4
1.2. - Istituti e Laboratori del C.N.R. . . . .	» 6
1.3. - Organismi che non dipendono dal C.N.R. . . . .	» 8
1.3.1. - <i>Organismi « statutari »</i> . . . . .	» 8
1.3.2. - <i>Organismi non « statutari »</i> . . . . .	» 9
1.4. - Risultati . . . . .	» 10
1.4.1. - <i>Biologia Marina, Oceanografia Biologica e Risorse Biologiche</i> . . . . .	» 10
1.4.2. - <i>Geofisica e Geologia Marina</i> . . . . .	» 12
1.4.3. - <i>Oceanografia Fisica e Chimica</i> . . . . .	» 12
1.4.4. - <i>Conclusione</i> . . . . .	» 13
2. - PROSPETTIVE FUTURE . . . . .	» 14
2.1. - Studio dell'interazione aria-mare e sue applicazioni . . . . .	» 14
2.2. - Studio dei processi costieri e litoranei: loro conoscenza e previsione . . . . .	» 16
2.3. - Studio dei differenti aspetti dell'inquinamento marino . . . . .	» 17
2.3.1. - <i>Inquinamento costiero</i> . . . . .	» 17
2.3.2. - <i>Inquinamento oceanico</i> . . . . .	» 18
2.4. - Valutazione ed utilizzazione delle risorse alimentari dei nostri mari con particolare riguardo a quelle ittiche. . . . .	» 19
2.5. - Disponibilità ed utilizzazione delle materie prime contenute nel mare, nel suo fondo e sottofondo. . . . .	» 21
3. - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO . . . . .	» 22
CONCLUSIONE . . . . .	» 29
ALLEGATI . . . . .	» 32

(\*) Questo documento è stato lungamente e profondamente discusso e meditato dalla Commissione Italiana per l'Oceanografia del Consiglio Nazionale delle Ricerche dal giugno 1971 al gennaio 1972, quando è stato (8 gennaio) definitivamente approvato.

**INTRODUZIONE**

L'interesse di ricercatori italiani per l'oceanografia è molto antico: Luigi Ferdinando Marsili (1658-1730) viene da tutti considerato il fondatore di questa scienza; le prime importanti spedizioni e crociere, condotte dalla Marina Militare, sotto la guida dell'Ammiraglio G. B. Magnaghi, fondatore dell'Istituto Idrografico, risalgono alla fine del 1880, quando cioè molte nazioni non pensavano ancora di studiare sistematicamente il mare; l'Italia è stata fra i primi Paesi membri della C.I.E.S.M. (Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée), ed ha contribuito in modo rilevante allo sviluppo di questo organismo, per lungo tempo coordinatore più importante della ricerca scientifica nel Mediterraneo, con uomini come Volterra, Vinciguerra, Magrini, Marchetti, Vercelli, D'Ancona, etc.

Questo interesse, nonostante certi notevoli risultati conseguiti sotto la spinta dell'Istituto Idrografico della Marina e del Comitato Talassografico istituito nel 1910, è rimasto tuttavia per molto tempo sporadico e legato all'iniziativa di pochi. Si è dovuto pertanto attendere la data di adesione del C.N.R. all'Anno Geofisico Internazionale (1957-1958) per avere il primo considerevole sforzo organizzativo in grado di preparare le basi del futuro sviluppo dell'Oceanografia italiana. Tale intervento è culminato con l'allestimento della nave oceanografica BANNOCK, che dal 1963 ad oggi ha ininterrottamente lavorato nel Mediterraneo, e con la conseguente possibilità d'esecuzione del I Piano Quinquennale (1965-1969), che si è sviluppato affiancato dal Programma di Ricerca sulle Risorse Marine e del Fondo Marino ora inglobato nel Programma Speciale per l'Oceanografia.

Dal 1969 la Commissione Oceanografica, organo coordinatore del C.N.R., ha a disposizione per l'espletamento delle ricerche anche la N/O L. F. MARSILI, definitivamente acquistata nel 1970.

A causa della scarsa disponibilità di mezzi finanziari, l'opera organizzatrice del C.N.R. ha incontrato non poche difficoltà a rimettere in piedi le vecchie strutture esistenti ed a creare delle nuove, nel tentativo di portare la ricerca oceanografica italiana in condizione di seguire il ritmo del progresso.

Questo sforzo, unico contributo in Italia di una certa entità, per quanto non adeguato convenientemente, ha già permesso di conseguire risultati che sarebbero inutili se per il futuro non si rafforzasse l'impegno: l'« età del mare » è ormai cominciata da anni, i Paesi più progrediti sono già impegnati a sfruttare l'immensa fonte di energia, perdere i contatti in questo momento critico significherebbe rassegnarsi per sempre ad un ruolo subordinato.

D'altra parte nell'ultimo ventennio, grazie soprattutto allo sviluppo tecnologico, l'oceanografia, da disciplina essenzialmente descrittiva qual era alle origini, si è evoluta in vera e propria scienza interdisciplinare capace di valutare i legami esistenti fra i diversi fenomeni marini a qualunque scala essi appartengano. In certi Paesi si è sentito addirittura il bisogno di esaltare questa

trasformazione, presupposto indispensabile per una impostazione moderna e finalizzata della ricerca oceanografica, con la adozione del termine oceanologia, più consono di oceanografia, per denominare la scienza che studia i fenomeni marini. Certo per realizzare la oceanologia occorre una volontà politica d'investimento ed uno sforzo economico ben maggiori di quelli finora dimostrati, mentre è indispensabile possedere un supporto per la ricerca interdisciplinare che l'Università italiana, almeno così come è stata finora strutturata, non può fornire, nemmeno a livello di educazione e formazione.

Allo scopo di colmare almeno in parte queste evidenti gravi lacune era stato di recente approntato a cura della Commissione Oceanografica del C.N.R. il « Il Piano Quinquennale per l'Oceanografia in Italia (1970 - 1974) ». Questo programma, pur essendo estremamente dettagliato nell'affrontare i diversi problemi sopra accennati, non è mai divenuto operativo, ma stranamente ha ottenuto l'effetto opposto a quello per cui era stato promosso. Difatti il biennio 1971-1972 ha rappresentato per il Programma Speciale un periodo di grave crisi finanziaria durante il quale è stato corso il grosso rischio che fosse distrutto quanto, con notevole sforzo, era stato in precedenza costruito: nella situazione in cui la Commissione Oceanografica si è trovata ad operare non solo non è stato possibile varare alcun piano di sviluppo, ma si è addirittura temuto non poco per la sopravvivenza stessa. Nè il futuro lascia intravedere qualche possibilità di schiarietà, con gli incrementi che sono previsti si arriverà ad ottenere nel 1974 una disponibilità finanziaria uguale a quella del 1969, ossia un'inezia. Chiaro che in queste condizioni non si può far fronte nè alle direttive imposte dal CIPE, che ha indicato proprio l'*« ambiente »* (nella cui accezione rientra ovviamente in modo predominante il mondo marino) quale uno dei temi prioritari della ricerca italiana, nè agli impegni di collaborazione internazionale che saranno particolarmente severi almeno a giudicare dall'accordo stipulato di recente a Bruxelles da 19 Paesi europei, accordo che prevede lo stanziamento di 21 milioni di dollari per avviare un'azione unitaria in sette settori della ricerca, fra cui appunto l'oceanologia.

Tuttavia, poiché la sopravvivenza stessa è giustificata solo dalla speranza dell'avvento di tempi migliori che permettano di riprendere il cammino del progresso scientifico, conforme alle aspettative ed alle esigenze del Paese, nell'attesa che finalmente questi eventi maturino, si è ritenuto opportuno tracciare intanto nelle sue linee generali un piano di sviluppo che verrà più ampiamente ed accuratamente precisato in seguito, qualora trovi un'eco più favorevole del precedente II Piano Quinquennale per l'Oceanografia.

Il fondamento di questo piano di sviluppo rimane sempre il programma precedente, ma si è provveduto a stralciare da esso alcuni temi prioritari, che sono basilari per ogni tipo di ricerca in mare, ed al tempo stesso tengono conto dei problemi più impellenti del nostro Paese. Tutto questo è stato fatto in seguito ad una analisi il più possibilmente oggettiva delle strutture scientifiche

ed organizzative esistenti e dopo aver preso atto delle certamente non floride disponibilità finanziarie della ricerca italiana. Occorre tuttavia precisare che, nonostante altri enti operino in campo oceanologico soprattutto in relazione alle ricerche petrolifere e di tipo tecnologico, nelle pagine che seguono si terrà invece conto della ricerca promossa e coordinata nell'ambito del C.N.R.

#### 1. POTENZIALE DI RICERCA OCEANOLOGICA DEL C.N.R.

La lotta contro l'inquinamento e la ricerca di nuove fonti di energia, di alimentazione e di materie prime minerali, sono esigenze del mondo moderno che debbono essere urgentemente soddisfatte perché in relazione con la sopravvivenza del genere umano. D'altra parte per quanto concerne il mare, la risoluzione di questi problemi economico-sociali è strettamente legata al grado di sviluppo dell'oceanografia, la scienza di base per lo studio dei fenomeni marini.

Queste semplici considerazioni generali, valide a maggior ragione per il nostro Paese così povero di risorse in genere ed al tempo stesso così brutalmente esposto al flagello dell'inquinamento, giustificano già da sole l'immediata necessità di stabilire se il livello di preparazione e di efficienza raggiunto in campo oceanologico è tale da poter serenamente affrontare problemi esistenziali quali quelli sopraccitati.

Ove risultati che i mezzi a disposizione sono poco efficienti ed inadeguati a fronteggiare la situazione è nostro dovere morale e civile segnalare i provvedimenti da adottare.

Ma ecco esposto il potenziale di ricerca oceanologica del C.N.R., che in sostanza rappresenta le attuali disponibilità nazionali per quanto concerne l'attività scientifica di base.

##### 1.1. — *Navi.*

Gli esperimenti più raffinati eseguiti in Laboratorio, tutte le deduzioni, teorie, etc. trovano il loro vero significato scientifico nella misura in cui riproducono e spiegano le condizioni naturali, pertanto una verifica mediante l'esperienza diretta è sempre indispensabile.

Anche se la tecnologia moderna mette a disposizione attrezzature sempre più efficaci ed adeguate per l'espletamento di studi in mare (boe oceanografiche, batiscafi, motoscafi, sonde aerotrasportate, etc.) la nave da ricerca resta il mezzo più impiegato e rappresenta a tutt'oggi la « spina dorsale » della oceanologia.

D'altra parte, la realizzazione di un piano di ricerca vasto e complesso richiede la disponibilità di un numero sufficiente di navi in grado di essere impiegate per diverse discipline, mentre per le esigenze di istituti con un ben

determinato indirizzo nel campo della ricerca marina (biologia, geologia, fisica, chimica, etc.) l'ideale sarebbe che ogni istituto avesse in dotazione il proprio laboratorio.

La « flotta oceanografica » del C.N.R. è al momento costituita dalle NN/00 BANNOCK, L. F. MARSILI ed U. D'ANCONA. Di alta stazza le prime due, sono attrezzate in modo da soddisfare le esigenze multidisciplinari; di piccola stazza l'ultima, è concepita per la ricerca biologica sotto costa.

La N/O BANNOCK è un ex rimorchiatore oceanico allestito a nave da ricerca nel 1963. Lunga circa 63 m e larga circa m 12, ha una stazza lorda di 1277 t, possiede una velocità di crociera di 12 nodi, una velocità massima di 16 nodi ed una autonomia di 60 giorni. Può imbarcare 28 persone di equipaggio e 26 persone fra tecnici e ricercatori. Essa è particolarmente attrezzata per la geologia marina essendo dotata di tre diversi verricelli con 4000, 5000 e 6000 metri di cavo d'acciaio per bennate, draghette, dragaggi e carotieri di ogni tipo, di un sistema per televisione sottomarina, di una carotiere a gravità e di un P.G.R., ma è anche corredata di mezzi adeguati per svolgere ricerche nel campo della fisica, chimica, meteorologia, geofisica e biologia marine. Fra l'altro è munita di un sistema « data logger » che permette di acquisire ed immagazzinare in forma digitale i dati provenienti dalle apparecchiature scientifiche e da quelle di navigazione.

La N/O L. F. MARSILI, acquistata nel 1970 dalla Società americana ALPINE che l'aveva trasformata in nave oceanografica nel 1966, è lunga circa 50 m, larga circa 10 m ed ha un tonnellaggio di 830 t. Possiede una velocità di crociera di 10 nodi, una velocità massima di 12 nodi ed una autonomia di 30 giorni. Essa può imbarcare 26 persone di equipaggio e 22 fra tecnici e scienziati. In grado di svolgere le normali operazioni che si richiedono nel campo della ricerca oceanografica, è particolarmente attrezzata per la geofisica marina. È inoltre dotata di un sistema multiplo Bisset & Berman per il prelievo di campioni e di una sonda CDT capace di misurare e registrare « in continuo » ed a qualunque profondità le grandezze fondamentali, temperatura, salinità e profondità. Un Data Logger ed un calcolatore elettronico Hewlett & Packard permettono l'acquisizione dei dati provenienti da tutte le apparecchiature (di bordo e scientifiche) nonché la loro elaborazione « in situ ».

La N/O U. D'ANCONA è stata costruita nel 1967. Lunga circa m 24, larga circa m 5, ha un dislocamento di 85 t. Essa possiede una velocità di crociera di 10 nodi ed una velocità massima di 12 nodi, con una autonomia di 5 giorni. Svolge essenzialmente la sua attività nel Nord Adriatico ed è dotata di due laboratori, attrezzati con elementi di arredamento modulare, variamente componibili secondo le necessità delle campagne di ricerca, la cui superficie complessiva è di 14 m<sup>2</sup>.

L'impiego della N/O BANNOCK e della N/O L. F. MARSILI è continuo dai primi di febbraio alla fine di novembre di ogni anno.

Il loro calendario è stabilito dalla Commissione Oceanografica del C.N.R. in base alle domande che pervengono dagli organismi di ricerca: attualmente il numero delle richieste è tale che le due navi riescono a malapena a soddisfarle. È opportuno anche ribadire che pur essendo state portate ad un buon livello di efficienza, la N/O L. F. MARSILI e soprattutto la N/O BANNOCK sono state costruite e concepite per scopi diversi dalla ricerca.

Per quanto concerne la N/O U. D'ANCONA, essa è stata data in dotazione all'Istituto di Biologia del Mare di Venezia.

## 12. — *Istituti e Laboratori del C.N.R.*

Gli organi del C.N.R. che si dedicano a ricerche applicate al mare sono: l'Istituto di Biologia del Mare di Venezia, il Laboratorio per lo Studio della Corrosione Marina dei Metalli di Genova, per la Geologia Marina di Bologna, per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse di Venezia, per lo Studio dello Sfruttamento Biologico delle Lagune di Lesina e quello di Tecnologia della Pesca di Ancona. Inoltre l'Istituto di Fisica dell'Atmosfera e l'Istituto di Ricerca sulle Acque svolgono programmi che includono argomenti direttamente o indirettamente inerenti al mare.

*L'Istituto di Biologia del Mare*, ex Centro di Studi Talassografici, è sorto a Venezia nel 1968 ed opera nel campo della Oceanografia biologica ed in quello della biologia marina e delle lagune. La sua attività scientifica si sviluppa lungo tre principali direttive: una studia l'ecologia planctonica nella Laguna di Venezia e nel bacino settentrionale del Mare Adriatico con particolare riferimento alla considerazione di quei parametri che, specialmente in rapporto all'afflusso di acque dolci fluviali, influiscono sulla produttività primaria; la seconda riguarda la sedimentologia e l'ecologia del benthos; un terzo tipo di ricerca si interessa alla dinamica ed alla genetica delle popolazioni marine, soprattutto in relazione all'influenza di taluni fattori fisici e chimici sui fenomeni adattivi ed evolutivi di Copepodi ed Isopodi bentonici. Recentemente questa ricerca si è estesa allo studio dei polimorfismi biochimici di Molluschi bivalvi e Pesci anche nel tentativo di mettere in evidenza eventuali fenomeni di selezione operati da agenti inquinanti.

*Il Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli* è stato istituito nel maggio 1968 con sede a Genova. La sua attività di ricerca si sviluppa grosso modo su tre direttive. Una riguarda l'esame della corrosione dei metalli e della disgregazione dei materiali non metallici nell'ambiente marino. Un'altra indagine concerne la interazione tra fenomeni corrosivi e fenomeni biologici nel tentativo soprattutto di bloccare tali processi con mezzi fisici e chimici. La terza direttiva è rivolta allo studio dei films protettivi ed alla sperimentazione della loro resistenza in condizioni normali ed in condizioni alterate, tenendo presente soprattutto la influenza di fattori meteorologici, biologici ed idrobiologici.

Il *Laboratorio per la Geologia Marina*, che ha sede a Bologna è stato istituito nel 1968 e compie ricerche nel campo della sedimentologia, paleontologia, petrografia, paleomagnetismo, biochimica e geochimica dei sedimenti marini, recenti e consolidati, e delle rocce affioranti. Studia la ricostruzione della stratigrafia tettonica e geotettonica della crosta terrestre e la sua evoluzione in relazione alle condizioni geologiche delle vicine aree sommerse. Cura inoltre la ricerca sistematica nel Mediterraneo Centrale con particolare riguardo alla geologia dei mari italiani.

Il *Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse*, sorto nel 1969 a Venezia, prevede, nei suoi programmi di ricerca, indagini sulle maree e sulla dinamica dei fluidi. Questi studi si concretizzano praticamente nel controllo delle maree, nella realizzazione di grafici delle pressioni e dei venti, nelle misure delle correnti ed infine nella conoscenza delle relazioni esistenti tra le lagune costiere ed il mare Adriatico.

Il *Laboratorio per lo Studio dello Sfruttamento Biologico delle Lagune* di Lesina svolge indagini sull'ecologia lagunare, soprattutto in vista di acquistare le conoscenze fondamentali per lo sviluppo dell'acquacoltura. Contemporaneamente conduce esperimenti in laboratorio per l'allevamento di specie ittiche, di crostacei e molluschi pregiati e studia le possibilità di realizzare colture a livello di produzione commerciale.

Il *Laboratorio per la Tecnologia della Pesca*, che è stato costruito nel 1968 con sede ad Ancona, ha come scopo fondamentale la progettazione, il miglioramento ed il controllo degli attrezzi da pesca, ivi compresi i motopescherecci, e lo studio delle modalità e delle metodiche per la conservazione del pescato a bordo delle navi.

L'*Istituto di Fisica dell'Atmosfera*, ex Centro Nazionale di Fisica dell'Atmosfera, è stato creato nel 1968 con sede a Roma. Nei suoi programmi sono tra l'altro previste ricerche di meteorologia generale, meteorologia e climatologia applicata alla zona del bacino del Mediterraneo, nonché studi sull'interazione mare-aria.

L'Istituto si occupa inoltre di inquinamento atmosferico e della relazione tra i parametri meteorologici ed i fenomeni delle inondazioni e dell'acqua alta a Venezia.

Costituito a Roma nel 1968, l'*Istituto di Ricerca sulle Acque* svolge fra l'altro indagini relative ai fenomeni di inquinamento delle acque naturali con particolare riguardo agli aspetti tossici ed ai metodi di osservazione e difesa. Si occupa inoltre della caratterizzazione dei metodi per la determinazione del contenuto di sostanze contaminanti e dello studio per la valutazione dello stato di inquinamento dei laghi e dei fiumi italiani. La formazione di un catasto delle risorse idriche italiane, altro aspetto del programma di questo Istituto, implica anche lo studio di sorgenti sottomarine d'acqua dolce.

Finora questi organismi, correlati direttamente con i loro rispettivi comitati, hanno lavorato senza una direttiva comune, e, indipendenti l'uno dall'altro, hanno sviluppato problemi e tematiche specifiche del loro programma. Tale fatto da un lato ha permesso di arrivare in minor tempo ad un buon grado di specializzazione, dall'altro ha in parte limitato lo sfruttamento potenziale scientifico globale. È pacifico tuttavia che se si vuole restare il più possibile aderenti alla fenomenologia marina, occorre conoscere in maniera sempre più precisa il maggior numero dei parametri che caratterizzano l'ambiente e quindi una simultanea concorrenza delle diverse discipline alla risoluzione di specifici problemi si rende indispensabile. È perciò auspicabile che in futuro, superato il periodo preliminare di organizzazione interna e lo sfasamento costitutivo iniziali, si senta il bisogno di un maggiore coordinamento delle diverse branche di ricerca: se da un lato la realizzazione di un programma di ricerca multidisciplinare è un presupposto del progresso oceanologico, dall'altro l'acquisizione di un maggior numero di informazioni non può che essere di grande utilità per la risoluzione dei problemi che interessano le singole discipline.

### 13. — *Organismi che non dipendono dal C.N.R.*

Occorre inoltre tenere presente anche l'attività di ricerca, promossa e coordinata dalla Commissione Oceanografica del C.N.R. e svolta finora da tutta una serie di organismi, fra cui occorre distinguere dagli altri quelli che hanno come compito statutario la ricerca in mare.

#### 13.1. — *Organismi «statutari».*

Centro Sperimentale per l'Industria della Pesca e dei Prodotti del Mare della Regione Siciliana - Messina.

Consorzio Interuniversitario per il Centro di Biologia Marina - Livorno.

Laboratorio di Biologia Marina e Pesca - Fano.

Consorzio Interuniversitario per il Centro di Biologia Marina - Livorno.

Laboratorio Centrale di Idrobiologia - Roma.

Istituto di Biologia Marina dell'Amministrazione Provinciale - Bari.

Istituto di Idrobiologia - Messina.

Istituto Idrografico della Marina - Genova.

Istituto Sperimentale per l'Igiene ed il Controllo Veterinario dei Prodotti della Pesca - Pescara.

Istituto Sperimentale Talassografico - Messina.

Istituto Sperimentale Talassografico - Trieste.

Istituto Universitario Navale - Napoli.

Oceanoboe - San Terenzo.

### La ricerca oceanologica

Osservatorio Geofisico Sperimentale - Trieste.  
Stazione di Biologia Marina del Salento - Porto Cesareo.  
Stazione Idrobiologica dell'Università di Padova - Chioggia.  
Stazione Biologica - Napoli.

Di questi organismi, quelli che hanno raggiunto un notevole grado di efficienza e di rendimento sono l'Istituto Idrografico della Marina, l'Istituto Navale di Napoli, Oceanoboe, e soprattutto l'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, che ha fornito un rilevante contributo al rilancio della scienza oceanografica in Italia negli ultimi anni. Per quanto concerne i rimanenti, alcuni non hanno ancora conseguito quell'accettabile grado di organizzazione che l'oceanologia moderna richiede. Altri, come il Laboratorio Centrale di Idrobiologia, si dedicano solo in minima parte alle ricerche applicate al mare, mentre la maggioranza ha dovuto purtroppo ridurre notevolmente la propria attività: è questo il caso particolarmente grave della Stazione Zoologica di Napoli, ente di notevoli tradizioni, e degli Istituti Talassografici che in passato hanno efficacemente contribuito allo sviluppo della oceanografia italiana.

#### 1.3.2. — *Organismi non «statutari».*

Gli organismi che collaborano o hanno collaborato alla ricerca promossa dalla Commissione Oceanografica del C.N.R., pur non essendo questa attività prevista dal loro statuto, sono i seguenti:

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Ferrara.  
Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Pisa.  
Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Siena.  
Istituto di Arte Mineraria del Politecnico - Torino.  
Istituto di Biochimica dell'Università - Bologna.  
Istituto di Biologia Animale dell'Università - Padova.  
Istituto di Botanica dell'Università - Palermo.  
Istituto di Chimica « G. Ciamician » dell'Università - Bologna.  
Istituto di Geodesia e Geofisica dell'Università - Trieste.  
Istituto Geofisico e Geodetico - Genova.  
Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.  
Istituto di Geologia dell'Università - Firenze.  
Istituto di Geologia dell'Università - Genova.  
Istituto di Geologia dell'Università - Messina.  
Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università - Parma.  
Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università - Trieste.  
Istituto di Giacimenti Minerari dell'Università - Cagliari.  
Istituto di Merceologia dell'Università - Trieste.  
Istituto di Microbiologia dell'Università - Trieste.

Istituto ed Orto Botanico dell'Università - Catania.  
 Istituto ed Orto Botanico dell'Università - Trieste.  
 Istituto di Petrografia e Giacimenti Minerari dell'Università - Parma.  
 Istituto di Zoologia dell'Università - Genova.  
 Istituto di Zoologia dell'Università - Messina.  
 Istituto di Zoologia dell'Università - Milano.  
 Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università - Parma.  
 Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università - Trieste.  
 Laboratorio di Embriologia e Morfologia Sperimentale - Milano.  
 Laboratorio di Geologia Nucleare dell'Università - Pisa.  
 Museo Civico di Storia Naturale - Venezia.  
 Museo Civico di Storia Naturale - Verona.  
 Servizio Geologico d'Italia - Roma.

È opportuno tuttavia precisare che la maggioranza di questi istituti e laboratori presta una collaborazione saltuaria e specifica che spesso rappresenta una piccola aliquota della loro attività totale, essendo l'interesse preminente in altri settori della ricerca.

#### 14. — *Risultati.*

Le navi e gli organismi di ricerca, più o meno sommariamente sopra descritti, rappresentano sostanzialmente i mezzi attualmente disponibili per l'Oceanografia italiana, tuttavia per meglio definire lo « *statu quo* » di questa disciplina, è anche indispensabile stabilire il suo livello di efficienza.

Un criterio abbastanza oggettivo, in grado di fornire questa ulteriore informazione, è la valutazione dei risultati conseguiti nell'ultimo decennio. Per presentarli in termini concreti sarebbe opportuno raggruppare questi risultati per argomenti di interesse oceanologico, ad esempio: inquinamento marino, risorse biologiche, risorse minerali, ciclo degli oligo-elementi, ciclo dei sali nutritivi, ecologia, etc. Tuttavia siccome finora l'attività svolta è stata essenzialmente oceanografica, con le diverse discipline sviluppate spesso indipendenti l'una dall'altra, secondo i canoni della vecchia tradizione, per non perdere gran parte del significato di quanto è stato fatto converrà descrivere i risultati suddivisi per branche di ricerca: 1) Biologia Marina, Oceanografia Biologica e Risorse Biologiche; 2) Geologia e Geofisica Marina; 3) Oceanografia Fisica e Chimica.

##### 14.1. - *Biologia Marina, Oceanografia Biologica e Risorse Biologiche.*

Le Biologia Marina e l'Oceanografia Biologica rappresentano senza dubbio i settori della ricerca applicata al mare dove il nostro Paese ha le tradizioni più radicate.

Per questioni di carattere oceanografico, valide anche per la gran parte delle altre discipline, l'Adriatico, in special modo il bacino del Nord, è stato a tutt'oggi l'area maggiormente investigata. Fra gli studi recenti eseguiti appunto in questa zona, interessanti sono quelli relativi alla distribuzione stagionale, qualitativa e quantitativa dello zoo- e fito-plancton. Pur senza essere esaurienti, queste osservazioni costituiscono un importante punto di riferimento per le indagini future, specialmente in considerazione del fatto che sono state effettuate ed interpretate in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'ambiente (influenza degli apporti fluviali, effetto di marea, correnti, etc). Sempre di recente è stato portato a termine nel Golfo di Trieste, un lavoro di identificazione degli organismi bentonici e della loro distribuzione. L'interesse di questa indagine consiste soprattutto nel fatto che è possibile confrontare questi dati con quelli effettuati in epoche passate ed avere quindi una prima valutazione sugli effetti a lungo termine provocati sulla fauna dall'inquinamento e dalla pesca a strascico.

Un'altra attività di ricerca, la prima del genere su organismi marini, che ha ottenuto ampi consensi in campo internazionale, riguarda lo studio della genetica e della dinamica delle popolazioni nei copepodi e del polimorfismo di caratteri morfologici e biochimici nei pesci.

Nel settore della microbiologia è stato concluso un ciclo di campagne estive annuali iniziate nel 1967, che ha permesso di stabilire la distribuzione dei batteri eterotrofi nel Mar Tirreno.

Ricerche microbiologiche condotte nell'Alto Adriatico in funzione di parametri ambientali, hanno costituito un primo test sullo stato d'inquinamento di questo bacino.

Le conoscenze acquisite nel campo dell'acquacoltura consentono oggi di attuare coltivazioni massive di gamberi pregiatissimi, di allevare e riprodurre ostriche e di indurre la maturità sessuale in specie ittiche di grande valore commerciale. Concluso questo step di laboratorio ci si accinge ora a studiare la possibilità di passare al livello industriale.

Una speciale attenzione è stata rivolta ai problemi connessi con la pesca, sia per quanto concerne la tecnologia (progettazione di un prototipo di peschereccio mediterraneo, realizzazione di strumenti capaci di studiare i fattori che influenzano la pesca al traino, elaborazione di un manuale per l'uso dell'ecoscan-daglio di facile impiego da parte dei pescatori), sia per quanto riguarda le osservazioni sul patrimonio ittico. I risultati ottenuti lungo le coste tirreniche della Calabria meridionale hanno permesso di stabilire lo stato di notevole depauperamento della fauna di fondo in tutte le zone suddette, eccezion fatta per l'area immediatamente a Sud dello Stretto di Messina.

Uno studio statistico su dati ricavati dal 1949 al 1963 ha permesso di constatare una certa significativa correlazione generica fra dati meteorologici e pesca del pesce azzurro nel Mar Ligure.

Di un certo interesse sono anche i risultati ottenuti nella valutazione sugli stocks dei Clupeidi nell'Adriatico.

#### 1.4.2. — *Geofisica e Geologia Marina.*

Nonostante lo sviluppo di queste discipline sia recentissimo anche a livello internazionale, i risultati ottenuti in questo campo di ricerca mostrano che il livello di organizzazione raggiunto è adeguato ai tempi ed estremamente positivo.

Nel campo della geofisica è stato svolto un lavoro veramente degno di nota: in particolare è stato eseguito il rilievo batimetrico, gravimetrico e magnetico dei mari italiani e della maggior parte del Mediterraneo. I risultati di queste osservazioni hanno permesso di produrre carte morfologiche, di aggiornare la stratigrafia superficiale dei sedimenti e di mettere in evidenza i lineamenti tettonici principali e le strutture geologiche sottomarine. È stata anche effettuata l'indagine mediante la sismica a riflessione dei mari italiani e si è potuto così ottenere la stratigrafia del sedimentario fino alle massime profondità.

Fra i risultati più suggestivi occorre citare anche la determinazione dell'età ed evoluzione geologica del Mar Tirreno, l'interpretazione dell'importanza dell'area del Mediterraneo, sia per la risoluzione dei problemi della geologia moderna (dinamica ed evoluzione della crosta terrestre), sia per le sue caratteristiche stratigrafiche e tettoniche, nonché la scoperta di bacini di sedimentazione atti a favorire l'accumulo di idrocarburi liquidi e gassosi.

Importante è stato il campionamento di sedimenti effettuato lungo le coste italiane, che permetterà di eseguire uno studio esauriente sulle risorse minerarie dei nostri mari e la campionatura profonda nel Tirreno che ha già permesso di rilevare giacimenti di minerali di Fe, Mn e Ni. Osservazioni molto più dettagliate sono state eseguite nell'Adriatico e nel Tirreno per i quali è stata redatta anche una carta morfologica 1:750.000. Ricerche sull'erosione e sulla sedimentazione in ambiente litorale hanno permesso di descrivere alcune modalità di evoluzione e di difesa delle coste da Venezia a Trieste. Sempre indagini recenti hanno consentito di arrivare a importanti conclusioni sulla geologia del Nord Adriatico e della pianura veneta.

#### 1.4.3. — *Oceanografia Fisica e Chimica.*

Grazie alle crociere oceanografiche organizzate durante l'Anno Geofisico Internazionale ed all'intensa attività della N/O BANNOCK, specialmente durante il triennio 1963-66, sono state effettuate numerose osservazioni nei diversi bacini che più da vicino interessano la nostra penisola.

I dati raccolti riguardano principalmente la misure della temperatura, salinità, concentrazione dell'ossigeno dissolto e talvolta dei sali nutritivi. Questi

risultati rappresentano senz'altro un notevole contributo alle scarse conoscenze della oceanografia mediterranea.

Oltre a queste cognizioni di carattere globale, rilievi più approfonditi sono stati effettuati in aree che rappresentano le zone chiave per la comprensione della fenomenologia mediterranea. Una particolare attenzione è stata rivolta al Nord Adriatico, con risultati che, pur essendo conclusivi, costituiscono un passo avanti nella conoscenza delle complesse caratteristiche idrologiche ed idrochimiche di questo bacino.

Un'altra zona oggetto di continuo controllo è quella del Mar Ligure e del Mar di Provenza; dal 1968 ad oggi sono state ripetute campagne invernali in collaborazione internazionale, con lo scopo di studiare la dinamica di questi bacini ed il meccanismo di formazione delle acque profonde.

Sempre in collaborazione internazionale sono state svolte le crociere COBLAMED per valutare le onde d'inerzia del Mar Mediterraneo.

Ma l'area che è stata più a lungo oggetto di ricerca è senz'altro quella del Canale di Sicilia. A tale proposito è in corso di pubblicazione uno studio conclusivo, basato sui dati ricavati in cinque campagne, che illustra l'importanza del Canale di Sicilia nella idrologia ed idrodinamica globale dell'intero Mediterraneo.

Nel campo della chimica del mare è stato messo a punto un metodo di analisi automatica ed « in continuo » che ha già fornito dei promettenti risultati nello studio della ripartizione delle acque estuarine e nelle indagini « in situ » sull'inquinamento.

I risultati ottenuti di recente nella messa a punto di un sistema di previsione dell'acqua alta a Venezia, sono stati resi possibili dal determinante contributo della fisica oceanografica.

#### 144. — *Conclusione.*

Per le ragioni più volte sovraesposte, è importante al momento arrivare a valutare il grado di efficienza raggiunto; qualunque discussione sul rendimento finora ottenuto, ammesso che sia possibile fare ciò oggettivamente, implicherebbe uno spostamento dal tema centrale che resta appunto l'attuale stato della ricerca oceanologica.

Ciò premesso, occorre dire che i risultati enunciati, seppure a volte frammentari e non sempre rispondenti ad una filosofia strettamente oceanologica, appaiono tuttavia abbastanza soddisfacenti nel senso che dimostrano l'esistenza di mezzi di studio validi ed in grado di perseguire e realizzare determinati obiettivi. Si tratterà di fare una selezione di vari organismi di ricerca di potenziarne alcuni e promuoverne degli altri, di stabilire fra loro un migliore coordinamento attuando opportune riforme, comunque c'è una base di partenza, un

nucleo attorno al quale si può costruire, e su cui si può ragionevolmente contare per l'impostazione di un futuro programma di ricerca oceanologica.

Un particolare impegno dovrà essere rivolto alla formazione di personale specializzato, perché, nonostante l'incremento avuto in questi ultimi anni, esso non sembra essere adeguato allo sviluppo che questa scienza dovrebbe avere in un prossimo futuro: è bene infatti non dimenticare che la disponibilità di uomini adatti, prima ancora dei mezzi materiali, è pregiudiziale a qualunque realizzazione.

## 2. PROSPETTIVE FUTURE

L'oceanologia è scienza di base tipicamente interdisciplinare, nonostante il suo aspetto applicativo sia generalmente il più noto (pesca, navigazione, salvaguardia delle coste, sfruttamento delle risorse minerarie ed energetiche, etc).

Essa è in grado di fornire risultati scientifici che sono fondamentali per la conoscenza dell'evoluzione dei fenomeni sul nostro pianeta ed al tempo stesso capaci d'influenzare il futuro sviluppo fisiologico, sociale ed economico di tutti i popoli. Pertanto un piano nazionale di ricerca oceanologica, se da un lato deve inserirsi nell'ambito delle programmazioni internazionali per una più vasta interpretazione ed una più proficua utilizzazione dei risultati stessi, dall'altro non si può esimere dall' assumere determinate responsabilità di fronte alle più urgenti necessità del Paese.

Queste considerazioni possono di per sé costituire un criterio di scelta nella programmazione dei futuri temi, perseguiti contemporaneamente e gradualmente secondo un piano quinquennale. Pertanto i seguenti punti prioritari dovranno rappresentare i principali argomenti di ricerca oceanologica nei prossimi cinque anni:

- 1) Studio dell'interazione aria-mare e sue applicazioni;
- 2) Studio dei processi costieri e litoranei: loro conoscenza e possibilità di previsione;
- 3) Studio dei differenti aspetti dell'inquinamento marino;
- 4) Valutazione ed utilizzazione delle risorse alimentari dei nostri mari con particolare riguardo a quelle ittiche;
- 5) Disponibilità ed utilizzazione delle materie prime contenute nel fondo e sottofondo marino.

### *2.1. — Studio dell'interazione aria-mare e sue applicazioni.*

Questo tema rappresenta un po' il fondamento per l'interpretazione e la valutazione di quasi tutti i processi dinamici oceanici ed atmosferici. Basterà a questo scopo ricordare che il solo movimento importante del mare che è indipendente dall'interazione aria-mare è quello legato alle maree. Quanto al resto,

la circolazione superficiale e sub-superficiale, il moto ondoso, la stessa circolazione profonda e le altre variazioni di livello (sesse) sono più o meno direttamente dipendenti dall'azione dei venti, che a loro volta sono correlati con la funzione svolta dagli oceani nel mantenimento del bilancio termico della terra e del suo clima. Per tutte queste ragioni e sotto questo profilo, si può affermare che l'atmosfera e gli oceani non possono essere considerate entità separate e che, per la vastità geografica che caratterizza gli studi in questi campi, un piano di ricerca nell'importantissimo tema dell'interazione aria-mare deve essere realizzato in stretta collaborazione fra oceanografi e meteorologi di tutto il mondo. È con questo spirito che un gruppo di lavoro della COI, lo SMISO (Système Mondiale Intégré de Stations Océanographiques), sta studiando la messa a punto di una rete di stazioni oceanografiche e meteorologiche, collegate fra di loro in modo che sia possibile in ogni istante ricevere i segnali emessi nelle diverse parti della terra. L'elaborazione di questi dati permetterà fra l'altro l'approfondimento delle conoscenze meteorologiche e la previsione più accurata delle condizioni climatiche su tutto il nostro pianeta.

Come ogni Paese civile anche l'Italia è ovviamente interessata a partecipare a questo progetto di portata mondiale, senza considerare che lo studio dei fenomeni d'interazione aria-mare nel Mediterraneo è fondamentale sia per interpretare il sistema di circolazione profonda di questo mare sia per comprendere il meccanismo di formazione delle acque profonde negli oceani.

Del resto il C.N.R. dal 1968 partecipa ogni anno a crociere invernali internazionali nella zona ligure-provenzale (campagne MEDOC) allo scopo di effettuare questo tipo di indagini che rientrano nel programma di Studio in Comune del Mediterraneo (ECM).

Ciò premesso, lo sviluppo di questo tema di ricerca, secondo un piano quinquennale che tenga conto delle esigenze sopraesposte, deve avvenire attraverso le seguenti realizzazioni:

- 1) Costituzione di una rete di stazioni oceanografiche e meteorologiche costiere ed al largo (su boe ed isole);
- 2) Partecipazione attiva al programma SMISO;
- 3) Esecuzione di indagini approfondite sugli scambi energetici aria-mare nei mari nazionali con particolare attenzione alle zone ligure-provenzale e Nord Adriatico;
- 4) Istituzione di basi per le misure elettromagnetiche delle correnti totali nelle direttive più importanti (Otranto - Corfù, Ventimiglia - Capo Corso, Capo Corso - Livorno, Cagliari - Trapani, Bocche di Bonifacio, Stretto di Messina).  
L'impiego di sonde avio - trasportate e l'utilizzazione di tecniche aeree per la realizzazione di carte della temperatura superficiale, della temperatura dell'aria e dei campi dei venti al di sopra del mare, necessarie per lo studio in oggetto, prospetta l'opportunità di allestire almeno due aerei da ricerca Essi potrebbero essere sfruttati non solamente per l'espletamento di indagini nell'ambito del

Programma Speciale per l'Oceanografia (vedi anche par. 2.2 e 2.3), ma anche per la realizzazione di altri programmi (Conservazione del Suolo, Fisica dell'Atmosfera, Inquinamento atmosferico, etc).

Occorre inoltre sottolineare come le informazioni ricavabili dalla realizzazione di questo programma vadano molto al di là dell'interesse della ricerca oceanologica stessa investendo attività vitali nel campo delle comunicazioni marine ed aeronautiche. Si dovrebbe pertanto prendere seriamente in considerazione una forma di collaborazione con i due ministeri interessati.

## 2.2. — *Studio dei processi costieri e litoranei: loro conoscenza e previsione.*

Non è necessario dilungarsi troppo sull'importanza e sulla urgenza di questi studi così strettamente collegati con problemi che toccano tanto da vicino certi aspetti economici e culturali della vita del paese. Basterà, per rinfrescare un po' la memoria, richiamare quanto è successo a Venezia nel novembre 1966, quando si verificò quell'imponente sollevamento del livello del mare che provocò gli ingenti danni che tutti conoscono. Quell'evento, che scosse notevolmente tutta l'opinione pubblica, provocò l'intervento del Ministero dei Lavori Pubblici e dette l'avvio ad un programma di studi con lo scopo di istituire un servizio previsionale degli innalzamenti anormali e di consentire quindi l'applicazione tempestiva di interventi difensivi. Sotto quella spinta, alcuni enti che operano normalmente nell'Alto Adriatico hanno cominciato a sviluppare modelli numerici di previsione mono- e bi-dimensionali che hanno già condotto a certi risultati pratici. Questi enti sono gli stessi che più o meno direttamente s'interessano di ricerche oceanologiche, e ciò è abbastanza ovvio se si considera che lo sviluppo ideale di un piano razionale di difesa della costa deve necessariamente passare attraverso le seguenti tappe: 1) osservazioni sul moto ondoso; 2) misure di opportune grandezze oceanografiche; 3) interpretazione dei dati nell'ambito delle leggi fisiche idro-dinamiche; 4) riproduzione « a posteriori » dei fenomeni mediante modelli matematici; 5) previsione; 6) intervento dell'ingegneria di costa.

È facile intuire che la realizzazione di queste fasi, esclusa la 6), implica l'acquisizione di dati ed un loro trattamento che rientra nella normale routine della ricerca oceanologica ed in particolare della fisica oceanografica. Tuttavia, data la complessità e vastità del problema, nella progettazione di un piano quinquennale per la difesa delle coste e dei litorali è indispensabile tenere presente l'interesse istituzionale di altri organismi o enti (ad es. Programma Speciale per la Conservazione del Suolo, Ministero dei Lavori Pubblici) che possono proporre la risoluzione di problemi più concreti ed urgenti e con i quali è indispensabile collaborare. In ogni caso il contributo della oceanologia allo sviluppo di questo tema di ricerca può essere il seguente:

- 1) Determinazione dei livelli d'acqua.
- 2) Misura della velocità e direzione delle correnti.

3) Misura del trasporto dei sedimenti, loro accumulo ed evoluzione (costipamenti).

4) Studio dello spettro del moto ondoso in funzione delle diverse variabili (vento, pressione, etc.).

5) Elaborazione di modelli numerici di previsione.

Queste ricerche dovrebbero essere essenzialmente condotte nel Nord Adriatico, non solo perché in quella zona esistono già problemi estremamente urgenti e dati abbastanza esaustivi, ma soprattutto perché la configurazione generale del bacino stesso si presta in modo particolare ad una trattazione teorica delle osservazioni e quindi ad una relativamente facile elaborazione di modelli previsionali. L'esperienza acquisita potrà successivamente essere utilizzata e convenientemente sviluppata per lo studio di bacini idrodinamicamente più complessi.

Occorre anche rilevare come le ricerche relative ai punti 4) e 5) possono essere di grande interesse per la navigazione e quindi per l'ingegneria navale.

### 23. — *Studio dei differenti aspetti dell'inquinamento marino.*

Secondo la definizione adottata da molti organismi internazionali, per inquinamento marino si deve intendere: « l'introduzione da parte dell'uomo di sostanze nell'ambiente marino, che possono comportare effetti deleteri, quali danni alle risorse biologiche ed alla salute pubblica, intralci alle attività maritime ivi compresa la pesca, deterioramento delle qualità dell'acqua marina suscettibile di renderne sconveniente l'uso, e di ridurre le sue attrattive caratteristiche ».

Il livello attuale della contaminazione marina è stato di recente sintetizzato da questo commento del Comandante Cousteau, al suo ritorno a Monaco dopo una campagna di 250.000 Km: « L'Océan est en train de mourir, il est peut-être encore temps de la sauver ». Qualunque ulteriore osservazione sarebbe superflua e rientrerebbe nella monotonia delle argomentazioni con cui siamo stati assillati di recente. Semmai è opportuno chiarire in quale modo l'oceanologia italiana si può inserire in questo contesto e quindi portare il proprio contributo concreto alla lotta contro l'inquinamento marino.

Anzitutto occorre scindere questo problema in due aspetti, correlati fra loro, ma da affrontare chiaramente in modo diverso, perché differenti sono le esigenze. Essi sono l'inquinamento costiero e quello oceanico.

#### 23.1. — *Inquinamento costiero.*

È la forma di inquinamento che costituisce il pericolo più immediato per la salute pubblica, le risorse biologiche, le attrattive caratteristiche e che richiede pertanto un pronto intervento. È al suo livello che deve essere condotta la lotta

contro la contaminazione consistente essenzialmente in scarichi industriali, portuali e cloacali in grado di incidere in modo più o meno determinante anche sull'inquinamento oceanico. Un programma pluriennale di ricerca sull'inquinamento costiero che tenga conto di tutte queste sue caratteristiche deve necessariamente essere concertato fra tutti gli enti strettamente interessati, ivi compresi i Ministeri della Sanità, della Marina, dei Lavori Pubblici, Agricoltura e Foreste. Ognuno dei diversi enti può contribuire, secondo la propria competenza e disponibilità alla realizzazione di un piano operativo articolato sui seguenti punti:

*a)* istituzione di un sistema permanente di sorveglianza delle sostanze contaminanti con prelievo periodico di campioni, con la ricerca di certi inquinanti, con il controllo delle fonti di inquinamento, etc.

*b)* realizzazione di studi speciali concernenti il destino delle sostanze contaminanti ed i loro effetti biologici, la dispersione, la diffusione fisica ed i rispettivi processi di degradazione biologica e di accumulo, gli effetti di particolari sostanze contaminanti sugli organismi marini, etc.

L'oceanologia è evidentemente interessata al problema dell'inquinamento costiero perché esso è strettamente connesso a quello oceanico ed alla realizzazione di temi 2.2 e 2.4 del Piano Quinquennale. Senza considerare che certi aspetti del problema quali il destino delle sostanze contaminanti, il loro trasporto, gli effetti biologici etc. debbono necessariamente essere trattati in una tematica generale che presuppone certe informazioni e conoscenze reperibili solamente attraverso l'oceanologia.

### 2.3.2. — *Inquinamento oceanico.*

È la forma di inquinamento che coinvolge tutto un oceano, un mare, un bacino. È piuttosto una contaminazione a lungo termine la quale, pur non rappresentando un pericolo immediato, può rilevarsi in futuro estremamente insidiosa. Occorre infatti rilevare che il rinnovo dell'intero volume d'acqua del Mar Mediterraneo, attraverso lo Stretto di Gibilterra, avviene in un intervallo di tempo dell'ordine di 80 anni, mentre uno dei bacini più esposti al rischio della contaminazione è proprio l'Adriatico, così stretto e poco profondo, specialmente a Nord dove esistono considerevoli apporti fluviali, dove c'è la massima densità di industrie e di abitanti soprattutto d'estate e dove l'importanza dal punto di vista turistico e culturale è certamente maggiore.

Se a tutto ciò si aggiunge che molto poco sappiamo degli effetti a lungo termine dell'inquinamento (ad es. qual'è il limite di tolleranza per ogni tipo di contaminante, superato il quale, un determinato bacino diviene irreversibilmente inquinato) è facile intuire quanto concerne la distribuzione delle sostanze inquinanti nell'atmosfera, idrosfera, biosfera e geosfera marine.

Sulla scorta delle informazioni iniziali ricavabili dai dati sull'inquinamento costiero incrementati con quelli sull'inquinamento atmosferico e da idrocarburi, la scienza in grado di fornire i parametri ambientali necessari ad una interpretazione del « turnover » di questa sostanza nel mare, capace di dare una spiegazione e quindi permettere anche la realizzazione di modelli matematici di previsione, è appunto l'oceanologia.

L'Italia è evidentemente interessata ad indagare sui tre bacini che più direttamente la riguardano: Tirreno, Jonio, Adriatico. È tuttavia impensabile, considerate le attuali disponibilità finanziarie e le poco rosee prospettive future, di poter convenientemente ed utilmente coprire aree di ricerca così vaste e pertanto una scelta prioritaria di « zone pilota » è indispensabile. Sotto questo profilo e per ragioni diverse il Nord Adriatico ed il Mar Ligure-Alto Tirreno sembrano essere le aree più interessanti. Difatti in queste zone, estremamente importanti dal punto di vista turistico e culturale, le ricerche sull'inquinamento oceanico si possono opportunamente e facilmente affiancare a quelle sull'inquinamento costiero, notoriamente molto alto. Inoltre il Nord Adriatico rappresenta senza dubbio il bacino più studiato e più conosciuto dal punto di vista oceanologico, per cui se si considera che esistono già in quella regione mezzi di ricerca abbastanza avanzati, è presumibile che al termine dei cinque anni si possano ottenere delle conclusioni estremamente utili per la formulazione di piani di indagine per altre zone. Infine per il Mar Ligure esiste già una iniziativa coordinata dall'ECM (Studio in Comune del Mar Mediterraneo), cui aderiscono ricercatori francesi, monegaschi ed italiani, (progetto RAMOGE), prima del genere concertata fra nazioni rivierasche, che potrà servire come esempio di collaborazione allargata fra i Paesi del Mediterraneo.

#### 2.4. — *Valutazione ed utilizzazione delle risorse alimentari nei nostri mari con particolare riguardo a quelle ittiche.*

Le risorse alimentari del mare dovrebbero fornire in futuro un contributo decisivo ai problemi dell'alimentazione mondiale. Secondo calcoli americani, se nel 2000 la popolazione della terra supererà i 6 miliardi di abitanti, il 50 % delle sue necessità alimentari potrà essere appunto coperto dalle risorse marine. D'altra parte l'Italia, fra i Paesi europei, è una delle nazioni a più bassa produzione di sostanze proteiche, mentre relativamente alto è l'incremento demografico: naturale è quindi la preoccupazione di cercare nel mare un aiuto al crescente fabbisogno nazionale.

Per fattori che potremmo definire congeniti, il Mediterraneo è un mare di scarsa produttività e non offre certamente le disponibilità degli oceani, ciononostante la resa potrebbe essere molto maggiore se le sue risorse fossero utilizzate con migliore criterio di quanto non sia stato fatto finora. Questo razionale sfrut-

tamento presuppone tuttavia le basi scientifiche e l'acquisizione di quelle conoscenze che sono pregiudiziali anche per una moderna ed efficace legislazione della pesca, senza considerare la necessità sempre maggiore di sviluppare studi e ricerche sull'efficienza dei metodi e degli attrezzi per la cattura delle specie ittiche, dei molluschi e dei crostacei commestibili ed il particolare interesse che, sotto questo profilo, riveste l'Adriatico, area fra le più produttive dell'intero bacino Mediterraneo.

L'altro interessante aspetto della produzione di sostanze alimentari d'origine marina è costituito dall'acquacoltura. In questo campo sono stati fatti di recente incoraggianti progressi che lasciano prevedere non lontano il tempo in cui si potranno utilmente allevare le specie più pregiate di pesci, molluschi e crostacei.

Un programma quinquennale che tenga conto di tutte queste esigenze deve quindi promuovere ed essere in grado di coordinare indagini di base e ricerche applicative.

In concomitanza con la realizzazione del piano è anche indispensabile procedere al più presto ad una unificazione delle metodologie di base e dei metodi di pesca. La necessità di mettere un po' d'ordine in questo settore è un problema particolarmente sentito anche nell'ambito internazionale, ma diviene tanto più urgente in campo nazionale dove laboratori ed istituti devono collaborare alla realizzazione di un programma di ricerca comune.

Le ricerche di base dovrebbero comprendere i seguenti argomenti:

1) Valutazione della biomassa nei principali componenti planctonici e bentonici.

2) Studio delle catene alimentari.

3) Studio sulla genetica e la dinamica delle popolazioni marine.

4) Studio delle caratteristiche fisiologiche e biochimiche di specie ittiche.

Migrazioni e metabolismo. Formazione ed evoluzione delle associazioni biologiche.

5) Caratteristiche ecologiche e loro variazioni.

Per quanto concerne invece le ricerche applicative, i seguenti argomenti dovrebbero essere oggetto di studio:

1) Individuazione delle migliori aree di sfruttamento.

2) Maturazione sessuale e fecondazione artificiale.

3) Coltura ed allevamento di larve di specie ittiche.

4) Stabulazione ed alimentazione di specie ittiche a livello industriale.

5) Metodi ed attrezzi di pesca.

6) Studio delle aree di deposizione di uova.

7) Applicazione della valutazione della biomassa planctonica alle aree ed ai momenti della pesca.

8) Applicazione degli studi sulle popolazioni per lo sfruttamento ottimale delle risorse.

9) Carte della pesca.

La maggior parte di queste ricerche sono già in atto presso alcuni organi di ricerca del C.N.R. (vedi par. 1.2.), altre sono state intraprese in seguito all'iniziativa del passato Programma di Ricerca sulle Risorse Marine e del Fondo Marino. Si tratterà quindi di potenziare ulteriormente questi centri di ricerca e soprattutto di curare un migliore inserimento di questo tema nel piano globale. In particolare sembra indispensabile collegare queste ricerche con le indagini svolte nell'ambito dell'inquinamento marino. È facile intuire quanto possa incidere l'inquinamento sulle risorse alimentari del mare e come questa influenza sia diversa a seconda che si riferisca a organismi stanziali che vivono in prossimità della costa, oppure a organismi oceanici migratori. Per questi motivi un'indagine sulle risorse biologiche non può essere svolta indipendentemente dalla conoscenza dello stato di inquinamento e d'altra parte i risultati di questa stessa indagine possono costituire delle preziose informazioni per la valutazione del grado di contaminazione del mare.

Un aspetto negativo connesso con i problemi della pesca è la mancanza di collegamento fra pescatori ed istituti di ricerca: sarebbe opportuno stabilire al più presto un certo dialogo che potrebbe rivelarsi di grande utilità per entrambe le parti.

#### 2.5. — *Disponibilità ed utilizzazione delle materie prime contenute nel mare nel suo fondo e sottofondo.*

L'interesse mondiale per l'approvvigionamento delle materie prime si sta sempre più indirizzando verso le risorse contenute nel mare, nel suo fondo e sottofondo: fino ad oggi il gas naturale ed il petrolio rappresentano le sostanze ricavate in gran quantità, mentre sono stati scavati con successo giacimenti minerari di ferro. L'importanza di queste risorse nell'economia mondiale è stata di recente sottolineata dagli Stati Uniti che dall'estate del 1968 hanno posto in servizio una nave specializzata in perforazioni, la GLOMAR CHALLENGER. Questa nave, lunga circa 120 m, larga circa 20, ha un dislocamento di 10.000 t. Essa possiede un'attrezzatura di perforazione che consente di scavare, in acque alte fino a 6.000 m, perforazioni a 750 m di profondità, e questo senza ancoraggio, essendo la posizione mantenuta direttamente dall'apparato motore comandato da un calcolatore elettronico. Questa nave ha recentissimamente eseguito perforazioni nel Mar Mediterraneo.

Le passate campagne geofisiche e geologiche del C.N.R. nell'Adriatico, nello Ionio, nel Canale di Sicilia e nel Tirreno hanno messo in evidenza la possibilità di accumulo di grandi quantità di idrocarburi nel sottofondo di questi bacini e l'esistenza di minerali utili di manganese (noduli), ferro e nichel e titanio (ilmenite). Esistono insomma dei fondati motivi per ritenere che il Mar Mediterraneo

ed in particolare i bacini che più direttamente interessano l'Italia costituiscono un'area particolarmente favorevole per lo sfruttamento di determinate materie prime. L'oceanologia può contribuire in modo rilevante alla soluzione dei problemi connessi con l'utilizzazione di queste risorse, non solamente individuando e delimitando le zone ove esistono giacimenti superficiali e profondi, ma collaborando anche allo sviluppo della tecnologia di base (tecniche di esplorazione, scavo, trattamento delle materie prime, etc.) ed alla stessa valutazione dell'economicità e validità sia delle indagini sia delle loro applicazioni.

Per realizzare i suddetti obiettivi il piano quinquennale dovrebbe sviluppare i seguenti argomenti:

- 1) Carte batimetriche, in scala opportuna, dei mari italiani;
- 2) Studio mineralogico e chimico delle sabbie dei litorali italiani;
- 3) Ricerche geologiche sulla piattaforma continentale;
- 4) Ricerche geologiche sulla scarpata continentale e le piattaforme abissali;
- 5) Prospettiva sismica a riflessione e rifrazione sulla scarpata continentale e le piattaforme abissali;
- 6) Tecnologie avanzate.

Per quanto concerne il punto 1), occorre puntualizzare che la realizzazione di carte batimetriche non solo è indispensabile per un migliore orientamento delle ricerche geologiche, ma è anche estremamente utile per le indagini sull'inquinamento e su alcuni aspetti delle risorse biologiche.

È opportuno anche sottolineare (relativamente al punto 6) l'importanza delle tecnologie avanzate sia per l'espletamento delle ricerche sia per il passaggio dalla fase scientifica a quella di sfruttamento economico. Sotto questo profilo un investimento in attrezzature costosissime, quali un carotiere di alta profondità, un sommersibile semovente, una nave per perforazioni a grande profondità, apparecchiature per il trasporto ed un laboratorio sottomarino, potrebbero costituire un investimento la cui utilità non dovrebbe essere sottovalutata. Naturalmente è impensabile che l'onere finanziario (dell'ordine di diversi miliardi) per l'acquisto o la costruzione di tali mezzi possa gravare sul bilancio del C.N.R., tuttavia questo ente potrebbe contribuire a collaborare sul piano scientifico con altri (ad es. TECNOMARE) alla loro realizzazione, acquistando il diritto ad un impiego parziale degli stessi.

### 3. RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO

La realizzazione di questo II Piano Quinquennale, implicante la collaborazione di diverse discipline ed organismi e la partecipazione di enti che sono al di fuori del C.N.R. e dell'Università, presuppone l'esistenza di strutture particolarmente duttili.

L'avvento dell'Oceanologia, scienza tipicamente interdisciplinare, è stato reso possibile dal progresso tecnologico al quale l'avvenire di questa disciplina resta indissolubilmente legato. D'altra parte, se si vuole utilizzare appieno i risultati delle indagini oceanologiche occorre stabilire un rapporto più stretto fra ricerca di base e mondo economico ed industriale, fra chi possiede le nozioni necessarie per un razionale e responsabile sfruttamento delle risorse del mare e chi è in grado di tradurre in termini di utilità e di benessere nazionale queste conoscenze.

Infine a causa della complessità e della vastità dei problemi connessi con l'oceanologia si rende sempre più urgente l'inserimento di temi di ricerca nazionali in una programmazione e collaborazione a livello internazionale. Tutte queste considerazioni portano a concludere che la realizzazione della ricerca oceanologica presuppone l'esistenza di un organismo nazionale di coordinamento in grado sia di convogliare su obbiettivi comuni discipline ed enti con caratteristiche, strutture ed esigenze diverse, sia di fare da portavoce di tutta la ricerca oceanologica italiana nel dialogo con la tecnologia, l'industria e gli organismi internazionali.

Allo stato attuale delle cose i principali organi coordinatori del C.N.R. sono la Commissione Intercomitati per l'Oceanografia ed il Programma Speciale per l'Oceanografia.

La funzione della Commissione è quella di indirizzare e programmare la ricerca oceanologica, quella del Programma di curare la realizzazione e lo sviluppo dei piani di ricerca promossi.

Prima di lasciarsi andare a troppo ottimistiche previsioni è bene tuttavia precisare quanto segue:

1) la Commissione Oceanografica è un organo consultivo del Consiglio di Presidenza, ma non in linea diretta, in quanto ogni suo parere deve essere preventivamente soggetto al parere di Comitati ed a volte passare attraverso una Commissione istruttoria per i Programmi Speciali, col risultato che provvedimenti proposti all'inizio dell'anno, spesso non sono ancora diventati operativi alla fine dello stesso.

2) La Commissione non coordina le ricerche dei laboratori ed istituti del C.N.R. (vedi par. 1.2.), che rappresentano una parte molto efficiente e bene attrezzata del potenziale scientifico della ricerca oceanologica; tali organi sono invece collegati con i rispettivi Comitati (ad es.: Istituto di Biologia del Mare con il Comitato di Biologia e Medicina, Laboratorio di Geologia Marina con il Comitato di Geologia, Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse con il Comitato di Fisica, Laboratorio di Tecnologia della Pesca, per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune e per la Corrosione Marina dei Metalli con il Comitato Tecnologico) e, in netta antitesi con il progresso oceanologico, svolgono le loro attività con programmi più o meno indipendenti, condizionando la stesura di qualunque piano di ricerca oceanologica nell'ambiente del C.N.R. ed impedendo in pratica lo sfruttamento del potenziale stesso.

3) La Commissione non ha un suo rappresentante nel Consiglio di Presidenza del C.N.R. ed i suoi programmi non possono contare su un finanziamento adeguato e continuato nel tempo.

4) Il presente Programma Speciale per l'Oceanografia ha delle attribuzioni nebulose e limitate, non essendoci alcun decreto che lo definisca.

5) Il basso numero di personale e la scarsa autonomia amministrativa e decisionale, tipiche dei Programmi Speciali, da una parte non consentono il coordinamento ed il controllo della realizzazione di piani di ricerca così ampi, operativamente complicati, come quelli della oceanologia, dall'altra non sono nemmeno in grado di fornire quei servizi generali indispensabili per l'organizzazione presente e futura della ricerca oceanologica italiana: ad es.: ragioni organizzative, tecniche e di personale richiederebbero una pianificazione dettagliata del calendario delle navi che a sua volta presuppone una parallela pianificazione dei programmi di ricerca, allo stato attuale delle cose è tuttavia praticamente impossibile realizzare ciò.

Sulla base di queste considerazioni è assai probabile che il futuro appaia meno roseo, mentre sembra necessario concludere che se si vuole fare la ricerca oceanologica in Italia, ed i problemi del Paese lo esigono, occorre pensare seriamente ad una ristrutturazione degli organismi di coordinamento, mediante l'adozione di provvedimenti che, pur tenendo conto dell'attuale struttura del C.N.R., siano al tempo stesso capaci di fornire risultati concreti ed organici. Allo stato attuale non si riesce ad individuare altre alternative all'infuori delle seguenti: 1) costituzione di un Comitato Nazionale per la Oceanologia, di tipo orizzontale come quello Tecnologico<sup>1</sup>; 2) sostituzione del Programma Speciale con un Istituto Nazionale per l' Oceanologia; 3) formulazione di una legge speciale per un congruo e continuativo finanziamento delle ricerche oceanologiche, qualora il CNR non sia in grado di garantire ciò.

Difatti la trasformazione in Comitato Nazionale permetterebbe all'Oceanologia di avere un membro di diritto nel Consiglio di Presidenza del C.N.R. ed al tempo stesso le consentirebbe di coordinare e convogliare verso la realizzazione di un piano comune anche l'attività di quasi tutti gli organi di ricerca di cui al par. 1.2. A questo Comitato potrebbe far capo un Istituto Nazionale per l'Oceanologia, evoluzione logica del Programma Speciale, il cui Consiglio Scientifico sarebbe costituito dai direttori della maggior parte degli organi di ricerca di cui al par. 1.2. e dei principali organismi collaboratori.

Compito dell'Istituto sarebbe quello di far fronte ai seguenti servizi generali indispensabili per il buon funzionamento del programma:

- 1) Controllo sviluppo programmi.
- 2) Controllo, normalizzazione ed intercalibrazione dei metodi.

<sup>1</sup> Il Comitato Nazionale per l'Oceanologia dovrebbe essere costituito dai rappresentanti dei Comitati e dei Ministeri interessati.

- 3) Manutenzione e progettazione di apparecchiature scientifiche e di bordo.
- 4) Gestione navi.
- 5) Raccolta e scambio dei dati oceanografici.
- 6) Relazioni internazionali.

Infine l'esistenza di una legge « ad hoc » per il finanziamento delle ricerche oceanologiche consentirebbe la stesura e l'esecuzione di un piano pluriennale, cammino obbligato del progresso oceanologico, anche nel caso in cui le esigenze del piano superino le possibilità dello stesso C.N.R.

Per quanto necessaria, la ristrutturazione non è tuttavia da sola sufficiente a garantire il conseguimento dei fini perseguiti dal Piano Quinquennale qui presentato. Essa difatti può solo influenzare positivamente il livello d'efficienza dei mezzi a disposizione, i quali, come è stato più volte accennato, rimangono tuttavia scarsi ed insufficienti per lo sviluppo che l'oceanologia dovrebbe avere nell'interesse del paese. Occorre dunque pensare anche ad un adeguato potenziamento della ricerca oceanologica del C.N.R. in modo che essa possa interpretare il ruolo che le compete, ed allinearsi quindi su una posizione di minor disagio rispetto alla ricerca europea.

Questo scopo potrebbe essere raggiunto agendo opportunamente su distinte direttive.

Per prima cosa occorre pensare alla possibilità di meglio utilizzare il potenziale di ricerca offerto dagli organismi già esistenti. Ci sono infatti degli enti « statutari », come la Stazione Zoologica di Napoli e gli Istituti Talassografici (dipendenti dal Ministero dell'Agricoltura e Foreste), vedi par. 1.3.1, che attualmente languono o sono addirittura inoperosi: sarebbe estremamente opportuno che il C.N.R. spronasse ed eventualmente aiutasse un recupero di questi organismi in modo da ricondurli su un livello di normale efficienza. Per opposti motivi, sempre per la ragione sopra invocata, converrà anche valutare la opportunità di inserire direttamente nell'ambito del C.N.R. l'attività oceanologica svolta da Istituti, come l' Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, che hanno invece dato prova di grande efficienza ed organizzazione, mentre occorrerà fare una particolare raccomandazione per il potenziamento dell'Istituto Idrografico della Marina in modo che possa svolgere adeguatamente le funzioni per cui è proposto, le quali sono pregiudiziali e basilari per ogni tipo di ricerca oceanologica. Tutte queste esigenze sono state del resto già prese in considerazione dalla Commissione Oceanografica che nel febbraio del 1971 formulò il voto che qui alleghiamo (vedi all. A).

Naturalmente una particolare attenzione deve essere rivolta anche agli organi del C.N.R. elencati e brevemente descritti al par. 1.2. Molti di essi sono stati istituiti di recente e sono pertanto soggetti a quelle sfasature organizzative e defezioni iniziali che ne limitano il rendimento. Uno dei principali fini da perseguire, deve essere appunto quello di portare al più presto i vari laboratori in condizione di operare al massimo del rendimento, cercando di ottemperare,

almeno nei limiti del possibile, alle esigenze di ognuno. In particolare si dovrà aumentare la loro ricettività di personale in modo che i giovani ricercatori, che oggi desiderano perfezionare, sia all'estero sia in Italia, la loro formazione professionale, possano trovare quell'inserimento che permetterà la costituzione di una tradizione più solida che in passato. Tutto ciò è ancora più valido per certi organi costituiti da poco che non hanno ancora raggiunto un adeguato grado di sviluppo, com'è il caso del Laboratorio di Tecnologia della Pesca di Ancona e di quello per lo Studio dello Sfruttamento Biologico delle Lagune di Lesina.

Contemporaneamente, allo scopo di potenziare le ricerche nelle 5 tematiche proposte, è anche indispensabile prevedere la creazione di nuovi organi, un aumento delle commesse ad istituzioni extra - C.N.R., ed un investimento per la formazione del personale ricercatore.

Sulla base di quanto sopra esposto, per meglio concretizzare le idee, è estremamente utile fare una stima del costo finanziario.

Si deve prima di tutto tenere presente che per realizzare il presente Piano di ricerche, è necessario che in media per ciascuno dei 5 temi proposti (vedi par. 2) vi sia un aumento di almeno 30 ricercatori, rispetto alla situazione attuale, con un incremento complessivo di 150 unità.

Benchè la ricerca oceanologica, come finalizzata dalla Commissione, è bene che gravi sostanzialmente sul bilancio del C.N.R., e ciò per un più efficace coordinamento, il relativo costo del personale non deve necessariamente essere tutto a carico del C.N.R., si ritiene pertanto che solo la metà del previsto (ricercatori e tecnici) debba dipendere dal C.N.R. stesso.

Tenuto conto di quanto sopra, del costo medio annuo di un ricercatore (7 milioni) e di quello di un tecnico (4,5 milioni) e del costo medio della ricerca per ricercatore (10 milioni + due tecnici, valore indicativo), la ricerca oceanologica del C.N.R. dovrebbe fra 5 anni (1976) segnare un aumento di 2.700 milioni (1) rispetto ai 1.350 milioni (2) di oggi (1971), il che porterebbe ad un finanziamento complessivo nel 1976 di 4.050 milioni.

(1) Costo ricerca	$150 \times 10 = 1500$	milioni
Costo ricercatori	$75 \times 7 = 525$	»
Costo tecnici	$150 \times 4,5 = 675$	»
<hr/>		
Totale	2.700	milioni
<hr/>		
(2) Ricerche commesse dalla Commissione	250	»
Ricerche dei Laboratori ed Istituti del C.N.R. (personale compreso)	1.100	»
<hr/>		
Totale	1.350	milioni

L'aumento previsto, che comporterà il potenziamento delle ricerche dei propri organi e la creazione di nuovi, oltre all'incremento di commesse ad istituzioni extra - C.N.R., potrà essere distribuito nel modo seguente (3) :

(3)	1971	1972	1973	1974	1975	1976
	1350	1650	2000	2550	3200	4050

Tale incremento addizionato al costo delle navi (per il quale, in base alle nostre passate esperienze si deve prevedere un aumento del 10 % annuo) e delle loro attrezature di ricerca (4) :

(4)	1971	1972	1973	1974	1975	1976
	680	750	825	910	1000	1100

ci permette di concludere una stima sul costo (5).

*Conclusione della stima sul costo delle ricerche oceanologiche (in mil.).*

(5)	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Ricerche	1350	1650	2000	2550	3200	4050
Navi	680	750	825	910	1000	1100
Total	2030	2400	2825	3460	4200	5150

Oltre alle ricerche vere e proprie occorre anche tenere presente, in via temporanea, il costo per la formazione del personale ricercatore, data l'importanza pregiudiziale che essa detiene per il buon esito del piano e della ricerca oceanologica futura italiana in genere.

Il massiccio intervento contemporaneo nelle seguenti tre direzioni deve quindi essere considerato necessario:

1) Creazione di 30 borse biennali da spendere in laboratori altamente qualificati stranieri, nei periodi 1973 - 74, 1974 - 75, 1975 - 76.

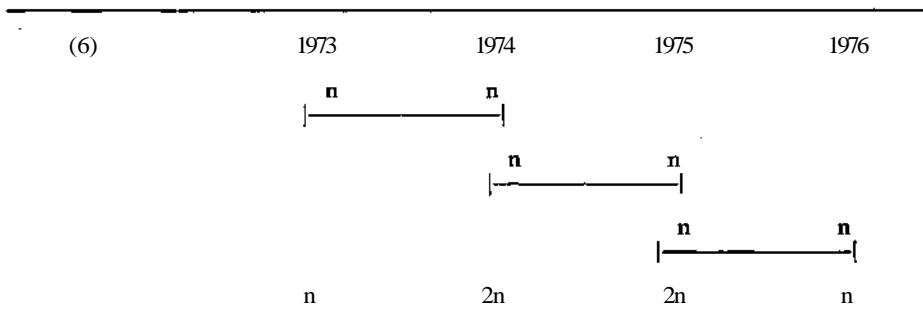
In totale quindi 90 borse del costo medio annuo di 4 mil. per borsa.

2) Creazione di 30 borse biennali da spendere in laboratori italiani nei periodi sopra indicati con un costo di 2 mil. annui per borsa.

3) Permanenza, possibilmente biennale, di qualificati ricercatori stranieri in Italia. Si ritiene di poter chiamare contemporaneamente 5 ricercatori (uno per ciascun tema di ricerca) con le periodicità già previste. Il costo medio annuo per ricercatore è stimato in 8 mil.

Pertanto, tenendo presente che lo sviluppo nel tempo delle borse e dei ricercatori stranieri può avvenire secondo il seguente schema (6):

*Sviluppo nel tempo delle borse e dei ricercatori stranieri.*



e considerando che è bene prevedere il costo dell'operazione con un anno di anticipo per permettere, dal punto di vista amministrativo, il bando dei concorsi per le borse e la stipulazione dei contratti coi ricercatori stranieri si arriva alla presente stima (7):

---

(7)	1972	1973	1974	1975
Borse straniere	120	240	240	120
Borse nazionali	60	120	120	60
Ricercat. stranieri	40	80	80	40
 Totale	 220	 440	 440	 220

---

Tali spese per la formazione del personale devono essere, in via temporanea, aggiunte a quelle relative al costo delle ricerche oceanologiche, per cui complessivamente si ottiene (8):

---

(8)	1972	1973	1974	1975	1976
2400	2825	3460	4200	5150	
220	440	440	220	—	
2620	3265	3900	4420	5150	

---

Il piano non comprende l'edilizia (arredamento compreso) che potrebbe aggirarsi dai  $20.000 \text{ m}^3$  e che richiederebbe, ai prezzi attuali (L. 40.000 al  $\text{m}^3$ ), una spesa che oscilla da 800 a 1.200 milioni.

**CONCLUSIONE**

L'oceanografia, o meglio l'oceanologia, è scienza di base, interdisciplinare, moderna, che opportunamente organizzata, può fornire risultati fondamentali per una più profonda conoscenza dei fenomeni naturali, e, se adeguatamente finalizzata, è in grado di portare un contributo determinante alla risoluzione di fondamentali problemi di carattere esistenziale quali l'incremento delle risorse alimentari ottenibili dal mare, l'accertamento delle disponibilità e l'utilizzazione delle materie prime contenute nel suo fondo e sottofondo, la tutela dell'ambiente nei riguardi della protezione delle coste, l'inquinamento. La sua attualità ed importanza economica e sociale sono dunque fuori discussione.

In Italia, lo stato di questa scienza è di gran lunga inferiore alle esigenze ed alle aspettative del Paese, come pure allo standard scientifico italiano: la sola attività di ricerca di base in questo campo, quella promossa e coordinata dal C.N.R. tramite i propri organi e la collaborazione di altri organismi, la maggior parte Istituti universitari, è insufficiente e diventa addirittura irrigoria se paragonata con quella svolta da altri Paesi europei.

La Francia ha investito per il solo CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans) 188 miliardi di lire per un piano di ricerche quinquennali, la Germania nel 1964 ha varato la nave oceanografica « Meteor » (2.740 t) pur avendo già a disposizione altre 6 navi di alto e medio tonnellaggio ed ha stanziato per l'oceanografia la somma di 55 miliardi solamente per quell'anno. Certo il nostro bilancio è nettamente inferiore a quello di queste nazioni, ma l'assegnazione globale di 2,0 miliardi per il 1971, che deve coprire le spese delle navi, degli organi del C.N.R. e delle commesse agli Istituti extra - C.N.R. è senza meno inconsistente; in queste condizioni non è possibile condurre alcun piano di sviluppo ed è già molto se si riesce a mantenere in piedi quel poco che è stato fatto.

A tutto ciò si aggiunga che le presenti strutture, troppo antiquate e poco adatte ad una scienza interdisciplinare ed estremamente dinamica come l'oceanologia, inficiano notevolmente il rendimento globale, e si avrà così un quadro completo.

La Commissione oceanografica del C.N.R. ha più volte denunciato questo stato di cose e nel 1969 aveva presentato un 2° Piano quinquennale (1970-1974) molto dettagliato che comportava una spesa globale di circa 20 miliardi (4 miliardi l'anno)<sup>2</sup> e che avrebbe dovuto avviare l'oceanologia su una posizione di maggiore efficienza. Questo Piano non ha dato esito alcuno, soprattutto per mancanza di sensibilità e di fondi; anzi, strana coincidenza, nel 1971 gli stanziamenti a disposizione della Commissione sono stati gravemente ridotti. Per il 1972 è prevista una disponibilità, per commesse agli istituti extra - C.N.R. e spese navi,

<sup>2</sup> Questa spesa non era comprensiva del costo delle ricerche dei laboratori ed istituti del C.N.R. (personale compreso).

di circa 1,2 miliardi di cui circa 700 milioni sono impegnati per il funzionamento delle navi stesse.

A causa di questa situazione, la Commissione oceanografica, organo consultivo non deliberante del C.N.R., sente l'obbligo morale non solo di fronte agli organi responsabili del C.N.R. ed all'opinione pubblica, ma anche a coloro che reggono le sorti del Paese, e che hanno bene il diritto di essere informati ed il dovere di assumere la loro parte di responsabilità nella presa di decisioni che possono influenzare in maniera determinante l'avvenire della nazione, di porre la semplice domanda: *si deve o non si deve fare l'oceanologia in Italia?* Se si reputa necessaria la sua realizzazione, che si inizi dunque nei suoi confronti una politica di sviluppo, in maniera che essa possa corrispondere positivamente agli investimenti che si vorranno dirigere in tal senso. Si diano degli indirizzi prioritari, si garantiscano dei finanziamenti sicuri per almeno 5 anni, si favorisca una ristrutturazione, si metta insomma l'oceanologia nella condizione di dare ciò che da essa ci si aspetta.

La Commissione inoltre, nel rilevare che fra pochi mesi scadrà il suo mandato, ha ritenuto suo compito elaborare la presente relazione sullo stato della ricerca oceanologica, in modo che il lavoro svolto non vada dissipato ed i suoi successori abbiano la possibilità di orientarsi nel più breve tempo possibile. Questo documento, partendo da un'analisi sulla situazione attuale, propone delle riforme strutturali e presenta un programma di sviluppo ridotto all'essenziale e complessivamente meno oneroso del piano elaborato in precedenza.

In particolare è stata riscontrata la necessità:

*a)* che la Commissione oceanografica sia sostituita da un Comitato orizzontale autonomo, come ad esempio l'attuale Comitato tecnologico comprendente i rappresentanti dei Comitati e dei Ministeri interessati;

*b)* che il Programma Speciale per l'Oceanografia si evolva in Istituto Nazionale di Oceanologia;

*c)* che venga al più presto intrapreso un piano quinquennale di ricerca (1972-1976) articolato nei seguenti cinque temi prioritari:

- 1) Studio dell'interazione aria-mare e sue applicazioni.
- 2) Studio dei processi costieri e litoranei: loro conoscenza e possibilità di previsione.
- 3) Studio dei differenti aspetti dell'inquinamento marino.
- 4) Valutazione ed utilizzazione delle risorse alimentari dei nostri mari con particolare riguardo alle risorse ittiche.
- 5) Disponibilità ed utilizzazione delle materie prime contenute nel fondo e sottofondo marino.

Tale piano prevede un potenziamento delle strutture esistenti (organi del C.N.R. ed Istituti extra - C.N.R.: vedi all. 1), una spesa globale, comprendente anche il finanziamento dei Laboratori ed Istituti del C.N.R., di 18.035 milioni (edilizia esclusa), ed una eventuale spesa per borse di studio in patria ed all'estero

ed il soggiorno in Italia di ricercatori stranieri altamente qualificati, di 1.300 milioni complessivi. Questa stima rappresenta comunque il minimo investimento necessario per garantire un ragionevole rapporto profitto/costo: se si investirà di più si otterrà anche un miglioramento qualitativo ed un aumento quantitativo dei risultati relativi ai 5 temi di ricerca;

*d)* che venga sollecitata la promulgazione di una legge speciale per le ricerche oceanografiche.

La Commissione infine nel far rilevare che la presente situazione, se prolungata, avrà nell'avvenire conseguenze negative ed irreparabili per la vita del Paese, auspica che gli organi responsabili del C.N.R. prendano al più presto una decisione in merito alle ricerche oceanologiche in Italia ed in particolare al piano presentato in questo documento.

Prof. GIUSEPPE MACCHI, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Piazzale delle Scienze, 00100 Roma.

**ALLEGATI**ALLEGATO 1.

## LA COMMISSIONE ITALIANA PER LA OCEANOGRAFIA

*Considerato* che la premessa indispensabile per ogni tipo di ricerca oceanografica è la disponibilità di una cartografia batimetrica dettagliata dei fondi marini;

*Visto* che l'organo cartografico dello Stato preposto alla cartografia del mare è l'Istituto Idrografico della Marina;

*Preso atto* del fatto che il predetto Istituto nel suo attuale stato di potentialità non è in grado di soddisfare la citata esigenza;

*Essendo nota*, dalla produzione cartografica di altra finalità, la capacità tecnica, artistica ed organizzativa dell'Istituto Idrografico della Marina che gode peraltro il prestigio e l'esperienza di una tradizione secolare;

*Esprime il voto* che la Presidenza del CNR si faccia parte diligente nelle sedi qualificate, CIPE, Presidenza del Consiglio, Ministro della Ricerca Scientifica e Tecnologica, Ministro della Difesa, e con le modalità ritenute più opportune affinché l'Istituto Idrografico della Marina sia messo in grado, con l'urgenza che il caso richiede, di fornire al Paese il concorso tecnico di competenza indispensabile, non solo ai fini della navigazione marittima, ma anche per il progresso delle scienze oceanografiche, per il razionale sfruttamento delle risorse marine, per la lotta all'inquinamento e la salvaguardia del patrimonio ambientale italiano.

ALLEGATO 2.

## LA COMMISSIONE ITALIANA PER LA OCEANOGRAFIA

*Considerata* la crescente importanza scientifica, tecnica, economica e sociale che ogni giorno di più acquistano gli studi oceanografici nel quadro dell'accertamento, dello sfruttamento e della conservazione delle risorse del mare e dei fondi marini, della lotta contro gli inquinamenti e della protezione dei litorali;

*Considerato* che l'Italia, per il grande sviluppo delle sue coste in rapporto alla superficie del territorio ed alla popolazione ha fondamentali interessi nazionali in questi problemi, e per la sua posizione geografica è chiamata a collaborare agli studi sul mare su piano internazionale;

*Considerato* che per queste ragioni è indispensabile ed urgente che gli studi oceanografici siano sostanzialmente potenziati onde mettere il nostro Paese in grado di rispondere alle crescenti esigenze di urgenti interventi;

*Visto* che fra le istituzioni permanenti di ricerca esistenti in Italia, agli Istituti Sperimentali Talassografici è assegnato lo specifico compito statutario di curare le ricerche sul mare;

*Preso atto* che, come già lamentato dal Piano quinquennale per l'Oceanografia in Italia, tali Istituti si trovano peraltro in situazione di deplorevole abbandono;

*Esprime il voto* che il Consiglio Nazionale delle Ricerche si faccia parte diligente presso la Presidenza del Consiglio, il Ministero per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica, il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, il Comitato Interministeriale della Programmazione Economica ed ogni altra sede interessata, e con le modalità ritenute più opportune, affinché tali Istituti siano messi al più presto in grado di assolvere i compiti che ad essi per legge competono.

ALLEGATO 3.

LA COMMISSIONE ITALIANA PER LA OCEANOGRAFIA

*Considerato* che la Fisica e la Geofisica marina costituiscono la premessa per ogni applicazione allo sfruttamento delle risorse biologiche del mare e minerarie del fondo marino;

*Visto* che l'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste ha creato nel 1966 appositi Laboratori marini, gli unici nel Mediterraneo per l'espletamento delle ricerche geofisiche in mare;

*Preso atto* che detti Laboratori dispongono di appositi locali, di attrezzature avanzate e di personale specializzato, costituenti un potenziale di ricerca altamente qualificato e produttivo, già da tempo al servizio della oceanografia italiana;

*Riconosciuta* la necessità che questo potenziale di ricerca venga consolidato nel quadro degli organismi essenziali del CNR;

*Chiede* che il CNR costituisca a Trieste un Laboratorio per la Fisica e la Geofisica del mare.

## Incidenza degli Ascidiacei nel fouling ligure

di

MANUELA MONTANARI e GIULIO RELINI

(Dal Reparto di Biologia Marina del Laboratorio per la  
Corrosione Marina dei Metalli del C.N.R., Genova)

8 Figure, 8 Tabelle

**Summary.** The importance of Ascidiarians in fouling communities in the Ligurian sea has been examined on the basis of data and samples collected during more than ten years in the four main harbours (Savona, La Spezia, Imperia and particularly Genoa), in other eight little ones, in Vado Ligure bay. Sixteen species have been found but only *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri*, *Diplosoma gelatinosum*, *Styela partita*, *Styela plicata*, *Ascidia scabra* are common and among these the first two species are abundant in harbours waters polluted by domestic sewage.

The biology and ecology of the principal species and particularly settlement periods, growth, substratum, preferential depth are discussed.

Though the Ascidiarians are dominant organisms during some seasonal periods, they are not so noxious to submerged structures as Barnacles. In Genoa harbour *Ciona* may settle and growth at the rate of 4750 individuals/m<sup>2</sup> and 31 Kg/m<sup>2</sup>.

**Riassunto.** Viene esaminato il ruolo degli Ascidiacei nella costituzione delle associazioni fouling della Liguria sulla base dei dati raccolti, fin dal 1960, nei quattro principali porti della Liguria (Savona, La Spezia, Imperia e soprattutto Genova), in altri otto porti minori e nella rada di Vado Ligure. Sono stati trovati quali costituenti del fouling 16 specie delle quali particolarmente abbondanti sono risultate: *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri*, *Diplosoma gelatinosum*, *Styela partita*, *Styela plicata* e *Ascidia scabra*, le due prime specialmente in acque inquinate da rifiuti urbani.

Vengono forniti dati sulla biologia ed ecologia delle principali specie ed in particolare sul periodo d'insediamento, sull'accrescimento, sul substrato e sulla profondità preferenziale. Gli Ascidiacei, pur non essendo dannosi come altri organismi ad esempio i Balani, possono risultare dominanti in alcuni momenti stagionali, raggiungendo come nel caso di *Ciona* fino a 4750 individui /m<sup>2</sup> e intorno ai 31 Kg/m<sup>2</sup>.

### INTRODUZIONE

La presenza degli Ascidiacei in quella associazione di substrato duro artificiale che comunemente viene indicata con il nome di fouling, ha, in Liguria, una incidenza discreta anche se variabile nel tempo e nei luoghi e non così grave e deleteria per le strutture immerse in mare come quella di altri organismi quali Balani, alcuni Molluschi e Serpulidi. Infatti gli Ascidiacei presentano, di solito, un ciclo biologico piuttosto breve e non hanno strutture calcaree che permanegano adese al substrato anche dopo la loro morte. Tuttavia anche questo gruppo di Tunicati può essere presente in gran numero ed alcune specie, particolarmente ben adattate a vivere in acque inquinate portuali (vedi anche in MILLAR, 1971, p. 81) possono essere gli organismi dominanti (Fig. 1 e 2 A; 2 B) nelle acque

Liguri. Inoltre la breve vita libera della larva (anche meno di 24 ore) favorisce un insediamento intenso e rapido proprio nei porti ove gli adulti sono generalmente presenti in grande quantità. A volte l'insediamento avviene in mezzo agli adulti o sopra la tunica di questi o in luoghi vicini in modo che la popolazione



**FIG. 1.** Pannello atossico prelevato a luglio dopo 6 mesi di immersione nel Porto di Savona: *Ciona intestinalis* ricopre quasi completamente il pannello anche con individui di discrete dimensioni.

rimane presente quasi tutto l'anno, come accade nella zona CHIATTE del porto di Genova (MONTANARI & RELINI, 1970; RELINI, DABINI OLIVA & MONTANARI, 1972).

In tutto il mondo, finora, sono state rinvenute (HUTCHINS, 1952; Marine fouling cap. 10, p. 165) circa 116 specie di Ascidiacei quali costituenti del fouling; nei porti liguri ne sono state rilevate 16, come più avanti riportato.

Per la letteratura, piuttosto scarsa, sugli Ascidiacei della Liguria rimandiamo a quella riportata nel lavoro di CAPOCACCIA (1964), mentre per maggiori notizie sulla biologia ed ecologia a MILLAR (1971), per gli Ascidiacei del fouling sempre a MILLAR (1969), per la sistematica delle specie qui considerate a SALFI (1931), HARANT & VERNIÈES (1933), BERILL (1950), MONNIOT (1962).

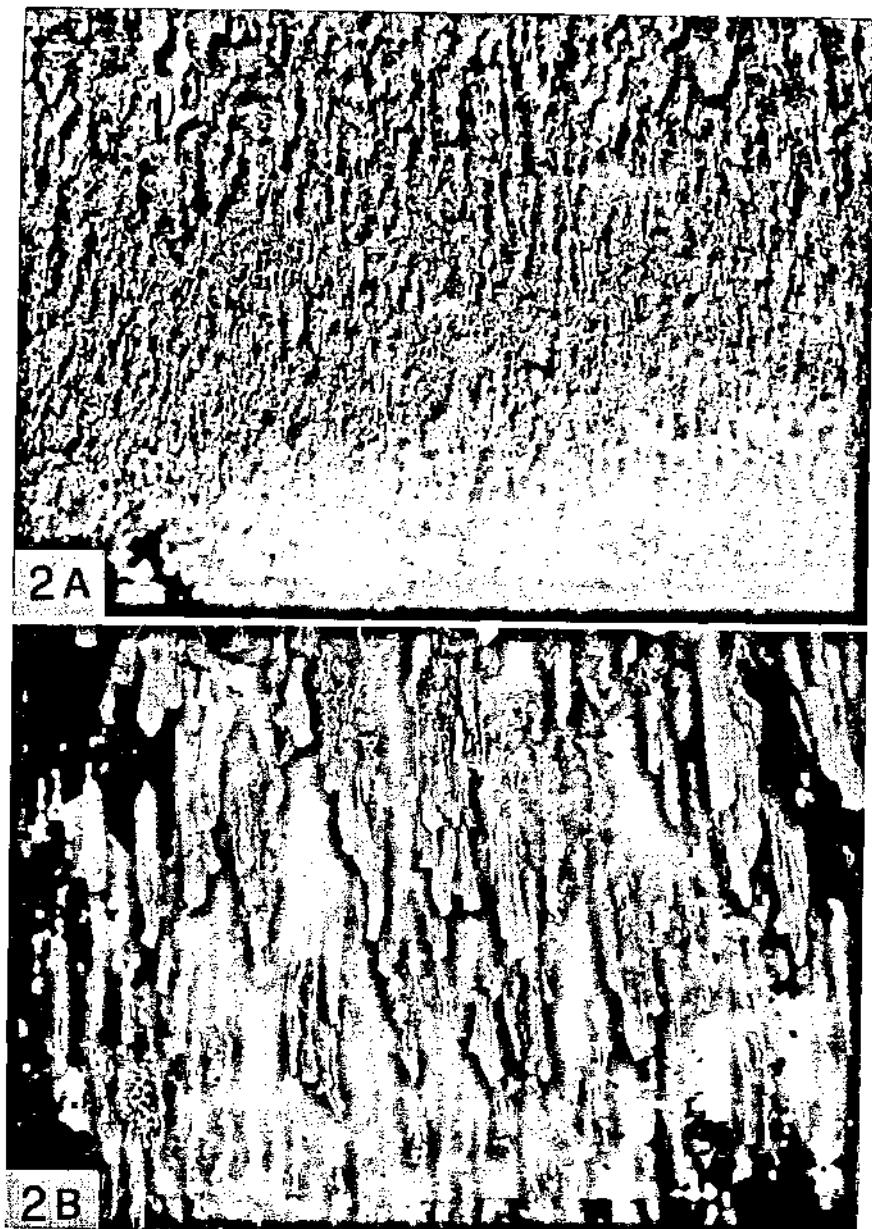
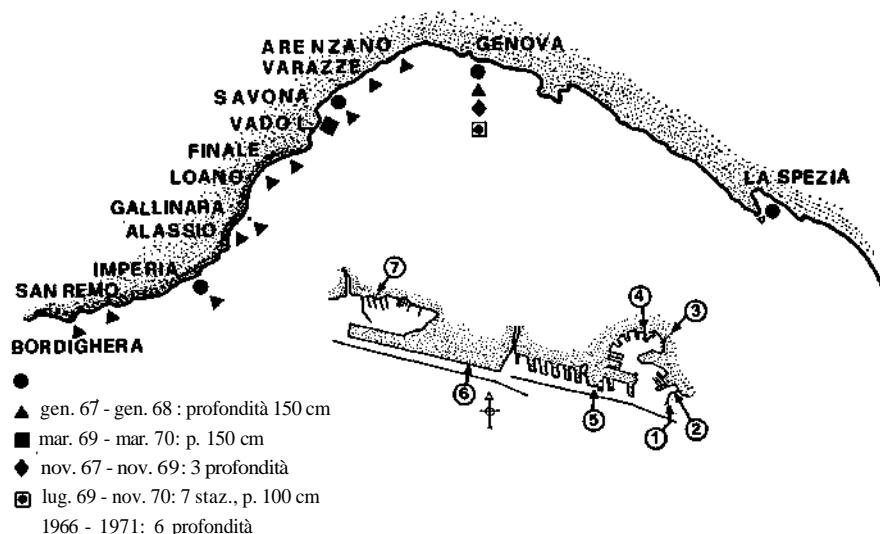


FIG. 2. A) Aspetto della parte piatta della carena di una bettolina operante nel Porto di Genova ai primi di Gennaio. Fra gli organismi del fouling dominano gli Ascidiacei e soprattutto *Ciona intestinalis*. B) Particolare dell'immagine precedente.

## MATERIALI E METODI

Osservazioni e raccolte sugli Ascidiacei del fouling sono state condotte fin dal 1960 in diversi porti della Liguria (vedi Fig. 3) in particolare col metodo dei pannelli atossici di cemento amianto autoclavato (eternit) delle dimensioni di  $20 \times 30 \times 0,3$  cm immersi per uno o più mesi (3, 6, 12) di esperienza.

I quattro principali porti della Liguria: La Spezia, Genova, Savona, Imperia, sono stati esaminati nel corso di un anno dal gennaio 1967 al gennaio 1968 utilizzando pannelli immersi ad una profondità di 1 m.



**FIG. 3.** Località esaminate durante lo studio degli Ascidiacei del fouling. A sinistra sono riportati i periodi in cui sono state svolte le ricerche, al centro una cartina del Porto di Genova con le 7 stazioni considerate: 1) Zattera; 2) Y.C.I.; 3) Spinola; 4) Chiatte; 5) Enel; 6) Ital sider; 7) Multedo.

Per un periodo compreso tra il marzo 1969 ed il marzo 1970 sono stati studiati oltre a tre dei su ricordati porti (Genova, Savona, Imperia) altri di minore dimensione quali Arenzano, Varazze, Finale, Loano, Gallinara, Alassio, Sanremo, Bordighera. La profondità alla quale si trovavano i pannelli era di 1 m (RELINI & RELINI ORSI, 1970).

È stata inoltre esaminata la Rada di Vado Ligure, un ambiente caratterizzato da acque aperte e proprio per questo particolarmente interessante ai fini di un confronto con acque portuali. L'esperienza è durata due anni, dal novembre 1967 al novembre 1969, ed ha interessato tre profondità diverse: 4-7-20 metri; in una stazione (- 7 m) sono stati utilizzati anche pannelli orizzontali (RELINI, 1968 a; RELINI, BAZZICALUPO & MONTANARI, 1970; GERACI & RELINI, 1970; RAVANO & RELINI, 1970).

Rgt 'krl qt q'TKT gpqxc'Kf c'k'lpq' r ct'k'q'nto gpg'tleej k'r gtej 3'kfr'dqtcvqtq'f'g'l's wrg

facciamo parte, dispone di alcune zattere sperimentali site nell'avampunto orientale ove le osservazioni vengono condotte su pannelli superficiali fino dal 1956; dal 1964 a tutt'oggi sono state mensilmente immerse in questa zona numerose serie di pannelli

sospesi a diverse profondità (superficie 1m, 5m, 9m, 14m, 16m) mediante un cavetto opportunamente zavorrato (RELINI, 1968 b; RELINI & GIORDANO, 1969; GERACI & RELINI, 1970).

Infine dal luglio 1969 al luglio 1970 sono state studiate sette zone del porto di Genova caratterizzate da diverso grado e tipo di inquinamento. Le stazioni, denominate SPINOLA, CHIATTE, ZATTIERA, Y.C.I., ENEL, ITALSIDER, MULTEDO sono state anche analizzate dal punto di vista chimico - fisico (MOR, SESSI & RELINI, 1970) e sono state oggetto di una precedente nota inerente gli Ascidiacei (MONTANARI & RELINI, 1970).

Tutte le località esaminate sono riportate, come già accennato, nella Fig. 3 contraddistinte da simboli diversi a seconda dei periodi di esperienza. Sono stati poi esaminati altri substrati portuali quali bettoline, chiatte, boe, moli, ecc.

#### SPECIE RINVENUTE

Come già accennato le specie di Ascidiacei da noi ritrovate nel fouling sono 16, e tutte figurano nell'elenco delle 27 ricordate da CAPOCACCIA (1964) per il golfo di Genova (Tab. 1). Solo sette specie sono comuni e tra queste tre risultano comunissime: *Ciona intestinalis* (L.), *Diplosoma gelatinosum* (MILNE EDWARDS), *Botryllus schlosseri* (PALLAS).

Nella Tabella 2 sono riuniti gli Ascidiacei rinvenuti nelle diverse località e gli anni di studio; la maggior parte delle specie elencate in queste tabelle sono portuali e alcune sono ben adattate a vivere in acque inquinate da sostanze organiche provenienti da scarichi urbani (MONTANARI & RELINI, 1970; RELINI & RELINI ORSI, 1970).

È necessario precisare che il numero delle specie realmente presenti in Liguria può essere superiore a quello da noi riportato, particolarmente per i Didemnidi, in quanto il sistema di fissazione necessario per il fouling dei pannelli deteriora le specie più delicate non consentendo una esatta determinazione. Per lo stesso motivo abbiamo preferito usare i termini Botrillidi e Didemnidi comprendenti rispettivamente il primo *Botryllus schlosseri* e *Botrylloides leachi* ed il secondo *Diplosoma gelatinosum* e *Didemnum maculosum*. Questa fusione si è resa necessaria perché solo raramente si poteva affermare l'esatta appartenenza del materiale esaminato all'una o all'altra specie.

#### SUBSTRATO PREFERENZIALE

Per quanto riguarda il substrato è stato già messo in evidenza in precedenti lavori (RELINI 1966 a, b) che *Ciona*, Botrillidi e Didemnidi si insediano sia su substrati di nuova immersione sia su quelli immersi per più mesi, mentre *Styela plicata*, *Styela partita* e *Ascidia scabra* preferiscono i substrati ricoperti da fouling. Il fatto che *Ciona* spesso si possa trovare in gran numero su pannelli immersi per più mesi è da mettere in relazione con l'esistenza di un

TAB. 1. Ascidiacei del Golfo di Genova e specie del fouling.

Specie rinvenute da CAPOCACCIA (1964)	Specie del fouling e loro substrato	
<i>Clavelina lepadiformis</i> (MÜLLER)	+	bettoline e molo Y.C.I.
<i>Diplosoma gelatinosum</i> (MILNE EDWARDS)	+	pannelli e substrati vari
<i>Didemnum maculosum</i> (MILNE EDWARDS)	+	pannelli
<i>Didemnum fulgens</i> (MILNE EDWARDS)		
<i>Ciona intestinalis</i> (L.)	+	pannelli, boe, navi, bettoline, sub. vari
<i>Diazona violacea</i> SAVIGNY		
<i>Perophora listeri</i> FORBES		
<i>Ascidia aspersa</i> (MÜLLER)	+	sub. vari
<i>Ascidia scabra</i> MÜLLER	+	pannelli e sub. vari
<i>Ascidia mentula</i> (MÜLLER)	+	carena nave
<i>Ascidia conchilega</i> MÜLLER		
<i>Phallusia mammillata</i> (CUVIER)	+	carea nave
<i>Phallusia fumigata</i> (GRÜBE)		
<i>Styela partita</i> (STIMPSON)	+	pannelli e sub. vari
<i>Styela plicata</i> (LESUEUR)	+	pannelli e sub. vari
<i>Polycarpa pomaria</i> (SAVIGNY)	+	molo Cagni
<i>Polycarpa gracilis</i> HELLER		
<i>Distomus variolosus</i> GAERTNER		
<i>Botryllus schlosseri</i> (PALLAS)	+	pannelli e sub. vari
<i>Botrylloides leachi</i> (SAVIGNY)	+	pannelli e sub. vari
<i>Microcosmus polymorphus</i> HELLER	+	molo Y.C.I.
<i>Microcosmus sabatieri</i> ROULE		
<i>Microcosmus vulgaris</i> HELLER		
<i>Pyura microcosmus</i> (SAVIGNY)		
<i>Pyura squamulosa</i> (ALDER)	+	molo Y.C.I.
<i>Halocynthia papillosa</i> (L.)		
<i>Molgula manhattensis</i> (DE KAY)	+	pannelli e catene

**TAB. 2.** Distribuzione delle specie del fouling nelle stazioni esaminate.

Specie	SP	GE-Z	GEP	ARE	VAR	SV	V.	FIN	LOA	GAL	ALA	IM	S.RE	BOR
<i>Clavelina lepadiformis</i>				+										
<i>Diplosoma gelatinosum</i>	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Didemnum maculosum</i>				+										
<i>Ciona intestinalis</i>	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ascidia aspersa</i>			+											
<i>Ascidia scabra</i>	+	+	+				+	+		+	+	+	+	
<i>Ascidia mentula</i>			+											
<i>Phallusia mammillata</i>			+											
<i>Styela partita</i>	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Styela plicata</i>	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	
<i>Polycarpa pomaria</i>			+											
<i>Botryllus schlosseri</i>	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Botrylloides leachi</i>	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	
<i>Microcosmus polymorphus</i>			+											
<i>Pyura squamulosa</i>			+											
<i>Molgula manhattensis</i>			+											
Anni di osservazione	1	10	10	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1

SP = La Spezia, GEZ = Genova; stazione Zattera, GEP = Genova: diverse zone portuali, ARE = Arenzano, VAR = Varazze, SV = Savona, V = Vado, FIN = Finale, LOA = Loano, GAL = Gallinara, ALA = Alassio, IM = Imperia, S.RE = San Remo, BOR = Bordighera.

maggior numero di punti poco illuminati; infatti questa specie predilige zone ombreggiate come è stato dimostrato anche sperimentalmente (DYBERN, 1963).

Osservazioni simili sono state fatte anche su pannelli immersi a diversa profondità nel porto di Genova, come riferito più avanti, e nei porti liguri. Infatti dall'esame dei valori d'insediamento su pannelli mensili e di più mesi nei quattro porti principali della Liguria, risulta che *Ciona intestinalis*, *Styela plicata*, *Styela partita* e *Ascidia scabra* sono state rinvenute in maggior quantità sui pannelli di più mesi nonostante che questi fossero in numero inferiore a quelli mensili.

#### DISPOSIZIONE DEI PANNELLI

Nelle acque portuali non sono state finora condotte osservazioni su pannelli orizzontali e gli unici dati di questo tipo provengono dalla Rada di Vado Ligure e da boe, carene di navi, bettoline ed altri substrati del porto di Genova. Per quanto le Ascidi siano poco numerose nel fouling delle acque aperte di Vado è stato possibile rilevare un maggiore insediamento sui pannelli orizzontali rispetto a quelli verticali con preferenza per la faccia inferiore.

Sulla parte inferiore delle carene, specialmente di bettoline a fondo piatto, si riscontra un insediamento intenso e quasi sempre superiore a quello delle superfici laterali verticali, soprattutto per *Ciona intestinalis* (Fig. 2).

Tale comportamento potrebbe essere in relazione sia con la scelta, da parte di *Ciona*, di zone ombreggiate per l'insediamento sia con il particolare meccanismo di trasporto al momento in cui le larve sono pronte ad attaccarsi. Infatti secondo BERRILL (1950) si formerebbe, nella parte anteriore della larva, una sorta di bolla gassosa che trascinerebbe verso l'alto la larva stessa.

#### PERIODI DI INSEDIAMENTO

Dall'esame complessivo dell'insediamento su pannelli mensili nei quattro porti principali della Liguria (Tab. 3, Fig. 4) risulta che *Ciona* è piuttosto sporadica con preferenza per i mesi invernali e primaverili come era stato segnalato in un precedente lavoro (RELINI, 1964) per pannelli superficiali della zona della Zattera. Nel 1967-68 i Botrillidi si sono insediati quasi tutto l'anno a Savona e Imperia, mentre a Genova si sono insediati soprattutto nei mesi autunno invernali e a La Spezia sporadicamente. Al contrario i Didemnidi sono stati trovati molto raramente a Savona e Imperia mentre a La Spezia erano presenti ad Aprile e Gennaio. A Genova sono stati rinvenuti tra Ottobre e Gennaio ed in Aprile.

Risulta piuttosto arduo dal confronto fra i quattro porti definire dei periodi di insediamento poiché essi variano alquanto da un anno all'altro; lo stesso

TAB. 3. Insediamento dei principali Ascidiae nei quattro più importanti porti della Liguria.

	La Spezia		Genova		Savona		Imperia	
N-NO <sub>2</sub> µg/l	1,88 - 11,48 4,38		2,94 - 21,5 10,83		1,40 - 89,18 28,89		2,50 - 25,48 8,81	
N-NO <sub>3</sub> µg/l	6,02 - 147,57 50,20		15,82 - 263,55 71,83		87,36 - 435,45 220,20		4,76 - 3,15 78,35	
Numero dei pannelli	10	6	12	6	12	7	12	7
	1M 3M+6M+12M		1M 3M+6M+12M		1M 3M+6M+12M		1M 3M+6M+12M	
<i>Ciona intestinalis</i>	8	762	1	187	33	477	4	1
<i>Botryllus schlosseri</i>	3	6	35	66	249	383	304	59
<i>Diplosoma gelatinosum</i>	25	6	19	10	1	16	3	14
<i>Styela plicata</i>	0	15	0	3	0	7	0	1
<i>Styela partita</i>	1	22	0	3	0	52	0	2
<i>Ascidia scabra</i>	0	18	0	0	0	0	0	0

1M - 3M - 6M - 12M = 1 - 3 - 6 - 12 mesi di immersione.

fenomeno è stato rilevato in sei anni di osservazione nel porto di Genova a sei diverse profondità.

Più che soffermarci sui singoli valori mensili, molto diversi da un livello all'altro e da un anno all'altro, abbiamo creduto opportuno sommare i valori di insediamento mensile (rinvenuti a diversi livelli) di sei anni di osservazioni per avere un valore indicativo sui mesi e sulle profondità preferenziali, ottenendo così una serie di tabelle (Tab. 4, 5, 6).

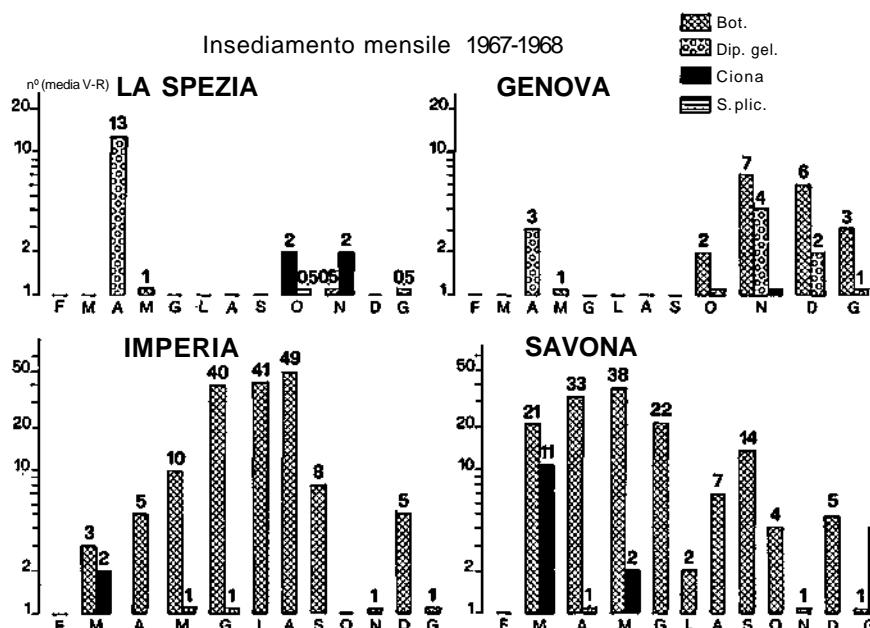


FIG. 4. Insediamento mensile degli Ascidiacei nei 4 principali Porti della Liguria. (Medie dei conteggi eseguiti sulle due facce dei pannelli).

Per quanto riguarda *Ciona intestinalis*, (Tab. 4) l'insediamento avviene tutto l'anno con un massimo nei mesi primaverili ed in particolare ad Aprile (Fig. 5).

Per il livello preferenziale d'insediamento si veda più oltre. Anche i Botrillidi e i Didemnidì (Tab. 5, 6; Fig. 6, 7) si insediano quasi tutto l'anno, i primi in maggior quantità in Gennaio, Febbraio e Agosto, i secondi con un massimo ben marcato in Maggio. In precedenti lavori (MONTANARI & RELINI, 1970; RELINI, DABINI & MONTANARI, 1972), nei quali sono state esaminate zone a diverso grado e tipo d'inquinamento nel porto di Genova, è stato rilevato che *Ciona* si insedia tutto l'anno solo nella zona delle CHIATTE, tratto di mare ad elevato contenuto

**TAB. 4.** Insediamento di sei anni (1966-7-8-9-70-1) espresso come numero di individui ritrovati su pannelli mensili.

N. pannello profondità	CIONA INTESTINALIS												Somma
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
1 sup.	5	0	0	1	0	0	3	2	0	0	0	0	11
- 1 m	5	0	0	7	54	12	40	10	1	0	0	71	200
- 5 m	15	26	17	661	176	59	24	24	4	5	21	38	1070
- 9 m	7	48	61	585	106	516	192	26	41	26	3	119	1730
- 14 m	8	18	44	250	332	165	32	41	5	12	4	4	915
- 16 m	4	0	0	0	5	29	2	79	0	0	0	2	121
	44	92	122	1504	673	781	293	182	51	43	28	234	4047

In neretto i massimi riscontrati.

**TAB. 5.** Insediamento di sei anni (1966 - 7 - 8 - 9 - 70 - 1) espresso come numero di colonie ritrovate su pannelli mensili.

	BOTRYLLUS SCHLOSSERI												Somma
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
1 sup.	5	6	0	0	3	1	11	25	2	5	10	5	73
- 1 m	56	62	0	5	10	15	14	24	12	10	39	15	262
- 5 m	28	22	19	18	5	9	5	21	19	8	10	19	183
- 9 m	10	6	15	7	0	4	6	33	6	3	3	12	105
- 14 m	10	7	11	6	8	0	6	2	0	2	4	1	57
- 16 m	2	0	3	1	2	6	2	2	3	0	0	0	21
	111	103	48	37	28	35	44	107	42	28	66	52	701

di materiale organico, mentre negli altri punti le larve si attaccano solo in alcuni mesi dell'anno, mesi che però possono essere diversi da luogo a luogo, da un anno all'altro (RELINI 1966, p. 143).

**TAB. 6.** Insediamento di sei anni (1966-7-8-9-70-1) espresso come numero di colonie ritrovate su pannelli mensili.

	DIPLOSOAMA GELATINOSUM												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Somma
<b>1 sup.</b>	0	1	0	0	0	9	10	6	1	2	4	5	38
<b>- 1 m</b>	8	4	1	9	3	28	1	12	3	6	26	35	136
<b>- 5 m</b>	11	12	27	21	2	2	3	5	4	5	15	13	120
<b>- 9 m</b>	3	8	13	22	625	2	7	5	5	2	4	12	708
<b>- 14 m</b>	4	8	7	16	31	0	10	11	0	1	1	2	91
<b>- 16 m</b>	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	6
	26	32	49	67	662	42	32	40	13	17	50	67	1099

#### PROFONDITÀ PREFERENZIALE

A Vado Ligure fino a -20 m sono stati rinvenuti solo *Ciona* e Botrillidi, mentre Didemnidì e *Styela partita* fino a -7 (Tab. 7). A Genova, come già visto, sono stati esaminati i pannelli immersi durante sei anni a sei profondità diverse nella zona della Zattera, dalla superficie a -16 m. Il massimo insediamento di *Ciona* è avvenuto a -9 m anche se c'è una oscillazione da mese a mese per quanto riguarda il livello preferenziale. Per i Botrillidi quest'ultimo sembra trovarsi a -1 m di profondità mentre per i Didemnidì a 9 m di profondità. Per Didemnidì e Botrillidi l'insediamento sui pannelli posti vicino al fondo è sporadico mentre per *Ciona* ha valori superiori a quelli trovati sul pannello parzialmente immerso e abbastanza simili a quelli dei substrati posti a -1 m. Anche la preferenza di *Ciona* per il pannello verticale posto a -9 m può essere in relazione con la ricerca di zone non molto illuminate; sui substrati orizzontali, anche superficiali, l'insediamento può essere più intenso di quello a -9 m su substrati verticali. Del resto già MONNIOT (1962) aveva notato per *Microcosmus sabatieri*

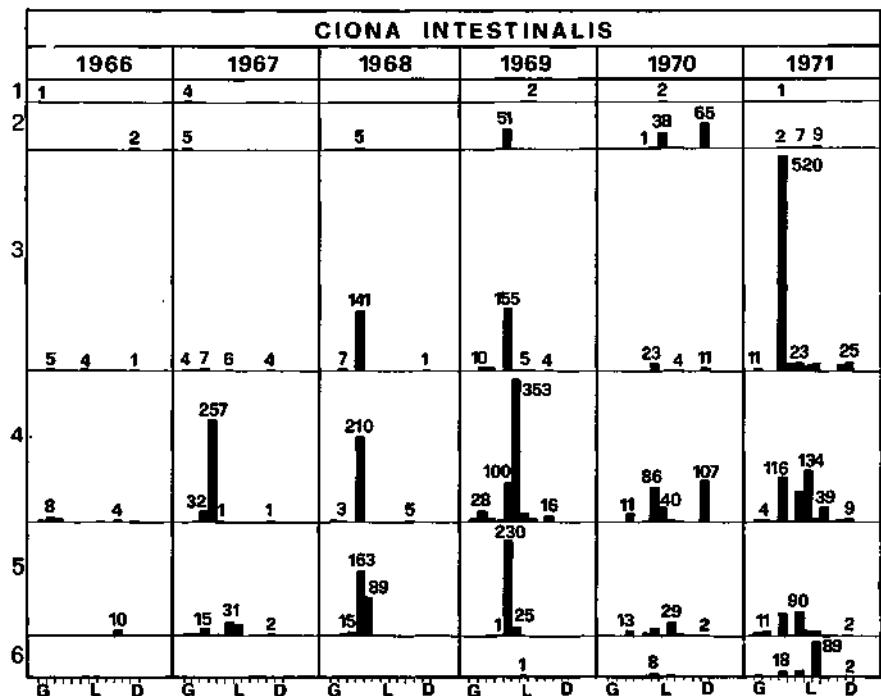


FIG. 5. Insediamento di *Ciona intestinalis* a 6 profondità (1: superficie, 2: 1m, 3: 5m, 4: 9m, 5: 13m, 6: 16m), alla stazione Zattera nel Porto di Genova negli anni dal 1966 al 1971.

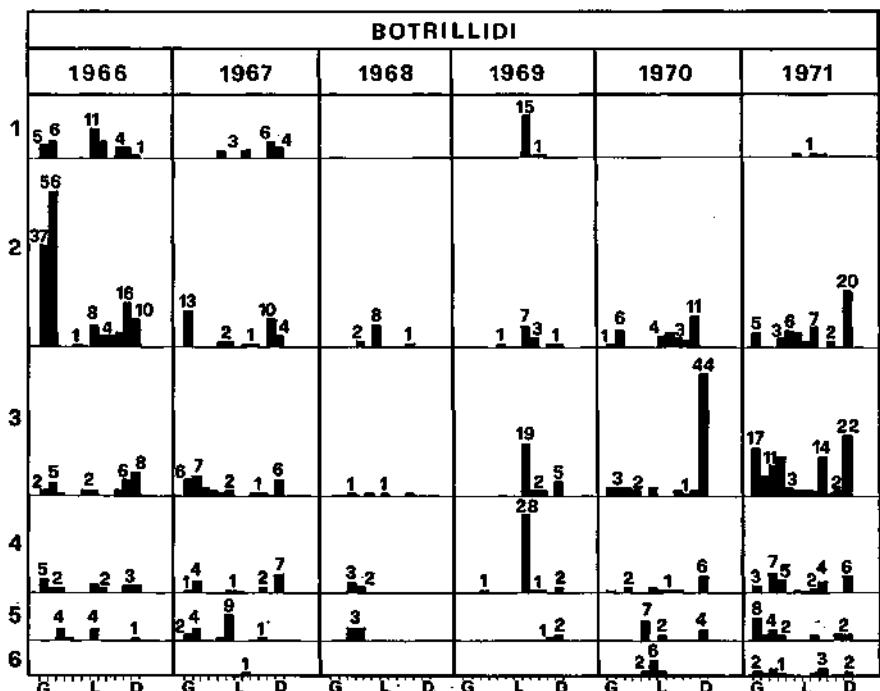


FIG. 6. Insediamento di Botrillidi a 6 profondità (superficie, 1m, 5m, 9m, 14m, 16m), alla stazione Zattera nel Porto di Genova negli anni dal 1966 al 1971.

che la distribuzione verticale era in relazione alla quantità di luce presente: infatti questo Piuride è stato trovato dall'autore al di sotto dei 15 m di profondità su fondali in mare aperto, a 7, 8 m di profondità su superfici verticali esposte a sud, a 3-4 m sulle stesse ma esposte a nord ed infine a 50 cm di profondità sulla faccia inferiore di strutture orizzontali.

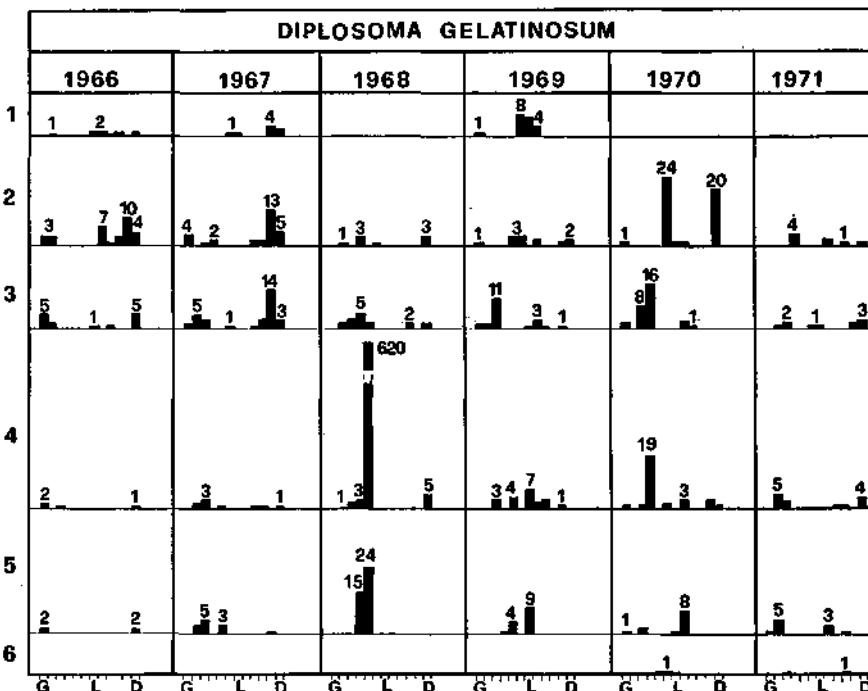


FIG. 7. Insediamento di *Diplosoma gelatinosum* a 6 profondità (superficie, 1m, 5m, 9m, 14m, 16m), alla stazione Zattera nel Porto di Genova negli anni dal 1966 al 1971.

#### ACCRESCIMENTO

Nel grafico rappresentato nella Fig. 8 sono riportati alcuni valori di lunghezza di *Ciona* ed esattamente i valori massimi, e la classe di maggior frequenza (contraddistinta da un pallino nero) su pannelli di un mese (linea intera) di tre mesi (linea tratteggiata) di sei mesi (linea punteggiata) e di dodici mesi (doppia linea tratteggiata) nei quattro porti principali della Liguria.

Nell'anno di osservazioni a cui questo grafico si riferisce i valori maggiori sono stati raggiunti a La Spezia sul pannello di dodici mesi con 11 cm di lunghezza e a Savona sul pannello di 6 mesi a Luglio con 11,5 cm. L'accrescimento, in questo periodo è stato piuttosto ridotto a Genova ed Imperia. Comunque, in

base anche ai dati rilevati in diversi punti del porto di Genova (MONTANARI & RELINI, 1970) *Ciona* può raggiungere i 10 - 11,5 cm in tre mesi e 8 cm in un mese (zona delle CHIATTE). *Botryllus*, per il quale l'accrescimento è stato valutato come area ricoperta dalla colonia, ha raggiunto 2050 mm<sup>2</sup> in un mese (MULTEDO), 6800 mm<sup>2</sup> in tre mesi (MULTEDO). Anche per i Didemnidi è stata considerata l'area; la

TAB. 7. Distribuzione degli Ascidiacei nelle stazioni della rada di Vado Ligure.

Stazione	1 1967-1968	1 1968-1969	2 1967-1968	3 1967-1968	4 1967-1968
PROFONDITÀ	- 7m	- 7m	- 4m	- 7m	- 20m
<i>Ciona intestinalis</i>	<b>4</b>	<b>2</b>	—	—	<b>1</b>
Botrillidi	<b>5</b>	<b>23</b>	—	—	<b>1</b>
<i>Diplosoma gelatinosum</i>	<b>2</b>	<b>39</b>	—	—	—
<i>Styela partita</i>	—	<b>5</b>	—	—	—
<i>Ascidia scabra</i>	—	—	—	<b>1</b>	—
N. TOTALE PANNELLI	<b>64</b>	<b>79</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>14</b>

massima raggiunta in un mese è stata riscontrata alla ZATTIERA (3200 mm<sup>2</sup>) ed in tre mesi a MULTEDO (21600 mm<sup>2</sup>) in Gennaio.

Da questi valori si comprende bene come questi Ascidiacei possano ricoprire in breve tempo ampie superfici e rimanere per un certo periodo gli organismi dominanti.

#### DENSITÀ E PESO DI UNA POPOLAZIONE DI ASCIDIACEI

Abbiamo cercato di fornire una semplice valutazione quantitativa del ruolo svolto, dagli Ascidiacei nella costituzione di una comunità fouling: il numero di individui per superficie unitaria e il peso del fouling costituiscono dati di notevole importanza pratica nel determinare l'attrito e l'appesantimento di uno scafo o l'ostruzione di un condotto nel quale circoli acqua di mare o ancora nel valutare l'efficacia di un sistema antifouling o di altri effetti del fouling in una determinata zona.

Ci limitiamo alla *Ciona intestinalis* perché è la forma più abbondante e più facile da conteggiare e pesare. Nella Tab. 8 sono riportati i valori del peso umido del fouling (per pannello e per m<sup>2</sup>) peso umido delle *Ciona* (per pannello e per m<sup>2</sup>), numero delle *Ciona* (per pannello e per m<sup>2</sup>) e classi di grandezza per

pannelli prelevati a luglio dopo 3, 6, 12 mesi di immersione alla stazione CHIATTE e 6, 12 mesi alla Stazione Y.C.I.

Il peso delle *Ciona* rispetto a tutta la massa fouling oscilla dal 23 % al 63 % a seconda dei pannelli. In base ai dati raccolti nella Tabella 8 e riportati al m<sup>2</sup> per poterli confrontare con quelli di altri Autori, risulta che *Ciona intestinalis* può essere rinvenuta fino a 4750 individui per m<sup>2</sup> con un peso di 31416 g/m<sup>2</sup>. Tenendo conto che questi valori non sono i massimi registrati in assoluto si comprende l'importanza degli Ascidiacei sia nei riguardi del ricoprimento delle strutture sia nei confronti della depurazione delle acque per filtrazione.

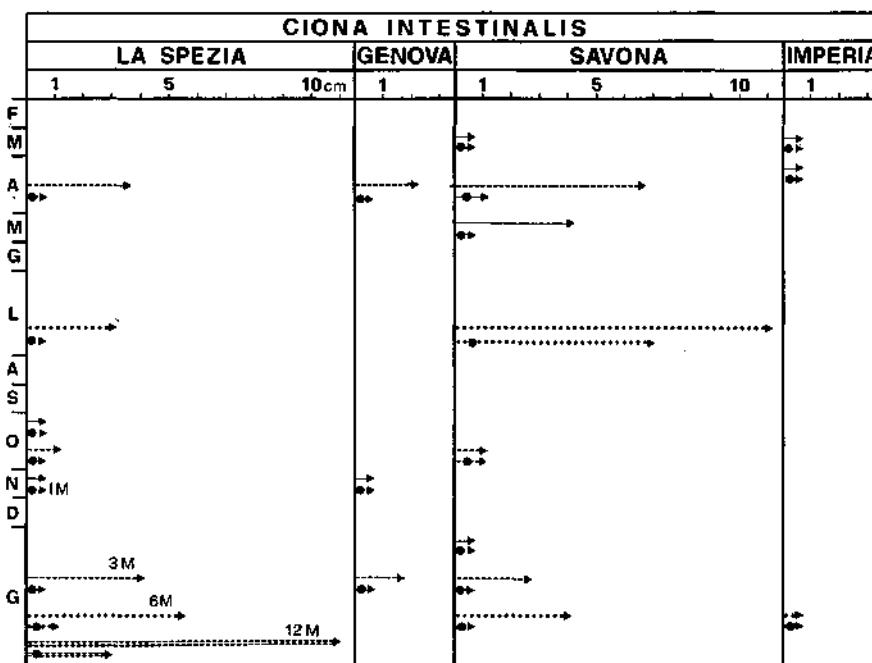


FIG. 8. Lunghezza massima di *Ciona intestinalis* rinvenuta nei diversi mesi nei quattro porti di La Spezia, Genova, Savona, Imperia. Per ulteriori spiegazioni vedere nel testo.

Una popolazione densa come quella ricordata da ELROI & KOMAROSKY (1967) per Haifa può filtrare fino a 11000 l/ora. In questo porto israeliano gli stessi Autori valutano che *Ciona* sia presente con 2500-10000 individui per m<sup>2</sup>, con esemplari lunghi fino a 25 cm e con un peso umido complessivo di 140 Kg/m<sup>2</sup>. Per un'altra specie, *Ascidia aspersa*, MILLAR (1961) segnala un insediamento giornaliero fino a 1800 individui per m<sup>2</sup>.

I nostri valori di densità risultano pertanto più alti di quelli dei due Autori israeliani mentre i valori dei pesi sono inferiori date le minori dimensioni degli esemplari da noi raccolti.

TAB. 8. Densità e peso di *Ciona intestinalis* in pannelli immersi per tempi diversi.

Pannello	Peso fouling umido su 0,12 m <sup>2</sup> (pannello)	Peso fouling umido su 1 m <sup>2</sup>	Peso <i>Ciona</i> umido su 0,12 m <sup>2</sup> (pannello)	Peso <i>Ciona</i> umido su 1 m <sup>2</sup> %	Peso <i>Ciona</i> umido su 0,12 m <sup>2</sup> (pannello)	Peso totale fouling N. <i>Ciona</i> su 0,12 m <sup>2</sup> (pannello)	N. <i>Ciona</i> su 1 m <sup>2</sup>	<i>Ciona</i> Classi di grandezza *
CHIATTE luglio 1970 (3 mesi)	2.195	18.291	507	4.225	23,0	258	2.150	8/10. 18/8. 17/7. 19/6. 12/5. 27/4. 23/3. 1/2. 1/1. 3<1.
CHIATTE luglio 1970 (6 mesi)	3.152	26.266	1.683	14.025	53,3	328	2.733	6/10. 8/9. 17/8. 68/7. 36/6. 16/5. 11/4. 10/3. 1/2. 1/1.
CHIATTE luglio 1970 (12 mesi)	3.115	25.958	1.523	12.691	48,8	466	3.883	5/11. 24/10. 36/9. 47/8. 49/7. 22/6. 23/5. 15/4. 8/3. 1/2. 1/1. 2<1.
Y.C.I. luglio 1970 (6 mesi)	5.968	49.733	3.770	31.416	63,1	570	4.750	2/18. 1/17. 4/16. 23/14. 44/12. 18/11. 48/10. 32/9. 35/8. 8/7. 11/6. 33/5 6/4. 10/3. 3/2. 3/1.
Y.C.I. luglio 1970 (12 mesi)	4.902	40.850	2.510	20.916	51,2	362	3.016	6/12. 5/11. 20/10. 31/9. 35/8. 42/7. 34/6. 15/5. 3/3.

\* Numero individui/lunghezza in centimetri.

### CONCLUSIONI

Concludendo, in base alle osservazioni finora condotte, tre sono le specie più frequenti tra il fouling rinvenibile in Liguria: *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri* e *Diplosoma gelatinosum* che si insediano sia su substrati appena immersi sia su quelli già ricoperti da altri organismi.

Accanto a questi si rinvengono *Styela plicata*, *Styela partita* e *Ascidia scabra* che si insediano quasi esclusivamente su substrati già ricoperti da fouling.

A differenza di altri gruppi del fouling i periodi di insediamento delle Ascidiie variano da anno ad anno e a seconda della località. Per *Ciona intestinalis*, che può essere l'organismo dominante anche per diversi mesi nelle acque portuali fortemente eutrofiche della Liguria, è stato osservato che il più intenso insediamento avviene nei mesi primaverili ed in particolare in Aprile.

#### BIBLIOGRAFIA

- BERRILL N. J., 1950: The TUNICATA with an account of the British species. Ray Society London.
- CAPOCACCIA L., 1964: Gli Ascidiacei del Golfo di Genova. Ann. Mus. St. Nat. Genova 75, 1-12.
- DYBERN B. I., 1963: Biotope choice in *Ciona intestinalis* (L.). Influence of light. Zool. Bidr. Upps. 35, 589-602.
- ELROI D. & B. KOMAROVSKY, 1961: On the possible use of the fouling Ascidian *Ciona intestinalis* as a source of vanadium, cellulose and other products. Proc. tech. Pap. gen. Fish. Counc. Mediterr. 6, 261-267.
- GERACI S. & G. RELINI, 1970: Osservazioni sistematico-ecologiche sui Briozi del fouling portuale di Genova. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova 38 (266), 103-139.
- , & - , 1970: Insediamento su pannelli atossici immersi nella Rada di Vado Ligure: I Briozi. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, 1° Suppl. 19-33.
- HARANT H. & P. VERNIÈRES, 1933: Ascidiés. Faune de France 27.
- MARINE FOULING AND ITS PREVENTION, 1952: Woods Hole Oceanographic Institution. U. S. Naval Institute. Annapolis, Maryland.
- MILLAR R. H., 1961: Scottish oyster investigations 1946 - 1958. Mar. Res. 3, 1-76.
- , 1969: Ascidiés des eaux européennes. Catalogue des principales salisseuses marines (OCDE), 4.
- , 1971: The Biology of Ascidians. Adv. Mar. Biol. 9, 1-100.
- MONNIOT C., 1962: Les Microcosmus des côtes de France. Vie Milieu 13 (3), 397-432.
- MONTANARI M. & G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova. Idriodi e Ascidiacei. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, 2° suppl., 34-54.
- MOR E., E. SESSI & G. RELINI, 1970: Fouling di zone inquinate: osservazioni nel Porto di Genova. I) Caratteristiche ambientali e metodi di studio. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, 2° suppl., 55-91.
- RAVANC D. & G. RELINI, 1970: Insediamento su pannelli atossici immersi nella Rada di Vado Ligure (SV): I Molluschi. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, 1° suppl. 52-70.
- RELINI G., 1964: Andamento stagionale degli organismi sessili nel porto di Genova. Arch. Oceanogr. Limnol. 13 (2), 281-296.
- , 1966 a: Le comunità dominanti nel fouling portuale di Genova. Natura 57 (2), 136-156.
- , 1966 b: Ricerche sul fouling nel porto di Genova. Boll. Zool. 33 (1).
- , 1968 a: Osservazioni preliminari sui Balani della Rada di Vado (SV). Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova 36, 185-190.
- , 1968 b: Variazioni quantitative stagionali del fouling nel porto di Genova in relazione alla durata di immersione e alla profondità. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova 36, 23-40.
- , G. BAZZICALUPO & M. MONTANARI, 1970: Insediamento su pannelli immersi nella Rada di Vado Ligure (SV): I Serpulidi. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 38, 1° suppl., 71-95.

- RELINI G., G. DABINI OLIVA & M. MONTANARI, 1972: Interazione tra organismi del fouling, inquinamento marino e sistemi antifouling. Atti 2° Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura. Bari 1972, 145-156.
- , & E. GIORDANO, 1969: Distribuzione verticale ed insediamento delle quattro specie di Balani presenti nel Porto di Genova. *Natura* 60 (4), 251-281.
- , & L. RELINI ORSI, 1971: Seasonal variations in fouling communities of Western Ligurian Harbours. Comunicazione al 6° Simposio Europeo di Biologia Marina (E.M.B.S.), Rovigno 1971. Riassunto in *Thalassia Jugoslav.* 7 (1) 321 (1971).
- SALFI M., 1931: Gli Ascidiacei del Golfo di Napoli. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 11 (3), 293-360.

Prof. G. RELINI e Dr.ssa M. MONTANARI, Reparto Biologia Marina, Laboratorio per lo Studio della Corrosione Marina dei Metalli, C.N.R., via Mercanzia, 4 - 16123 Genova - Italia.

## Gli HETEROSOMATA dell'Adriatico.

### III contributo alla loro conoscenza.

L'introduzione di un nuovo attrezzo da pesca  
e la sua influenza sul volume delle catture di HETEROSOMATA  
ed, in particolare, di *Solea* sp. in Alto Adriatico

di

GIOVANNI PAGOTTO

(Dalla Stazione Idrobiologica dell'Università di Padova, Chioggia)

3 Figure - 2 Tabelle

**Summary.** The use of a new gear to catch *Solea* on Upper Adriatic, do not get upon the amount at Chioggia's fish market. It is the contrary of what it is supposed to happened in the middle West Adriatic.

**Résumé.** L'introduction d'un nouveau engine de pêche des soles aurait provoqué un fenoméne de overfishing dans la mer Adriatique centre - occidentale.

Mais par le Soles et les HETEROSOMATA débarqué chez le marché aux poissons de Chioggia ce fenoméne là il paraître n'avoir eu pas lieu.

**Riassunto.** Si esamina la produzione di Soglie del Mercato Ittico all'ingrosso di Chioggia, e di altri HETEROSOMATA per confronto, in relazione all'introduzione di un nuovo attrezzo di Pesca. Contrariamente a quanto ritenuto da altri Autori per la parte centro-occidentale dell'Adriatico qui non sembra che l'introduzione di questo nuovo attrezzo abbia portato a fenomeni di overfishing né a carico di *Solea* né a carico degli altri HETEROSOMATA esaminati.

### PREMESSA

Da qualche lustro ha fatto la sua comparsa, tra i pescatori a strascico italiani, un nuovo attrezzo per la pesca di fondo: il Rapido o Gabbia; usato nei fondi sabbiosi e fangosi, esso ha rapidamente soppiantato le reti a strascico perché richiede una più facile manutenzione e perché da un maggior prodotto.

L'attrezzo si compone di un sacco di rete, trascinato dal peschereccio e manovrato da un verricello; la sua imboccatura è costituita da una intelaiatura metallica rigida rettangolare, di 30-40 cm di altezza e di larghezza fino a 3-3,5 m. La intelaiatura è munita superiormente di una tavola di legno che fa da ala negativa tenendo l'attrezzo premuto sul fondo, ove scivola per mezzo di pattini, ed anteriormente, sul lato inferiore, l'intelaiatura è munita di denti disposti a mo' di un rastrello che lavori spinto. Questi denti smuovono il fondo immersendovisi per pochi cm e facendo sollevare gli animali che vivono affondati in esso, i quali vengono poi catturati dal sacco della rete.

Il Rapido al suo apparire ha sollevato molte polemiche essendo accusato di sconvolgere il fondo.

Dell'argomento se ne occupò MATTA nel 1958, giungendo alla conclusione che la rete a strascico è altrettanto, se non più dannosa del Rapido perché meno selettiva e perché tra annessi e connessi coinvolge un fronte più ampio del Rapido stesso.

SCACCINI & FURLANI (1965), PICCINETTI (1967) fecero delle indagini nell'Adriatico Centro Occidentale per stabilire se vi fossero state delle correlazioni tra l'introduzione del Rampone, qui avvenuta tra il 1959 ed il 1962, e la produzione di Sogliole: questi Autori credettero di riconoscere un fenomeno di overfishing conseguente all'introduzione di questo attrezzo.

Anche a Chioggia il Rapido ha fatto la sua comparsa (nel 1960, comunicazione personale di Mozzi) e venne localmente chiamato Rampone; questo attrezzo è impiegato soprattutto per la pesca di *Solea* sp. e di grossi molluschi bivalvi (*Pecten jacobaeus*).

La *Solea* è una voce abbastanza importante tra le specie ittiche del mercato di Chioggia, rappresentando da sola il 2,54 % della produzione totale di questo mercato (VARAGNOLO, 1967), ed l' 11,5 % circa della produzione ittica esclusi i Clupeidi (dai dati di VARAGNOLO, 1967).

Poiché la produzione di Chioggia è significativa per quanto riguarda l'intero Alto Adriatico, soprattutto per la pesca a strascico (D'ANCONA, 1950; Mozzi, 1967; VARAGNOLO, 1967) è parso interessante indagare se anche a Chioggia la produzione presenti, in concomitanza con l'introduzione del Rampone, fenomeni simili a quelli segnalati da SCACCINI & FORLANI e da PICCINETTI per l'Adriatico Centro Occidentale.

#### MATERIALI E METODI

Ho preso in considerazione la produzione di Sogliole (*Solea* sp.) dal 1950 al 1969 desumendola dai fogli di mercato del Mercato Ittico all'Ingrosso di Chioggia.

In questi fogli con l'unica voce Sogliole vengono indicate le specie: *Solea vulgaris*, *S. impar*, *S. kleinii* (VARAGNOLO, 1967).

Per confronto ho preso in esame anche la produzione degli altri HETEROSOMATA ivi prodotti ed aventi una propria voce di mercato:

<i>Platichthys flesus</i>	voce di mercato	Passara, passarin
<i>Rhombus maximus</i>		
<i>Rhombus laevis</i>	»	Rombi

Diverse altre specie di HETEROSOMATA sono più o meno comuni nel mercato di Chioggia (*Arnoglossus* sp., *Solea* sp. etc.) ma sono comprese in voci di comodo quali « broeto », « fritura » etc. che includono anche specie ittiche molto diverse (VARAGNOLO, 1967; Mozzi, 1967).

Ho avuto a disposizione anche i dati dell'immediato dopo guerra, dal 1945 al 1949 ma non ho creduto di utilizzarli perché riflettenti, come è intuibile, una situazione di rapido assestamento. Ad esempio, i passerini, prodotto della pesca lagunare e costiera, che avevano sopportato il notevole peso delle necessità contingenti, subiscono un fortissimo calo in questi cinque anni mentre la pesca delle Sogliole e dei Rombi, di mare aperto, guadagna di anno in anno vigore.

I dati sono stati posti in grafico (vedi Tabella 1).

### RISULTATI

#### *Sogliole (Solea sp.)*

La produzione di Sogliole presenta un andamento nettamente ciclico (i cicli sono calcolati dall'inizio della fase ascendente fino alla fine della fase discendente).

— 1950-1958	ciclo di 9 anni in cui sono stati prodotti complessivamente:	1.310.648 kg di Sogliole
— 1959-1964		1.360.283 »
— 1965-1969		1.040.486 »

Il periodo 1959-1964 comprende l'anno di introduzione del Rampone. Il periodo 1965-1969 potrebbe non essere ancora concluso, comunque, finora non sembra differire sostanzialmente dai periodi precedenti ed in particolare dal 1° periodo.

#### *Rombi (Rhombus sp.)*

Questa specie, anche se viene catturata non infrequentemente con il rampone, è più spesso insidiata con altri mezzi (Palangresi di fondo).

Ne ho esaminata la produzione proprio per vedere se l'azione del nuovo attrezzo si esplica anche sulla produzione di codesta specie ittica.

In questo grafico si possono riconoscere 4 periodi: 1950-54, 1955-57, 1958-64, 1965-69.

La flessione del 1954 è molto più breve delle altre, per questo potrebbe essere considerata come un particolare momento di un periodo più lungo (1950-57); l'andamento della produzione di Rombi, presenterebbe allora, a somiglianza della Sogliola, tre periodi:

1950-57:	con una produzione totale di	108.578 kg di Rombi
1958-64:	»     »     »     »     »	131.707     »     »     »
1965-69:	»     »     »     »     »	87.310     »     »     »

L'ultimo ciclo forse non è ancora concluso.

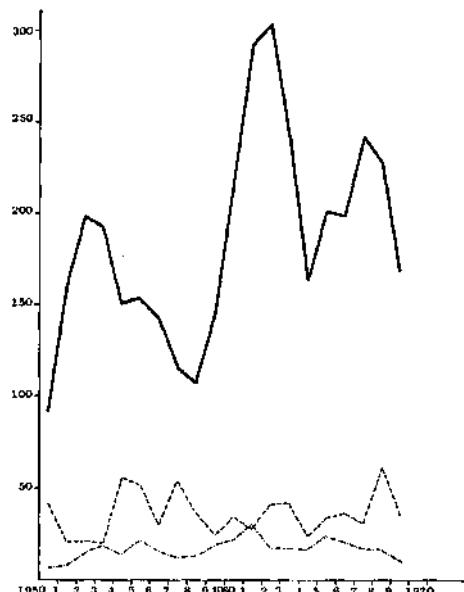
*Passerini (Platichthys flesus)*

La cattura di questa specie col Rampone è abbastanza rara ma è stata ugualmente esaminata per gli stessi motivi detti a proposito dei Rombi. Essa presenta un andamento con cicli brevi, per lo più di tre anni:

1950-53 (4 anni):	in cui vennero prodotti in totale 103.607 kg di passerini
1954-56 (3 anni):	» » » » » 136.423 » » »
1957-59 (3 anni):	» » » » » 116.220 » » »
1960-61 (2 anni):	» » » » » 61.929 » » »
1962-64 (3 anni):	» » » » » 82.456 » » »
1965-67 (3 anni):	» » » » » 100.664 » » »
1969-69 (2 anni):	» » » » » 97.430 » » »

L'ultimo ciclo probabilmente non è ancora concluso.

Le tre specie mostrano andamenti diversi.



**FIG. 1.** Andamento della produzione di Solea (-----), Rhombus (— — .) e di Platichthys (- - - ) secondo i dati del Mercato Ittico all'Ingrosso di Chioggia.

Il confronto dei grafici della produzione di queste specie sembra far intuire l'esistenza di rapporti tra ciascuna specie e le altre due.

Esaminando i grafici di *Solea* e *Rhombus* si nota che essi seguono un andamento abbastanza simile, distinto in tre periodi di cui quello centrale

comprende il 1960, anno di introduzione del Rampone, ed è quello che presenta una produzione maggiore anche nei singoli anni.

*Solea* e *Platichthys* mostrano (per lo meno nel grafico) una tendenza a vicariarsi, poiché a periodi di maggiore produzione di *Solea* corrispondono, anche se approssimativamente, periodi meno abbondanti nella produzione di *Platichthys*.

Ed esaminando insieme i grafici di *Rhombus* e *Platichthys* si nota come ad un periodo di maggior cattura in una specie corrispondano periodi di minor cattura dell'altra, con un andamento che ricorda le fluttuazioni periodiche di speci conviventi di cui l'una si nutre dell'altra, (VOLTERRA, 1926) (si noti la coincidenza: il Rombo è una specie tipicamente predatrice mentre il passerino è una specie tipicamente innocua agli altri pesci (D'ANCONA, 1926).

In questo senso, se verrà dimostrata la dipendenza di queste due specie, la depressione del 1954 in *Rhombus* potrebbe avere un significato diverso da quanto ipotizzato precedentemente, poiché corrisponde ad un periodo di abbondante produzione di *Platichthys*.

#### OVERFISHING

È noto che in una popolazione ittica, dal punto di vista della sua dimensione, vengono distinti diversi parametri.

- *Reclutamento* di nuovi individui.
- *Accrescimento* della quantità ponderale dello stock.
- *Mortalità* (predazione, parassitismo, senilità, o altre cause).

La differenza fra incremento e decremento costituisce la «disponibilità annua utilizzabile per la pesca» (YIELD); se lo «yeld» supera questa differenza si ha la sovrapesca, od «overfishing», che si rende evidente con un brusco calo della produzione.

Con una certa intensità di pesca si ottiene la stabilizzazione del prodotto ad un certo livello: con una pesca più intensa ad un livello più basso.

Tra i vari livelli ai quali uno stock ittico può essere stabilizzato non tutti sono però egualmente convenienti.

In particolare un indice che la convenienza viene a mancare può apparire dall'aumento dello sforzo necessario a catturare lo stesso quantitativo.

Se dunque una marineria peschereccia, pur producendo lo stesso quantitativo registra un costante aumento dello sforzo (cavallaggio, n° barche, etc.) si può parlare di overfishing o, quanto meno, di tendenza all'overfishing.

Da questo punto di vista, la flotta peschereccia di Chioggia, esaminata nel suo andamento complessivo presenta nel periodo considerato una tendenza ad aumentare cavallaggio (Tab. I).

TAB. 1. Andamento del cavallaggio per barche da 11 TSL in su della flotta peschereccia di Chioggia (da Mozzi, 1967).

Anno	N. pescherecci	HPA totale
1955	182	13417
1956	190	14549
1957	188	14806
1958	188	15016
1959	203	16787
1960	195	16362
1961	193	15717
1962	194	16343
1963	193	17501
1964	187	17684
1965	172	18257

Dalla Fig. 2 si nota come a questo aumento del cavallaggio corrisponda una maggior produzione del prodotto globale, sino agli anni 1959-1961, in cui si ha il massimo incremento del prodotto totale seguito da una diminuzione

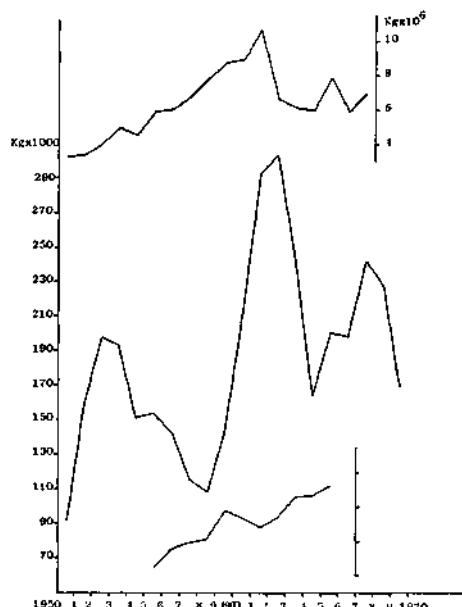


FIG. 2. Dall'alto: Prodotto totale del Mercato Ittico all'ingrosso di Chioggia (escluse le importazioni). Prodotto di Solea sp. al Mercato Ittico all'ingrosso di Chioggia. Andamento del cavallaggio (secondo Mozzi, 1962) della flotta peschereccia di Chioggia.

del tutto temporanea (1962-1963) (Fig. 2) è in particolare come al momento di produzione massima corrisponda nel cavallaggio una fase di contrazione seguita da ripresa.

E' anche evidente come proprio in questi anni, dal 1960 al 1962 si abbiano le maggiori catture di *Solea* seguite, sino al 1964, dalla caduta di fine ciclo.

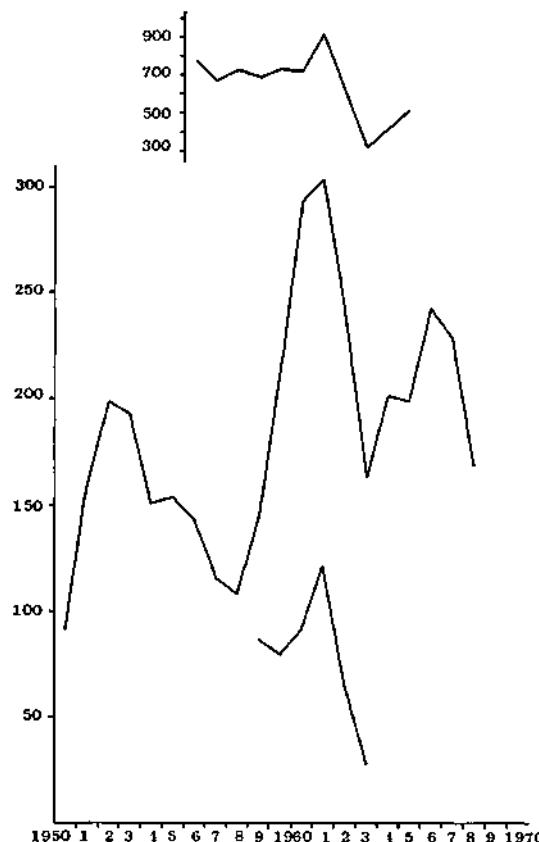


FIG. 3. Andamento nella produzione di *Solea* sp. (dall'atto) secondo Piccinetti, Pagotto, Scaccini.

Il massimo per la *Solea* appare di poco successivo al massimo globale, e ciò sembrerebbe logico, essendo la *Solea* predatrice del benthos, a sua volta ampiamente rappresentato nel prodotto totale (Mozzi, VARAGNOLO, 1967). Dai dati sin qui esposti si rilevano dunque i seguenti fatti:

a) A Chioggia l'andamento a grandi cicli della produzione di *Solea* sp. non mostra, dopo la introduzione del Rampone, la tendenza ad assestarsi ad un livello diverso dai precedenti periodi (la maggior abbondanza del periodo

a cavallo del 1960 può essere spiegata inquadrandolo nell'aumento generale del pescato di quegli anni; al massimo si può pensare che l'introduzione del Rampone abbia contribuito ad esaltare un fenomeno in atto).

b) Lo sforzo della flotta peschereccia di Chioggia non si è evoluto senza profitto nei riguardi queste specie di HETEROSOMATA.

Per questi motivi non sembra quindi che presentemente a Chioggia si possa parlare di un fenomeno di overfishing a carico della *Solea* sp. né, per le stesse ragioni, a carico degli altri HETEROSOMATA in esame.

Pare allora interessante rivedere alla luce di quanto esposto l'andamento della cattura di *Solea* nell'Adriatico Centro Occidentale secondo il grafico di SCACCINI & FURLANI (1965) e secondo il grafico di PICCINETTI, 1967 (Fig. 3).

Il grafico dei dati di SCACCINI & FURLANI relativo alla cattura di Sogliole nell'Adriatico centro occidentale copre un arco di 5 anni (1959-60-61-62-63) ed il suo andamento ricalca abbastanza bene quella parte del grafico della produzione di Sogliole di Chioggia relativa agli stessi anni (Tab. 2):

TAB. 2.

Anni	Chioggia	Adriatico centro-occidentale
1959	Ascendente	Discendente
1960	»	Asc.
1961	»	»
1962	Disc.	Disc.
1943	»	»

Data la concordanza del grafico di SCACCINI & FURLANI con quello dell'andamento della produzione di Sogliole di Chioggia, ove non sembra esservi overfishing, e dato il troppo breve intervallo di tempo esaminato, non sembra allora giustificato parlare di overfishing.

Il grafico di PICCINETTI invece, che comprende un periodo circa doppio di quello di SCACCINI & FURLANI, sempre per l'Adriatico Occidentale, può essere suddiviso in più parti:

- Dal 1956 al 1960 con produzione livellata;
- 1961 aumento della produzione;
- 1962-63 forte diminuzione;
- 1964-65 sintomi di ripresa.

In questo grafico effettivamente si nota una perturbazione caratterizzata da un breve aumento seguito da una brusca caduta della produzione e poi un accenno di ripresa, ma:

1) Il picco di massima produzione corrisponde ancora una volta al picco centrale del grafico di produzione delle Sogliole di Chioggia ed in particolare nella fase descendente è in accordo anche con il grafico dell'Autore precedente.

2) La fase di ripresa non è probabilmente considerata nella sua intierezza e perciò non si può dire a che livello l'equilibrio si ristabilisca, tanto più che nel complesso il ritorno ai primitivi valori può essere conseguito con rapidità sorprendente (WESTEMBERG, 1960).

3) Il numero di anni considerato è ancora forse troppo breve per poter trarre dei giudizi definitivi di overfishing.

#### CONCLUSIONI

1) La produzione di HETEROSOMATA a Chioggia è ciclica in tutte le specie considerate.

2) Sembra che tra ciascuna specie e le altre due intercorrano dei rapporti:

a) *Solea* e *Rhombus* sembrano seguire un loro ritmo abbastanza ampio (3 cicli in 20 anni).

b) *Solea* e *Platichthys* paiono in certo qual modo vicariarsi.

c) I grafici di *Platichthys* e *Rhombus*, se esaminati insieme ricordano il comportamento di specie conviventi di cui una sia predatrice dell'altra.

3) La produzione di HETEROSOMATA, e di *Solea* in particolare, non sembra si sia assestata, dopo l'introduzione del Rampone a livelli diversi dal periodo precedente.

4) L'incremento del prodotto della flotta peschereccia di Chioggia si è evoluto, con buona approssimazione con l'incremento dello sforzo della flotta stessa.

5) Per le considerazioni fatte ai punti 1, 3 e 4 sembra di poter concludere che a Chioggia non vi siano, presentemente, elementi sufficienti per una diagnosi di overfishing a carico degli HETEROSOMATA in generale e di *Solea* sp. in particolare.

6) Il confronto con l'andamento della produzione della *Solea* sp. in Adriatico centro-occidentale presentato da altri A.A. fa rilevare:

a) grafico SCACCINI - FURLANI: copre un periodo troppo breve, probabilmente già scosso da una perturbazione della produzione di carattere generale, perché si possa parlare con sicurezza di overfishing;

b) grafico PICCINETTI: pur riferendosi ad un periodo più lungo del precedente si presta alle stesse critiche, anche se obiettivamente da questo grafico si ricava a prima vista l'impressione di un sintomo di overfishing.

**BIBLIOGRAFIA**

- DANCONA U., 1926: Della stasi peschereccia del periodo 1914-18 sul patrimonio ittico dell'Alto Adige. Com. Talass. It. Mem. 126, 5-93.
- , 1950: Rilievi statistici sulla pesca nell'Alto Adriatico. Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Art. AA. 1940-50, Tomo CVIII, classe di Scienze Lettere ed Arti.
- , 1964: Dagli equilibri biologici alla teoria della pesca. La Ricerca Scientifica, anno 34°, Serie 2, parte 1<sup>a</sup> 4 (9-10), 251-268.
- GHIRARDELLI E., 1959: Contribution à l'étude de la biologie des Soles (*Solea solea L.*) en moyenne Adriatique. Proc. Gen. Fish. Conc. Med. 5, 481-487.
- MARINA MERCANTILE 1961: Ministero Marina Mercantile: Comportement du Chalut pour la pêche des Soles. Proc. gen. Fish. Counc. Med. 6, 251-252.
- MATTA F., 1958: La pesca a strascico nell'arcipelago Toscano. Boll. Pesca Pis. e Idrob. anno XXXIV, 12.
- , 1961: Preliminary note on the catching of Soles by the « Rapido » trawl net. Proc. gen. Fish. Counc. Med. 6, 159-162.
- MOZZI C., 1967 a: Notizie sulla pesca con la saccoleva da parte della flotta di Chioggia. Arch. Ocean. Limn. Suppl. 15°, 5-46.
- , 1967 b: Notizie sulla flotta di Chioggia e Venezia. Arch. Ocean. Limn. Suppl. 15°, 245-286.
- PICCINETTI C., 1967: Studio delle variazioni della produzione delle Sogliole nell'Adriatico occidentale in rapporto agli attrezzi di pesca utilizzati. Note Lab. Biol. Mar. e Pesca Fano. 20 (4), 57-58.
- SCACCINI A. & F. FURLANI, 1965: La pêche des Soles dans l' Adriatique occidentale selon les éngiens utilisés. Proc. Gen. Fish. Counc. Medit. 8, 385-386.
- VARAGNOLO S., 1967: Analisi della produzione ittica dei mercati di Chioggia e Venezia. Arch. Ocean. Limn. Suppl. 15, 201-235.
- , 1968: Analisi della produzione ittica dei mercati di Chioggia e Venezia. Arch. Ocean. Limn. 15, 201-235.
- WESTEMBERG J., 1960: Il meccanismo delle fluttuazioni nelle popolazioni e gli Aumenti e Diminuzione della pesca non limitata. Arch. Ocean. Limn. 11, 47-61.
- , 1960: Teorie delle Popolazioni e condotta della Pesca. Arch. Ocean. Limn. 11, 265-273.
- WILDER D. G., 1968: Trends in Canadian Lobster Fishery. The Canadian Scientist. 8-10.

Dr. G. PAGOTTO, Lab. Tecnologia della Pesca, C.N.R., Molo Mandracchio, Ancona.

## Selezione operata dal flusso dell'acqua di mare sull'insediamento del fouling all'interno di tubazioni

di

GIULIO RELINI e GIUSEPPE G. ROSSI

(Dal Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli - C.N.R., Genova)

17 Figure

**Summary.** The influence of velocity of sea water currents on fouling settlement in the conduits.

The possibility of the prevention of fouling settlement in sea water intake by velocity of water current has been examined also in relation to a decrease in the use of toxic substances which contribute to the pollution of the sea.

By experimental apparatus were determined the apparent limiting velocities for settlement of principal fouling organisms in continuous and alternate flow of the water. Also the influence of the velocities on growth of fouling (particular by *B. amphitrite* DARWIN, *Hydroides elegans* HASWELL and *Serpula concharum* LANG) was examined.

**Riassunto.** Viene esaminata la possibilità di prevenire l'insediamento del fouling all'interno di condotte in cui circoli acqua di mare agendo solo sulla velocità del flusso d'acqua anche allo scopo di eliminare l'uso di sostanze tossiche che, immesse nelle tubazioni, finiscono poi in mare contribuendo al suo inquinamento.

Mediante un apposito dispositivo sperimentale vengono stabiliti i valori minimi della velocità dell'acqua in flusso continuo ed alternato (24 ore di pausa) per i quali l'insediamento dei principali organismi del fouling risulta impedito.

Viene anche esaminata l'influenza della velocità del flusso dell'acqua di mare sull'accrescimento degli organismi ed in particolare dei Balani (*B. amphitrite* DARWIN) e dei Serpulidi (*Hydroides elegans* HASWELL, *Serpula concharum* LANG).

### INTRODUZIONE

Le domande che frequentemente vengono poste dai progettisti di condotte nelle quali circola acqua di mare, come quelle — ad esempio — dei sistemi di raffreddamento di centrali termoelettriche, sono:

- 1) Quali sistemi sono più efficaci per prevenire il fouling?
- 2) Quale velocità deve raggiungere il flusso d'acqua e quali caratteristiche devono avere le condotte affinché sia impedito l'insediamento degli organismi?

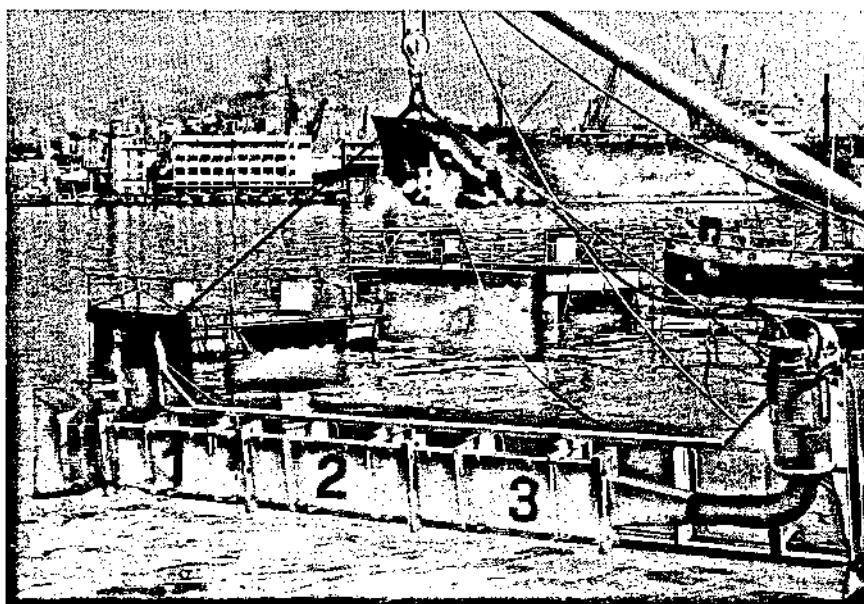
La risposta a tali quesiti riveste un notevole interesse non solo pratico, ma anche scientifico, per la migliore conoscenza della biologia e della ecologia degli organismi che costituiscono quella associazione di substrato duro artificiale chiamata fouling. Inoltre se si riuscisse a prevenire l'insediamento del fouling nelle condotte sfruttando solo la velocità del flusso dell'acqua, si porterebbe un contributo alla diminuzione delle fonti di inquinamento chimico costiero, poiché non sarebbe più necessario immettere nell'acqua circolante all'interno delle

condotte stesse sostanze tossiche per gli organismi, sostanze che poi finiscono in mare ed alcune delle quali possono accumularsi attraverso i vari anelli della catena alimentare, costituendo un pericolo per l'ecosistema e per l'uomo stesso.

I dati rinvenibili in letteratura sugli effetti della velocità del flusso dell'acqua nei riguardi dell'insediamento sono piuttosto limitati e dovuti in gran parte a SMITH (1946), DOOCHIN & SMITH (1951), CRISP (1953, 1955), CRISP & STUBBINGS (1957). Per la discussione dei risultati di questi lavori rimandiamo a BARNES (1970) e ad un nostro lavoro (RELINI & Rossi, 1972 rapp. int.) che verrà pubblicato.

#### MATERIALI E METODI

Al fine di dare una prima risposta ai quesiti di cui sopra, presso il Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli, è stato messo a punto un dispositivo sperimentale per lo studio dell'insediamento in diverse condizioni del flusso d'acqua. Tale appa-

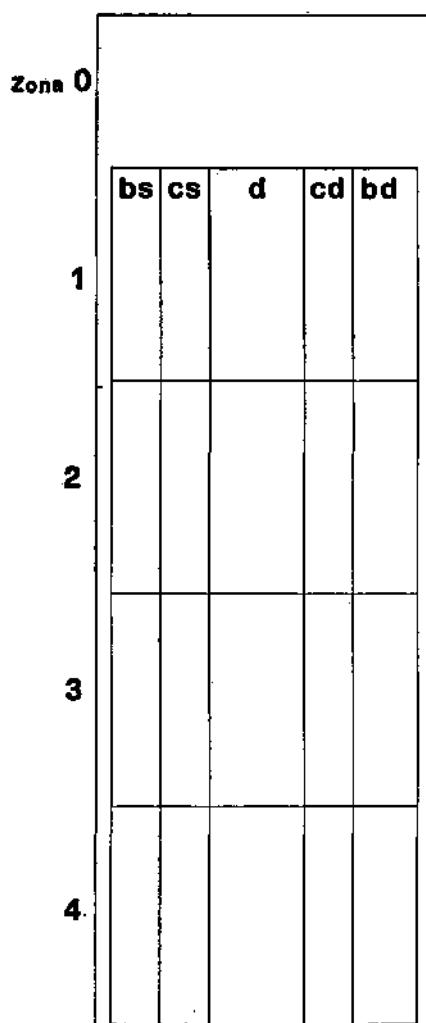


**FIG 1.** Visione complessiva della condotta con pompa sulla destra. La condotta è divisa in tre settori (indicati con 1, 2, 3) a sezione interna via via più piccola, in modo da ottenere tre diverse velocità di flusso con una medesima portata.

recchiatura, già descritta in un altro lavoro (TREVIS & MOLLICA, 1972) e consistente in condotte a sezione rettangolare con pompa posta all'uscita (Fig. 1), era immersa in mare nell'avamposto di Genova ove da diversi anni sono in corso ricerche sul fouling (MOR, 1961; GERACI & RELINI, 1970; RELINI, 1962, 1964 a e b, 1968, 1969; RELINI & GIORDANO, 1969). Mentre per la dettagliata descrizione dell'attrezzatura e del suo funzionamento

rimandiamo, come già accennato, a lavori più ampi (TREVIS & MOLICA, 1972; RELINI & ROSSI, 1972), ci limitiamo a far rilevare che il flusso dell'acqua poteva essere regolato a piacere e poiché una condotta risulta costituita da tre sezioni diverse, tre erano le velocità esaminate contemporaneamente. Le superfici interne sulle quali veniva controllato l'insediamento erano lastre estraibili di materiale fibro-cementizio autoclavato.

Oltre ai pannelli posti all'interno delle condotte, ne è stato immerso uno di controllo all'esterno delle condotte stesse, in zona d'ombra, in modo che le Alge



**FIG. 2.** Schema di suddivisione della superficie del pannello (31,5 x 100 cm) in materiale fibro-cementizio. Il conteggio degli organismi è stato effettuato per tutte le zone (1, 2, 3, 4) eccetto che per la zona 0. Il pannello è stato ancora diviso in colonne: bordo destro e sinistro (bd e bs), colonna intermedia destra e sinistra (cd e es) e colonna centrale d. Quest'ultima soltanto viene considerata rappresentativa della velocità impiegata.

(escluse per il momento dal piano sperimentale) turbassero al minimo l'insediamento. Tutti i pannelli, prima di essere impiegati, venivano immersi in mare per almeno 10 giorni e quindi ripuliti accuratamente al fine di eliminare eventuali sostanze che avrebbero potuto interferire con l'insediamento.

Poiché la velocità dell'acqua all'interno della condotta variava, come ovvio, passando dal centro alla periferia, i pannelli sono stati divisi in diverse zone (Fig. 2) delle quali solo la « d » è rappresentativa della velocità voluta. Pertanto i risultati (numero di individui di ogni specie per ciascuna velocità) vengono espressi in relazione alle zone indicate nella Fig. 2.

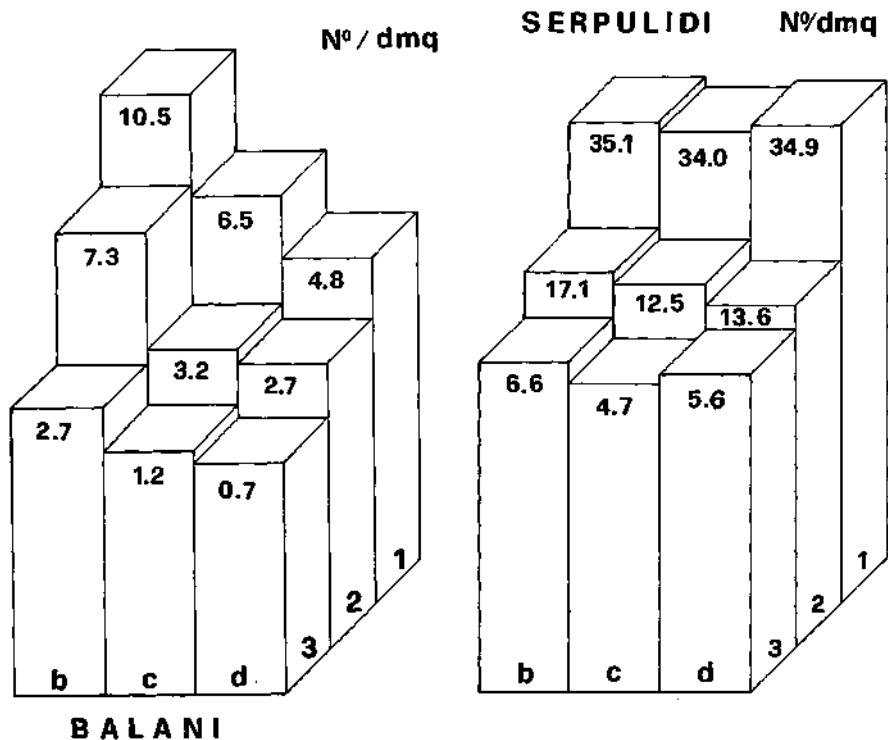


FIG. 3 e 3 bis. I presenti diagrammi sono stati ottenuti sommando i valori dei conteggi delle colonne  $bs$  e  $bd$  (b),  $cs$  e  $cd$  (c) di tutte le quattro zone, i numeri 1, 2, e 3 indicano i tre settori e quindi le tre velocità ottenute contemporaneamente con la medesima portata d'acqua. In particolare la Fig. 3 (BALANI) si riferisce alta prova effettuata dal 28 luglio al 10 agosto 1971 impiegando una portata di 300  $l/min$  e con velocità di 0,41 m/sec nel primo settore, 0,50 m/sec nel secondo e 0,62 m/sec nel terzo settore.

La Fig. 3 bis (SERPULIDI) riporta i valori del conteggio dei Serpulidi ( $N./dmq$ ) effettuato durante una prova svolta dal 25 agosto all'8 settembre 1970 impiegando le velocità di 0,38, 0,46, 0,58 m/sec.

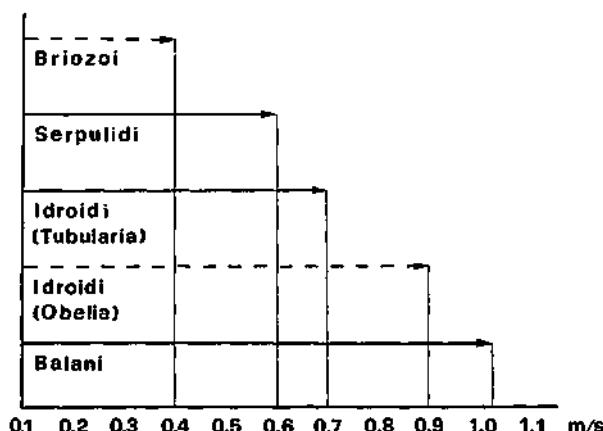
La presenza di larve durante l'esperienza è stata controllata facendo filtrare una certa quantità d'acqua attraverso un retino da plancton. D'altra parte l'intenso insediamento all'uscita del tubo di scarico ed in alcuni punti della struttura, sono una eloquente conferma - anche nelle prove in cui non vi è stato insediamento sulle lastre - della perfetta efficienza del dispositivo sperimentale. Allo scopo di evitare

possibili perturbazioni sul plancton circostante le condotte immerse in mare, lo scarico dell'acqua è stato effettuato al di là del molo.

Per tutto il periodo delle prove, svolte durante l'estate del 1970 e del 1971, sono stati eseguiti sistematici rilevamenti idrologici e campionamenti di plancton. Al momento dell'esame dei pannelli la condotta con la pompa veniva sollevata mediante apposito bigo sul molo; si separavano quindi le tre sezioni ermeticamente riunite e si estraevano i pannelli per procedere all'esame dell'insediamento. Tale controllo veniva eseguito settimanalmente: i pannelli venivano fotografati e gli organismi insediati riportati su una sorta di mappa del pannello (Fig. 3 e 3 bis).

#### OSSERVAZIONI

Col dispositivo sperimentale sopra descritto sono state determinate le velocità limite (Fig. 4) di flusso dell'acqua al di là delle quali i principali animali costituenti il fouling non riescono ad insediarsi. Gli organismi più resistenti sono

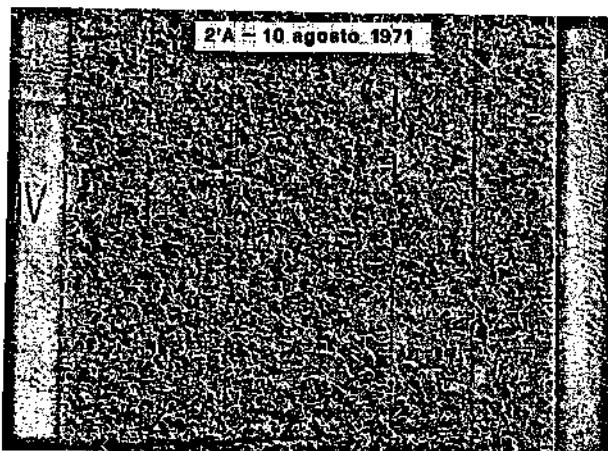


**FIG. 4.** Limiti delle velocità (m/sec) del flusso d'acqua di mare oltre i quali non si verifica (nel dispositivo sperimentale adottato) l'insediamento di alcuni dei principali organismi del fouling.

i Balani, in particolare *B. amphitrite* che è la specie più abbondante nelle acque portuali. La velocità limite per l'insediamento dei Balani risulta essere intorno ad 1 m/sec, per i Serpulidi intorno a 0,5-0,6 m/sec, per i Briozi e gli Ascidiacei valori inferiori a 0,4 m/sec; gli Idroidi del genere *Obelia* hanno un comportamento anomalo, forse perché insediati negli angoli si sono accresciuti rapidamente verso il centro del pannello. L'idroide *Tubularia mesembrianthemum* sembra avere un limite intorno a 0,6-0,7 m/sec. Non sono stati rilevati valori per i Mitili poiché nel periodo delle esperienze questi bivalvi non si insediano preferendo essi i mesi primaverili. Ma anche in primavera i Mitili si insediano generalmente,



**FIG. 5.** Piastra del primo setore immersa in mare per una settimana e non sottoposta ad alcun flusso d'acqua.



**FIG. 6.** Piastra del secondo setore (vedi Fig. 5).



**FIG. 7.** Piastra del terzo setore (vedi Fig. 5).

almeno per quanto riguarda il porto di Genova, su pannelli già coperti da fouling.

Col medesimo dispositivo sperimentale abbiamo voluto anche controllare 1) se le alte velocità di flusso d'acqua influiscono sul fouling già insediato ed inoltre 2) se interruzioni di 24 ore del flusso ad alta velocità siano sufficienti a permettere l'insediamento.

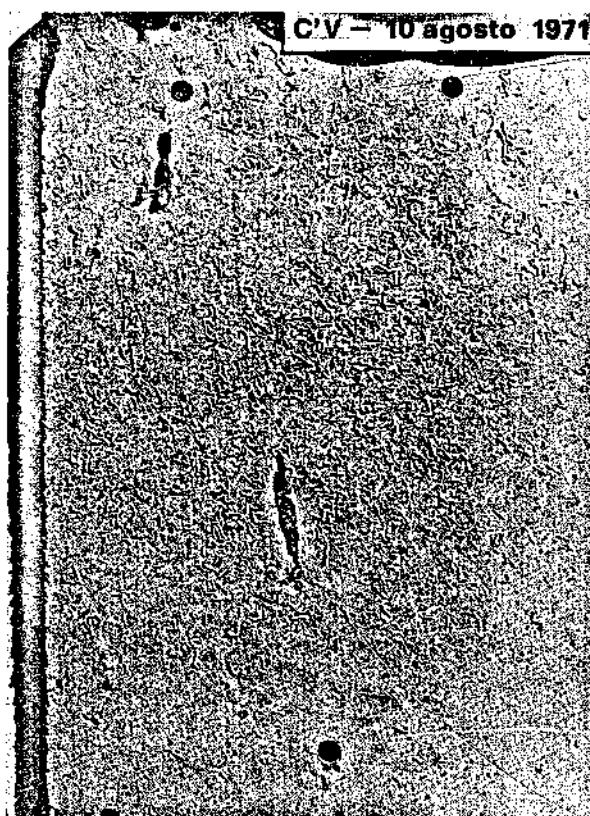


FIG. 8. Pannello di controllo (20 x 30 cm) (vedi Fig. 5).

I risultati che abbiamo conseguito, per quanto preliminari, sono abbastanza significativi. Per quanto concerne il primo argomento sono stati utilizzati pannelli già insediati da organismi di fouling (Fig. 5, 6, 7, 8), soprattutto Balani e Serpulidi, cioè i pannelli sono rimasti immersi prima di essere posti nelle condotte per una settimana sotto le zattere sperimentali ormeggiate nell'avamparto di Genova. Questi pannelli sono stati osservati dopo essere stati sottoposti per una settimana (Fig. 9, 10, 11, 12) e per due settimane (Fig. 13, 14, 15, 16) ad un flusso d'acqua ad alta velocità.

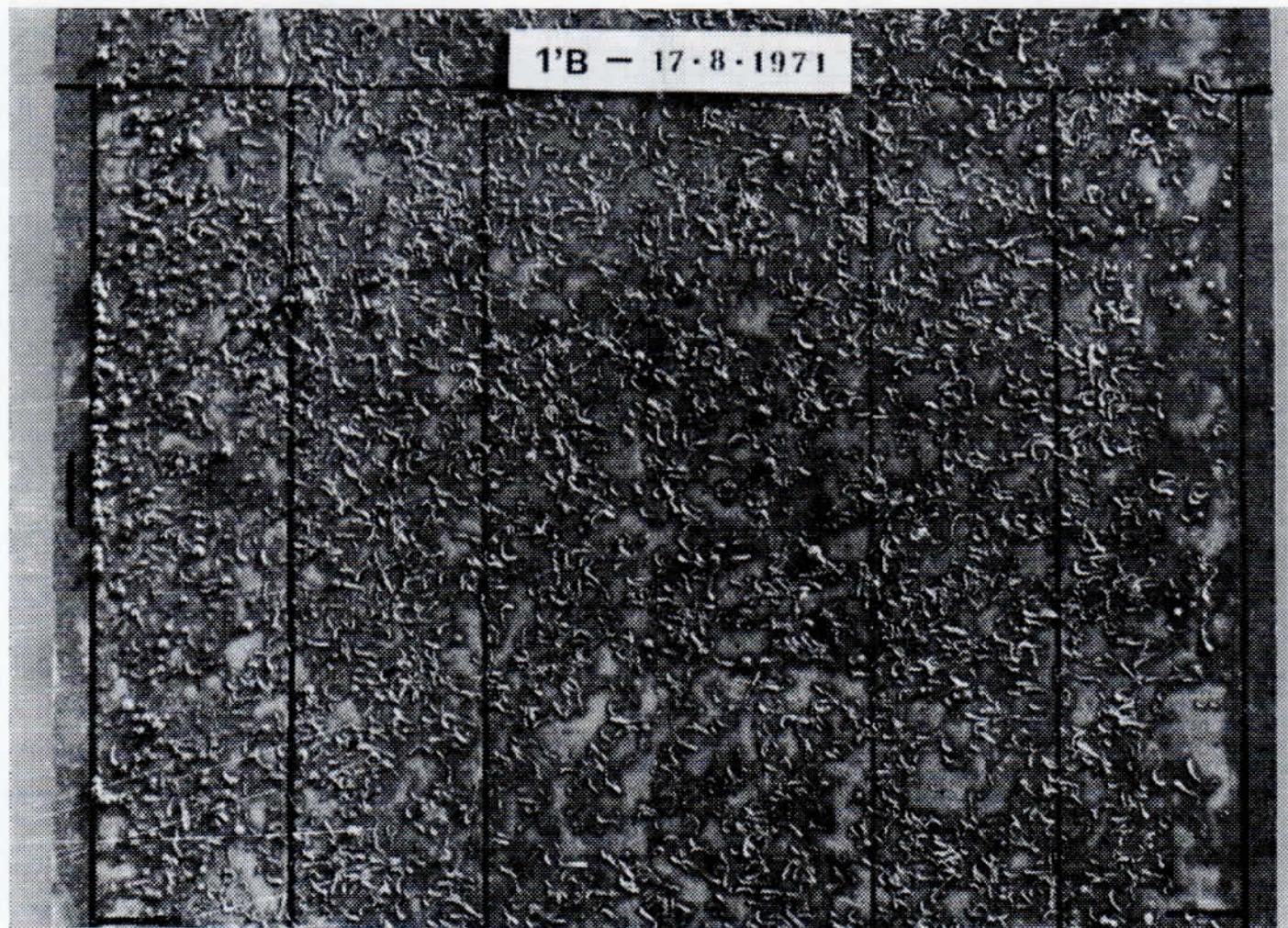


FIG. 9. Pannello del primo settore (Fig. 5) sottoposto per una settimana ad un flusso d'acqua con velocità dell'ordine di 2 m/sec.

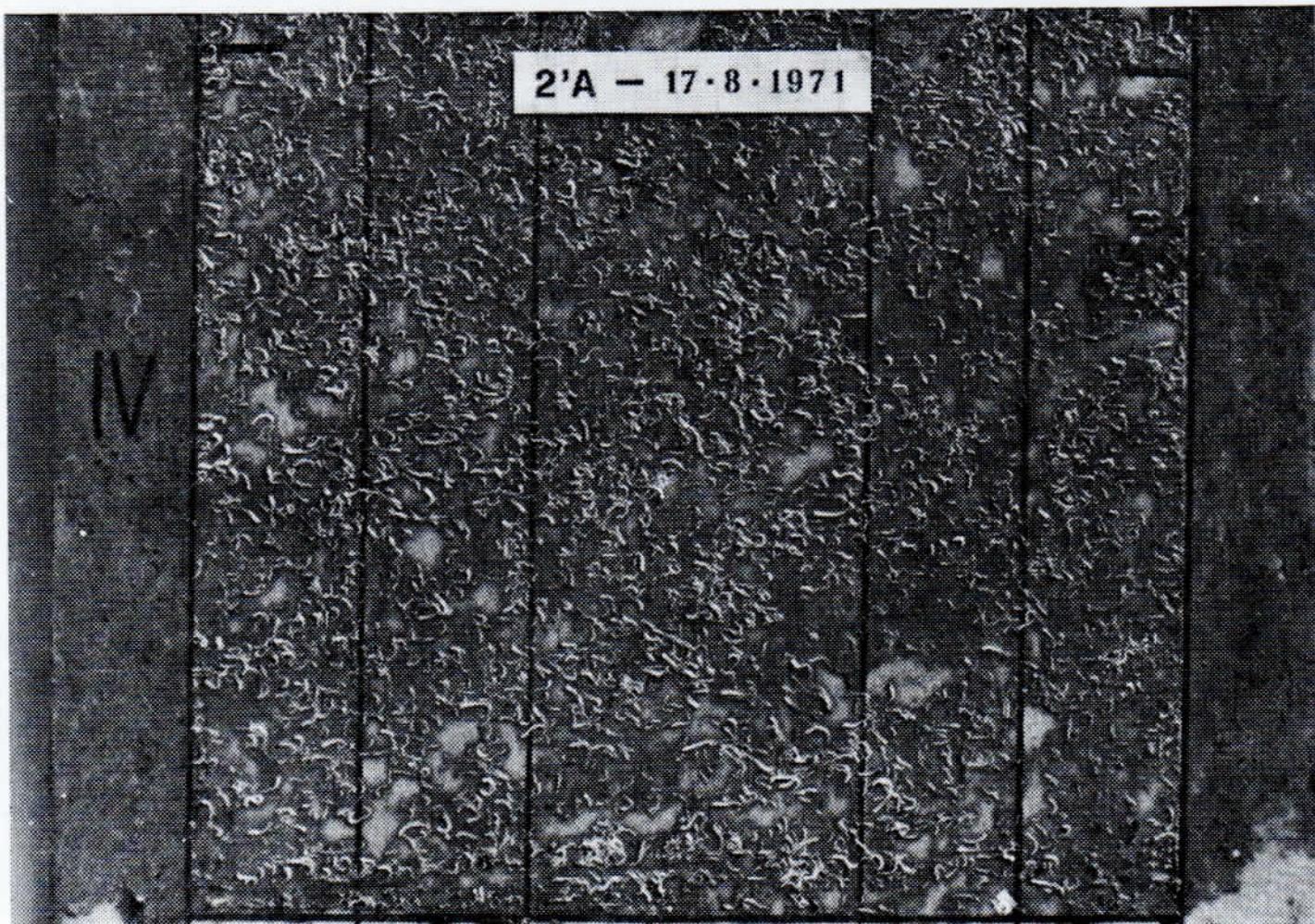


FIG. 10. Pannello del secondo settore (Fig. 6) sottoposto per una settimana ad un flusso d'acqua con velocità pari a 2,5 m/sec.



FIG. 11. Pannello del terzo settore (Fig. 7) sottoposto per una settimana ad un flusso d'acqua con velocità pari a 3,12 m/sec.

Il comportamento dei Balani e dei Serpulidi si è dimostrato nettamente diverso nei confronti del medesimo flusso d'acqua. I Serpulidi infatti arrestano la loro crescita o addirittura si nota una piccola rarefazione dovuta alla asportazione di qualche guscio. In altre parole i Serpulidi sottoposti ad un flusso



FIG. 12. Pannello di controllo (Fig. 8) immerso per una settimana in vicinanza della condotta, in zona d'ombra.

d'acqua di mare con velocità dell'ordine di 2 m/sec non sono più in grado di accrescere.

I Balani invece mostrano una resistenza maggiore: sottoposti ad un flusso d'acqua di circa 2 m/sec sono ancora in grado di accrescere anche se in misura leggermente ridotta rispetto alla piastra di controllo. Al termine della prova, ossia dopo due settimane di esperienza, sulle piastre del primo settore (velocità 2 m/sec) si ha una popolazione di Balani (Fig. 13) con dimensioni assai vicine a

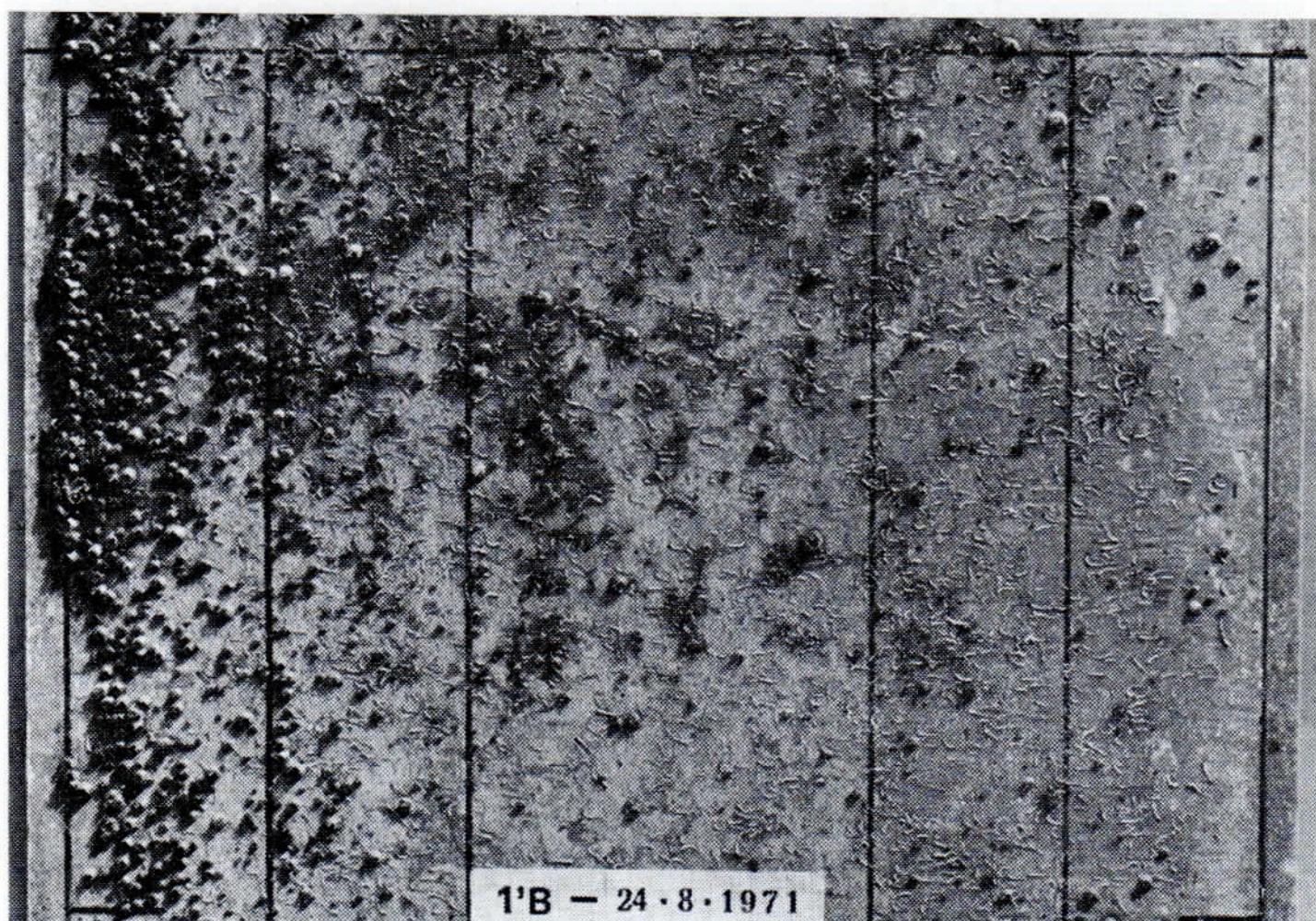


FIG. 13. Pannello del primo settore (Fig. 5 e 9) dopo due settimane di permanenza nella condotta (velocità 2 m/sec.).



FIG. 14. Pannello del secondo settore (Fig. 6 e 10) dopo due settimane di permanenza nella condotta (velocità 2,5 m/sec.).

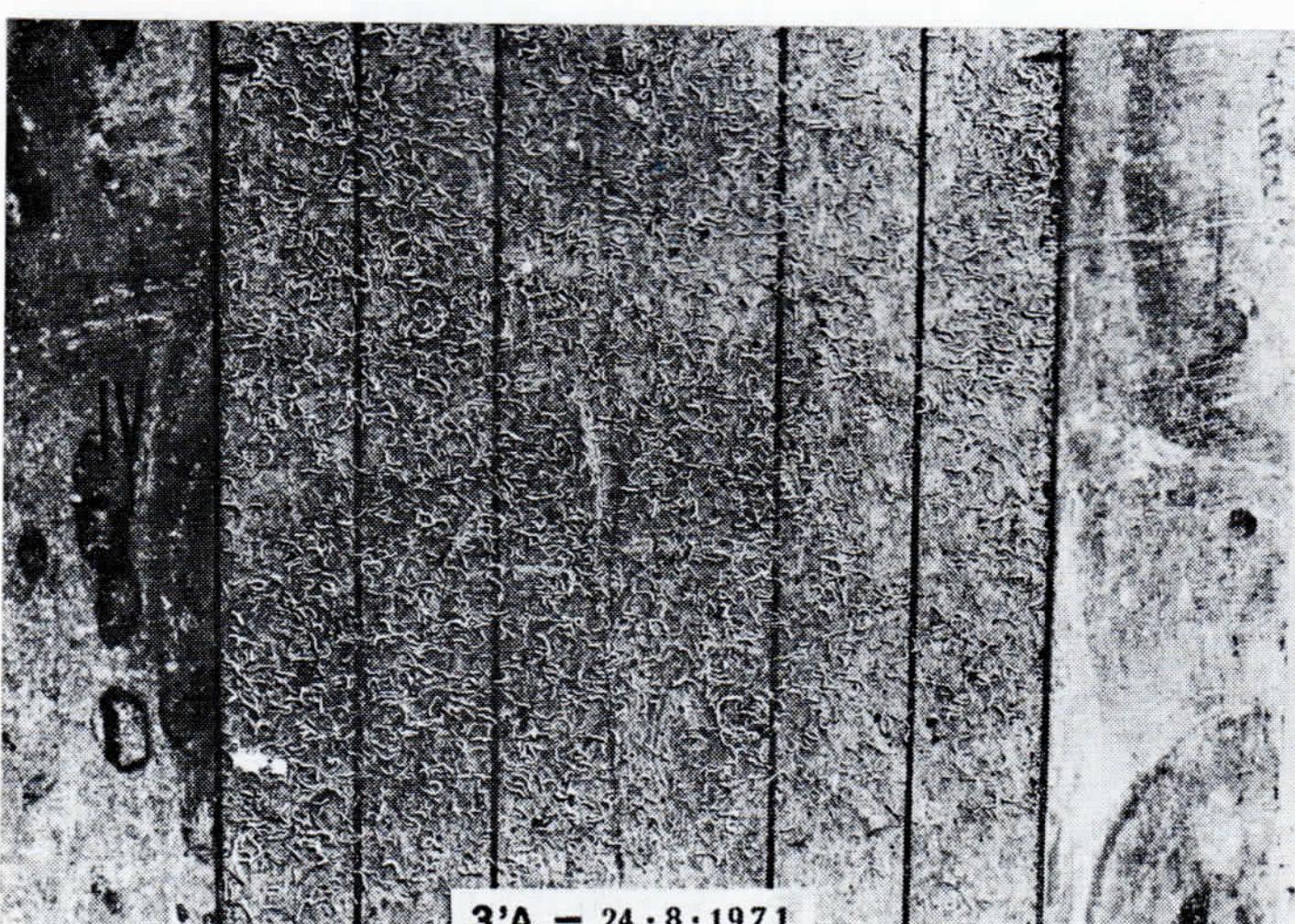


FIG. 15. Pannello del terzo settore (Fig. 7 e 11) dopo due settimane di permanenza nella condotta (velocità 3,12 m/sec.).

quelle riscontrate per i Balani della piastra di controllo osservati dopo una settimana di esperienza (Fig. 12). Possiamo quindi affermare, anche se sono necessarie ulteriori verifiche, che i Balani sottoposti ad un flusso d'acqua di circa 2 m/sec praticamente dimezzano la loro velocità di crescita. Da rilevare che a velocità più basse (al di sotto della velocità limite di insediamento) l'accrescimento di questi Cirripedi appare più rapido che non sulle piastre di controllo.



FIG. 16. Pannello di controllo dopo due settimane di immersione nelle vicinanze della condotta (Fig. 8 e 12).

Nel secondo settore del condotto sperimentale (velocità 2,5 m/sec) i Serpulidi pur non accrescendosi non mostrano neppure una accentuata rarefazione dovuta al distacco di gusci. Lo stesso si rileva anche nel terzo settore in cui l'acqua di mare circola con velocità superiore ai 3 m/sec.

I Balani sottoposti ad un flusso d'acqua di 2,5 m/sec rallentano ulteriormente il loro ritmo di crescita; se consideriamo i Balani del secondo settore dopo due

settimane dall'inizio dell'esperienza (Fig. 14) si nota che le dimensioni corrispondono a quelle dei Balani del primo settore (velocità 2 m/sec) dopo una settimana di esperienza (Fig. 9). Possiamo quindi affermare, sempre con una certa cautela, che la velocità di crescita dei Balani sottoposti ad un flusso d'acqua di 2,5 m/sec risulta diminuita di circa quattro volte rispetto a quanto avviene sulla piastra di controllo.

Infine nel terzo settore (velocità 3,12 m/sec) si ha praticamente l'arresto della crescita dei Balani; si nota appena un leggerissimo aumento del diametro basale (Fig. 15, 16).

In generale alle velocità impiegate non si è rilevato un insediamento di altre specie o individui, ma soltanto un accrescimento (fino alla velocità di 2,5 m/sec) del diametro dei Balani.

Per quanto riguarda il secondo punto esaminato si può segnalare che in un flusso d'acqua superiore a 1,5 m/sec interruzioni alternate del flusso per 24 ore sembra non siano sufficienti a permettere l'insediamento degli animali del fouling.

## CONCLUSIONI

Col dispositivo sperimentale messo a punto dal nostro Laboratorio è stato possibile determinare i valori limiti della velocità del flusso dell'acqua per l'insediamento di alcuni tra i principali organismi del fouling: gli Ascidiacei ed i Brizoi presentano un limite intorno a 0,4 m/sec, i Serpulidi (*Hydroides elegans* e *Serpula concharum*) intorno a 0,5-0,6 m/sec, mentre i Balani (*B. amphitrite* in particolare) sono i più resistenti avendo il limite verso 1 m/sec. Questi valori sono ovviamente validi per una condizione di flusso laminare e per il dispositivo sperimentale usato; comunque c'è la possibilità di estrapolare i dati ad una condotta industriale di dimensioni note, come spiegato in altri lavori (TREVIS & MOLLICA, 1972; RELINI & ROSSI, 1972).

La velocità del flusso d'acqua influisce anche sugli organismi già insediati; infatti i Serpulidi a velocità superiori a 2 m/sec arrestano la crescita del guscio. I Balani già insediati quando sono sottoposti a velocità d'acqua di 2, 2,5 e 3 m/sec, cioè valori 2, 2,5 3 volte maggiori di quello limite per l'insediamento diminuiscono l'accrescimento rispetto a quello del controllo: in linea di massima si può ritenere che a 2 m/sec l'accrescimento si riduca all'incirca alla metà, per arrestarsi quasi completamente intorno ai 3 m/sec.

Infine in un flusso d'acqua superiore a 1,5 m/sec interruzioni alternate del flusso per 24 ore non sembrano sufficienti a permettere l'insediamento.

In conclusione, dai risultati finora ottenuti, si prospetta la possibilità della prevenzione del fouling all'interno di tubazioni e condotte agendo solo sulla velocità del flusso d'acqua di mare, col duplice vantaggio di risparmiare la spesa per la sostanza antifouling e di non inquinare le acque.

## RINGRAZIAMENTI

Gli AA. ringraziano il Sig. Lino BARCARO per l'indispensabile aiuto fornito nella costruzione, conduzione e manutenzione dell'impianto sperimentale.

## BIBLIOGRAFIA

- BARNES, H., 1970: A review of some factors affecting settlement and adhesion in the cyprids of some common barnacles. In: Adhesion in biological systems, cap. 5, 89-111.
- CRISP, D. J., 1953: Changes in orientation of barnacles of certain species in relation to water currents. *J. Anim. Ecol.* **22**, 331-343.
- , 1955: The behaviour of barnacle cyprids in relation to water movement over a surface. *J. Exp. Biol.* **32**, 569-590.
- , & H. G. STUBBINGS, 1957: The orientation of barnacles to water currents. *J. Anim. Ecol.* **26**, 179-196.
- DOOCHIN, H. & F. G. W. SMITH, 1951: Marine boring and fouling in relation to velocity of water currents. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean* **1** (3), 196-208.
- GERACI, S. & G. RELINI, 1970: Osservazioni sistematico-ecologiche sui Briozi del fouling portuale di Genova. *Bull. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* **38**, 103-139.
- MOLLICA, A. & A. TREVIS, 1972: La prevenzione del fouling marino alla superficie delle condotte per adozione di opportune velocità di corrente. *L'Energia Elettrica* **49** (10), 654-660.
- MOR, E., 1961: Testing Station at Genoa. In: Hydrological and biological conditions in Testing Stations in Europe. OECE.
- RELINI, G., 1962: Nota preliminare sul bentos vivente nel porto di Genova. Doriana, suppl. Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova **3**.
- , 1964 a: I Cirripedi opercolati del porto di Genova. Ann. Mus. St. Nat. Genova **137**, 397-411.
- , 1964 b: Andamento stagionale degli organismi sessili nel porto di Genova. Arch. Oceanogr. Limnol. **13** (2), 281-296.
- , 1968: Variazioni quantitative stagionali del fouling del porto di Genova in relazione alla durata di immersione e alla profondità. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova **36**, 23-40.
- , 1969: Attuali conoscenze sul fouling della Liguria. Pubbl. Staz. Zool. Napoli **37**, 2° suppl., 311-316.
- , & E. GIORDANO, 1969: Distribuzione verticale e insediamento delle quattro specie di Balani presenti nel porto di Genova. Natura **60** (4), 251-281.
- , & G. G. ROSSI, 1972: Un dispositivo sperimentale per lo studio dell'influenza della velocità di corrente sull'insediamento del fouling. II. Parte biologica. Rapp. int. B 5/72.
- SMITH, F. G. W., 1946: Effect of water currents upon attachment and growth of barnacles. Biol. Bull. **90**, 51-70.

## Dati preliminari sui Tanaidacei (Crostacei Peracaridi) delle coste tirreniche e mediterranee italiane

di

SILVANO RIGGIO

(Dell'Istituto e Museo di Zoologia dell'Università di Palermo)

**Riassunto.** L'ordine dei Tanaidacei comprende un ristretto gruppo di forme bentoniche di piccole dimensioni, per lo più abitatrici dell'ambiente interstiziale e degli strati detritici di fouling o di popolamenti algali.

La scarsità delle conoscenze sulla sistematica e sulla biologia delle specie mediterranee, unita alla frequenza a volte molto elevata degli individui hanno indotto l'autore ad iniziare uno studio approfondito del gruppo.

Questo si è rivelato di notevole complessità sia a causa della letteratura carente e ridondante di specie sinonime, sia a causa dell'estrema labilità dei caratteri diaognostici per diverse forme.

La presenza di specie politipiche o di superspecie ha ulteriormente complicato lo studio del gruppo, rendendo necessaria, ove possibile, l'acquisizione di dati biologici e sperimentali.

I campionamenti sono stati effettuati personalmente dall'autore nel corso di rilievi bionomici in numerose stazioni dell'Italia meridionale e della Sicilia. Materiale molto interessante proveniente dall'isola d'Ischia e dalle coste sarde è stato messo gentilmente a disposizione dal dr. E. Fresi. Altro materiale dell'Adriatico settentrionale (porto di Rovigno) è stato fornito dalla dr.ssa Schickel.

I primi risultati, non definitivi e suscettibili di modifiche successive, possono così riassumersi: della specie *Tanaidæ cavolinii* M. EDW., già conosciuta per il Mediterraneo, sono stati ritrovati ecotipi di acque inquinate ed ecotipi di acque pure - o lievemente inquinate — che si rivelano sostanzialmente abbastanza dissimili.

Del genere *Anatanais* NORD. era stata segnalata nel Mediterraneo la sola specie *Anatanais robustus* MOORE. Oltre a rilevare sensibili differenze nella morfologia della specie atlantica e mediterranea, è stata osservata all'interno di quest'ultima la presenza — in frequenze molto basse — di individui adulti di minori dimensioni e di habitus «obeso» rispetto agli individui tipici, e perciò ascrivibili ad una forma *crassa* di probabile valore sottospecifico.

Entrambe le forme condividono lo stesso habitat, sia come epibionti di specie bentoniche vagili (nel caso più comune osservato, del crostaceo decapode *Maya verucosa*), che come popolazioni primaverili del fouling portuale.

Il genere *Leptocheilia* DANA, cui per il Mediterraneo sono ascritte due specie, *L. dubia* e *L. savignyi*, sarebbe in realtà costituito da una sola specie.

*Heterotanaidæ anomalus* G. O. SARS è stato raccolto solo su fondali di origine vulcanica e in prossimità di sorgenti calde, dove si presentava estremamente numeroso. Tale specie pare forma specializzata di tali ambienti. *Paratanaidæ batei* G. O. SARS costituisce popolamenti spesso numerosi su substrati biogeni dell'infralitorale superiore.

Fra gli APSEUDIDAE sono state raccolte forme abbastanza comuni, come *Apseudes latreillii* M. EDW., *Apseudes acutifrons* G. O. SARS, *Parapseudes latifrons* GRUBE, e forme poco conosciute, quali *Apseudes echinus* G. O. SARS, e *Apseudes spinosus* G. O. SARS, che risulterebbe nuovo per il Mediterraneo.

Infine sulle coste rocciose presso Palermo (trottoir a vermeti) sono stati raccolti esemplari appartenenti al gen. *Synapseudes* MILLER, 1940, mai segnalato prima per il Mediterraneo e assai scarsamente conosciuto anche per l'oceano Atlantico. Tale particolarità e la notevole affinità morfologica con specie tropicali dell'Indo-Pacifico ne fanno un reperto di notevole interesse faunistico e biogeografico.

Gli individui raccolti presentano carattere da ascrivere ad una nuova specie, *Synapseudes shinoi*, in omaggio al prof. SHINO che, sulla base delle figure e della descrizione, ha dato conferma della scoperta.

## Relazioni chimiche fra gli organismi nel mare

di

MICHELE SARÀ

(Dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Genova)

**Summary.** The emission from organisms of particular substances or external metabolites (ectocrines of LUCAS, allelochemics of WHITTAKER & FEENY) determines also in the sea a fundamental system of chemical relations influencing, besides the biology of single species, also the entire marine ecosystem.

In the recent years particular attention has been given to the organic matter dissolved in the sea, which consists in the first place of carbohydrates, aminoacids and peptides. These substances can have not only a direct trophic function, but also an indirect one, stimulating the nutritional mechanisms of the animals, as in the case, for instance, of glutathione for the Coelenterata. Also important are the trophic exchanges taking place in the symbiosis between animals and algae. A promising, rapidly developing field is that of the oligodynamic substances, inhibiting as the antibiotics or growth-stimulating as vitamin B<sub>12</sub>, which have an important function in regulating the phytoplanktonic communities and therefore the zooplanktonic ones, and extending their action to the subsequent levels of the ecosystem. The external metabolites act also on the benthic communities, conditioning, for instance, the choice of the substrate by the larvae of sessile organism, but manifold are the functions mediated by them, from reproductive ones to the relations between commensals, symbionts and parasites. Our knowledge on the pheromones operating in the sea is limited if compared with that acquired in the terrestrial environment; pheromones are however known in some invertebrates, in blind Blennids and particularly in the anadromous migrations of the salmons; pheromones seem also to control the behaviour of schools of fishes as mullets, anchovies and sardines.

The research on the chemical relations taking place in the sea has a marked practical importance because it is at the basis of the rational farming of marine organisms and therefore of the programs of increasing the productivity through the fertilization of the waters. In the same time it is important for controlling and blocking at the start the process of pollution of the sea, where the chemical and physical alterations of the marine environment interfere with the delicate biochemical web which binds together the organisms by mediating their various functions.

**Riassunto.** L'emissione da parte degli organismi di particolari sostanze o metaboliti esterni (ectocrini di LUCAS, allelochimici di WHITTAKER & FEENY e feromoni) determina anche nel mare un sistema fondamentale di relazioni chimiche attraverso il quale viene influenzata oltre alla biologia di singole specie l'intero ecosistema marino.

Un particolare rilievo è stato dato in anni recenti alla sostanza organica discolta nel mare, costituita in primo luogo da carboidrati, aminoacidi e peptidi. Queste sostanze possono esercitare oltre ad una funzione trofica diretta, una indiretta, stimolando i meccanismi alimentari degli animali, come ad esempio il glutathione per i Celenterati. Importanti sono anche gli scambi trofici che si stabiliscono nelle simbiosi fra alghe ed animali. Un settore in rapido e promettente sviluppo è quello delle sostanze oligodinamiche, inibitorie come gli antibiotici o stimolatrici di crescita come la vitamina B<sub>12</sub>, che hanno un'importante funzione nella regolazione delle comunità fitoplanktoniche e di conseguenza di quelle zooplanktoniche e la cui azione si estende ai successivi livelli dell'ecosistema. I metaboliti esterni agiscono anche sulle comunità bentoniche regolando, ad esempio, la scelta del substrato da parte delle larve di organismi sessili ma molte altre sono le funzionimediate dai metaboliti esterni, da quelle riproduttive ai rapporti fra commensali, simbionti e parassiti. Limitate rispetto alle conoscenze acquisite in ambiente terrestre sono tuttora quelle sui feromoni operanti nel mare: sono comunque noti feromoni, in taluni

Invertebrati, in blennidi ciechi e particolarmente nelle migrazioni anadrome dei salmoni; feromoni sembrano regolare inoltre il comportamento dei branchi di pesci come cefali, acciughe e sardine.

Le ricerche sulle relazioni chimiche esistenti nel mare hanno una notevole importanza applicativa essendo alla base degli allevamenti razionali di organismi marini e quindi dei programmi d'incremento della produttività attraverso la fertilizzazione delle acque. D'altra parte esse sono importanti per controllare e bloccare fenomeni d'inquinamento del mare alla base, laddove cioè le alterazioni chimiche e fisiche prodotte nell'ambiente marino interferiscono con la delicata rete biochimica che lega fra loro gli organismi mediandone le più varie funzioni.

Autorità, signor presidente, signore e signori, cari colleghi,

il cortese invito fattomi dall'amico prof. Bolognari, a cui sono grato per l'onore concessomi di pronunciare il discorso inaugurale di questo 4° Congresso della Società Italiana di Biologia marina, mi consente di parlare di un argomento, quello delle relazioni chimiche fra gli organismi nel mare, che ritengo fra i più affascinanti della Biologia marina, affascinante come può essere un fenomeno di cui intuiamo la vasta portata e complessità, che si svolge dovunque sotto le ampie distese del mare, ma del quale siamo partecipi solo per quanto riguarda gli effetti, ben poco o quasi nulla conoscendo del suo svolgimento.

Certo alcune fondamentali relazioni chimiche fra gli organismi nel mare furono note sin dagli albori dell'ecologia e della fisiologia marine: ad esempio gli scambi gassosi di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> legati ai processi della fotosintesi e della respirazione, oppure il ciclo attraverso cui vengono rigenerate sostanze nutritive come fosfati e nitrati, a partire dai prodotti metabolici di decomposizione od escrezione.

In effetti, all'inizio di questo secolo e praticamente fino a poco prima dell'ultima guerra si riteneva che due fossero i principali sistemi ecologici di relazioni nel mare: quello che si esplica fra gli organismi e alcune componenti fondamentali dell'ambiente fisico-chimico marino come quelle sopra citate e quello che si svolge tra gli stessi organismi attraverso le catene alimentari, cioè essenzialmente nei rapporti preda-predatore.

Ma in anni recenti più raffinate tecniche e il continuo approfondimento della ricerca biologica hanno svelato nuovi aspetti nelle relazioni fra organismi nel mare. ALLEE già nel 1934 osservava che le associazioni di organismi in ambiente acquatico condizionano il mezzo acqueo che li circonda con l'apporto di secrezioni ed escrezioni la cui natura ed effetto biologico costituiscono uno dei più importanti problemi della fisiologia di massa, per utilizzare il termine da lui adoperato, cioè della sinecologia. A partire infatti da simile osservazione si è gradualmente acquisita nell'ultimo trentennio la nozione che esiste un terzo tipo fondamentale di relazioni fra organismi: quella che si esplica attraverso l'emissione da parte di essi di composti chimici o metaboliti esterni. Questi possono avere una funzione essenzialmente nutritiva oppure oligodinamica di stimolazione e d'inibizione di processi metabolici (sostanze ectocrine di LUCAS). L'azione oligodinamica può esplicarsi nei confronti d'individui di specie diversa, per mezzo di allelochimici (WHITTAKER & FEENY, 1971), oppure fra individui della stessa specie,

per mezzo di feromoni, messaggeri per via chimica d'informazioni, simili a quelli ampiamente conosciuti in ambienti terrestri.

Questi fenomeni hanno trovato in LUCAS un efficace divulgatore e sintetizzatore (1947, 1949, 1955, 1961). Tuttavia dall'ultima sua rassegna che è del 1961 il quadro si è notevolmente ampliato, approfondito e precisato in vari settori, per cui ritengo utile una nuova, sia pur concisa messa a punto, di questo campo di fenomeni eterogenei ma fra di loro connessi, il cui inquadramento appare talora problematico; anche perché sono convinto che i fenomeni delle relazioni chimiche fra gli organismi acquisteranno un'importanza sempre maggiore pure da un punto di vista pratico, nella biologia del mare del prossimo avvenire.

Ora, se noi confrontiamo le relazioni chimiche che esistono fra organismi acquatici (sia marini che d'acqua dolce) con quelle che si verificano fra organismi terrestri vi è una importante differenza che non è legata né al tipo di organismo né alle funzioni che devono essere esplicate: essa è dovuta in primo luogo al particolare carattere del mezzo acqueo nei confronti con quello aereo; ne derivano sostanziali differenze sia nella natura chimica dei composti che nel loro modo di diffusione, che a loro volta influenzano il tipo e l'espressione delle funzioni mediate. In questo senso il problema delle relazioni chimiche fra organismi diventa un problema specifico della idrobiologia e quindi anche della biologia marina. Troppo poco però conosciamo sulla natura chimica dei metaboliti esterni operanti in ambiente marino, anche se quel poco sembra confermare l'esistenza di una sostanziale diversità con i metaboliti esterni e in particolare con i feromoni operanti in ambiente terrestre: un confronto più documentato sarebbe interessante anche perché la natura chimica della sostanza può determinare a sua volta altre differenze a livello dei recettori o del metabolismo delle cellule bersaglio.

Inoltre il problema si complica in ambiente aquattico e quindi marino per il fatto che le relazioni trofiche acquistano in esso una particolare importanza affiancando quelle a carattere di segnale. Ma il limite fra i due campi è incerto, la distinzione fra alimento e messaggio dipendendo dalla quantità della sostanza e dal valore della sua azione oligodinamica, nonché dalla funzione mediata (AUBERT, 1971 a). Una medesima sostanza può poi avere una o l'altra funzione anche a seconda della specie considerata. Perciò ho ritenuto opportuno in un inquadramento generale trattare entrambi gli aspetti del problema.

Si può a questo punto osservare che i fenomeni delle relazioni chimiche fra organismi coprono un campo troppo vasto ed anche eterogeneo, andando dalle relazioni puramente trofiche a quelle con significato di messaggio, cioè alle vere comunicazioni chimiche, per poter essere oggetto di una trattazione unitaria. Tuttavia non è agevole stabilire dei confini, anche perché probabilmente, come si è detto, essi non esistono fra i diversi settori in cui l'argomento si può suddividere. La presente trattazione comunque non pretende di dare un quadro sistematico dell'argomento, peraltro impossibile all'attuale stato delle conoscenze, ma

focalizzare soprattutto alcuni settori della biologia marina in rapido sviluppo: quello delle sostanze trofiche disciolte, quello dei mediatori chimici (stimolatori e inibitori del metabolismo) e quello dei messaggeri chimici o feromoni nel mare.

In effetti, pur tenendo conto dell'inevitabile schematismo a cui si va incontro in una materia così complessa e d'altra parte scarsamente nota come quella dei metabolismi esterni nel mare, si può tentare una classificazione dei gruppi di sostanze dal punto di vista della loro funzione distinguendo anche fra quelle che agiscono fra organismi di specie diverse e quelle che agiscono fra organismi della stessa specie. Fra organismi di specie diversa possiamo distinguere: 1) sostanze a significato trofico; 2) sostanze a significato di difesa, quali repellenti, veleni, inchiostro dei Cefalopodi, ecc., contrattaccanti che neutralizzano effetti di veleni ed anticorpi; 3) sostanze ad azione oligodinamica quali quelle stimolatrici di crescita (vitamine, ormoni), inibitrici (antibiotici), mediatrici nei processi di nutrizione e attrattive. Fra organismi delle stesse specie operano in particolare: 1) feromoni, cioè messaggeri chimici con significato di segnali per il comportamento riproduttivo, la regolazione e ricognizione sociale, l'allarme e la difesa, il marcaggio del territorio, la localizzazione del cibo; 2) autotossine e autoinibitori che regolano la densità della popolazione.

Questo elenco si richiama alla classificazione di WHITTAKER & FEENY (1971) da essi estesa a tutti gli organismi: infatti dal punto di vista del significato funzionale delle sostanze prodotte non vi è una sostanziale differenza fra organismi terrestri ed acquatici, a parte la maggiore varietà di aspetti fra quelli terrestri, che non significa però maggiore importanza del fenomeno.

#### LA SOSTANZA ORGANICA DISCiolta

Passando ora ai singoli settori mi sembra necessario per l'ordine della trattazione prendere prima in esame il problema delle sostanze trofiche. Vi appartengono, dal punto di vista della natura chimica, due gruppi di sostanze: i composti minerali e i composti organici. I composti minerali prodotti da organismi e versati nel mare sono in particolare  $\text{NH}_3$ , composti fosforati,  $\text{H}_2\text{S}$  e idrosolfuri,  $\text{CO}_2$ : la loro importanza è fondamentale nei processi di produzione primaria, che costituiscono peraltro un capitolo ben delineato della biologia marina. Mi soffermo invece sulla sostanza organica disciolta, che, come si è detto ha, oltre ad una funzione trofica diretta, anche quella di mediare processi di sviluppo e d'inibizione o assume il significato di un messaggio. Un punto notevole di differenza fra organismi terrestri ed aquattici è, infatti, l'importanza che per questi ultimi assumono i metaboliti esterni come fonte di alimento e di energia. Ciò dipende dalla quantità di sostanza organica che viene emessa dagli organismi aquattici e in primo luogo dai batteri e da alghe del fitoplankton, come, ad es., i Dinoflagellati nudi che si rinvengono spesso in bolle di materiale gelatinoso, fonte del materiale organico particolato associato alla loro fioritura (WOOD, 1965).

FOGG (1966) sottolinea che dal 5 al 35 % del materiale prodotto per fotosintesi dal fitoplancton è liberato in forma extracellulare venendo a costituire un'importan-

tissima fonte di carbonio e di energia per la vita acquatica (STEPHENS, 1968). I principali consumatori di essa sarebbero, secondo FOGG, i batteri, ma la sostanza organica disciolta viene, come è stato confermato da recenti ricerche, assunta anche da invertebrati acquatici: questa sostanza può talora trovarsi in forma colloidale o trasformarsi in materiale particolato entrando anche per tale via nei processi trofici (FOGG, 1966). Fra le sostanze organiche disciolte nell'acqua del mare TATSUMO *et al.* (1961) hanno identificato ben 18 aminoacidi, fra cui il più importante è l'acido glutammico (8-13 microgrammi/litro). Abbondano quindi sostanze proteiche e, in differenti stadi, glucidi, ambedue con un ruolo importante come elementi nutritivi. Il fatto che la sostanza organica disciolta nell'ambiente naturale sia minore di quanto ci si possa aspettare in rapporto alla forte produzione ottenuta in cultura in un ambiente delimitato, è dovuto, secondo POURRIOT (1966), al fatto che i composti organici e in particolare quelli azotati e fosforati, sono immediatamente riutilizzati da numerosi organismi che ne impre-

discono così l'accumulo. Si può cioè produrre, secondo POURRIOT un reciclaggio della materia organica a differenti livelli, senza che i cicli di trasformazione biologica pervengano automaticamente al loro ultimo termine di mineralizzazione. FOGG (1952) avanza anche l'ipotesi che talune sostanze organiche come i Polipeptidi delle Cianoficee, possano favorire l'alimentazione di altri organismi aquatici, attraverso legami chimici con altri composti, rendendo cioè più assimilabili sostanze nutritive di per sé insolubili. In effetti circa il 50 % delle Diatomee e delle Clorofite, oltre ad alcune Cianofite, sono auxotrofiche, e ciò si verifica non soltanto per assimilazione diretta, ma anche attraverso chelazione e tamponamento che facilitano l'assorbimento di altre sostanze (WOOD, 1965); inoltre alcuni Dinoflagellati normalmente autotrofi diventano auxotrofi come *Gymnodinium simplex* quando siano coltivati all'oscuro (PROVASOLI & MAC LAUGLIN, 1962) e HUTNER & PROVASOLI (1951, 1964). In particolare è stato dimostrato che gli aminoacidi prodotti da batteri (DAGLEY, DAWES & MORRISON, 1950; TAHA & EL REFAI, 1962; STEWART, 1963) sono immediatamente assimilabili da altri organismi vegetali ed animali; senza un particolare cibo, in condizione axenica, si sono potuti infatti allevare Crostacei come *Artemia* e *Tigriopus* (PROVASOLI & SHIRAHASHI, 1959; SHIRAHASHI & LANCE, 1959). MORRIS (1955) osserva che gli animali, anche le larve dei pesci, possono vivere più o meno naturalmente di sostanza organica disciolta, e probabilmente possono assorbire qualsiasi vitamina di cui necessitano. L'assorbimento di sostanza organica disciolta da parte di vari gruppi d'Invertebrati nel mare è stata del resto descritta in numerosi lavori (rassegna in FERGUSON, 1971). Dal punto di vista quantitativo la sostanza organica disciolta (DOS) è da considerarsi secondo WANGERSKY (1966) una delle principali entità esistenti negli oceani e WHITTAKER & FEENY (1971) riprendendo le considerazioni di DUURSMA (1960) rilevano che un certo volume d'acqua del mare, come d'un

lago, contiene generalmente più materia organica in soluzione che non nel suo plancton.

L'importanza e la diffusione di una funzione trofica da parte di metaboliti esterni presenti nel mare può quindi considerarsi, ad oltre cinquant'anni dalla primitiva ipotesi di PÜTTER (1909), un fatto ormai assodato e si è passati anzi alla fase di più precisi studi quantitativi (THOMAS, 1971; OGURA, 1972) allo scopo di valutare l'effettiva consistenza della DOS presente nel mare e il suo significato nei fenomeni di produzione. Inoltre, come si è accennato, si conosce in molti casi la natura chimica di queste sostanze.

I costituenti più abbondanti della sostanza organica disciolta sono, come abbiamo visto, protidi e glicidi: questi oltre ad una funzione trofica diretta possono esercitarne anche una indiretta interferendo nei meccanismi di alimentazione dell'animale con funzione stimolatrice o inibitrice; ma oltre ai protidi e ai glicidi vi sono varie altre sostanze indispensabili alla vita degli organismi marini (PROVASOLI, 1963). Fra le sostanze a funzione oligodinamica citiamo in primo luogo la vitamina B<sub>12</sub> o cobalamina prodotta da batteri e presente normalmente nelle acque, indispensabile per la vita delle alghe (PROVASOLI & PINTNER, 1953; PROVASOLI, 1958) e di cui sembra esistere un ciclo stagionale (COWEY, 1956); essenziali sono anche la tiamina e la biotina: ma di altre sostanze ancora non identificate si conosce una azione di stimolazione o inibizione della crescita di altri organismi: alcune hanno natura enzimatica. È interessante anche osservare che i carotenoidi, di alcuni dei quali è ben nota la potente azione oligodinamica, sono largamente diffusi nell'acqua e nei sedimenti (Fox, 1944) e che steroli, anch'essi a notevole attività oligodinamica, possono essere escreti sia da vegetali che da animali. In questo quadro tuttora scarsamente esplorato si situano recenti ricerche che sottolineano come la fioritura di zooplancton sia strettamente dipendente da particolari sostanze prodotte precedentemente dal fitoplancton (RZEPISHEVSKY, 1959). LUCAS (1949, 1955, 1958, 1961) ha del resto ampiamente trattato l'importanza ecologica dei composti organici presenti nel mare come fattori che guidano i fenomeni di competizione, successione ed integrazione delle comunità dell'ambiente marino, ed ha istituito per i metaboliti esterni aventi simili proprietà oligodinamiche il termine di ectocrini (LUCAS, 1947) (ectoormoni). È un concetto che va al di là di quello di allelochimici di WHITTAKER & FEENY in quanto questi AA. escludono le sostanze che servono come cibo per la specie che le riceve e comprendono solo quelle che hanno funzione stimolatrice o inibitrice sullo sviluppo o che influenzano in qualche modo il comportamento e la biologia della specie ricetrice. Occorre però ribadire che è difficile stabilire il confine fra sostanze di valore nutritivo e a significato oligodinamico: è stato osservato (LUCAS, 1955) che una medesima sostanza, a seconda della sua quantità, può comportarsi in un modo o nell'altro e che inoltre una sostanza tossica e quindi inibitrice per una specie può rappresentare fonte di cibo per un'altra (WHITTAKER & FEENY, 1971).

Un particolare aspetto, ma di notevole rilievo, negli scambi di sostanze fra organismi marini, è quello che si verifica, a distanza ravvicinata, fra simbionti: come è noto le simbiosi fra alghe unicellulari appartenenti ai gruppi delle Zooxanthelle, Zoocianelle, Zooclorelle e animali marini (Protozoi e Invertebrati) sono largamente diffuse; in anni recenti, utilizzando i radioisotopi, è stato possibile identificare la natura chimica delle sostanze che passano dall'alga simbionte all'animale (MUSCATINE, KARAKASHIAN & KARAKASHIAN, 1967; VON HOLT, 1968 a, b) mentre contemporaneamente si verifica, anche se non è stato ancora dimostrato, un passaggio di sostanze dall'animale all'alga. Le sostanze prodotte dalle alghe possono passare nell'animale o per essudazione o anche attraverso un loro totale disfacimento nell'ospite, come è stato (SARÀ, 1971) rilevato per le Cianoficee simbionti nella spugna cornea *Ircinia variabilis*. In effetti la quantità di sostanza che può essere trasferita dai simbionti vegetali agli ospiti è grandissima; lo stesso è probabile che si verifichi per le simbiosi recentemente scoperte fra batteri e spugne in cui i batteri superano per volume le cellule della spugna (*Verongia*) in cui abitano rappresentando circa il 38 % in volume dell'organismo che li ospita (BERTRAND & VACHELET, 1971). Inoltre la recente scoperta nei Madreporari di una azione stimolatrice da parte di sostanze dell'animale sulla produzione di essudati delle Zooxanthelle (TRENCH, 1971; MUSCATINE, POOL & CERNICHIARI, 1972) dimostra l'esistenza di un meccanismo di controllo di tale funzione trofica. Nello studio delle simbiosi l'aspetto trofico è però soltanto uno degli aspetti da studiare; i metaboliti dell'alga non servono solo come fonte di sostanza e di energia: essi servono anche ad altre funzioni, ad es. nel biochimismo della formazione degli scheletri calcarei di Madreporari (PEARSE, BUCHSBAUM & MUSCATINE, 1971) che porta allo sviluppo delle scogliere coralline. Appare verosimile che nella simbiosi alghe-animali si stabilisca tutta una serie di rapporti mediati da sostanze a funzione oligodinamica che possono influenzare i fenomeni di crescita ed altri aspetti della vita dei simbionti, esercitando una azione regolatrice sulla densità del popolamento simbionte. A questo proposito particolarmente interessanti per un'analisi a livello di mediatori chimici, sarebbero i casi di popolamento simbionte complesso ed eterogeneo come quello segnalato da VACHELET in *Verongia aerophoba* in cui coesistono Cianoficee e batteri, ma in settori diversi della spugna ospite.

Le sostanze organiche disciolte possono anche esercitare invece di una funzione diretta una funzione indiretta nei meccanismi alimentari dell'animale. ALLISON & COLE (1935) nei balani hanno dimostrato una relazione mediata da metaboliti esterni fra rata di alimentazione e densità del fitoplancton. CRISP (1967) nelle lepadi ha osservato che i cirri e le parti boccali sono sensibili a due gruppi di sostanze: da una parte ad alcuni aminoacidi e composti derivati come la taurina e la betaina, dall'altra al potassio, alla colina e alla trimetilammina. Anche i balani sono capaci di distinguere fra sostanze nutritive e non nutritive; in questo caso le sostanze organiche e non organiche presenti nell'acqua circostante determinerebbero una risposta nei chemiorecettori del cirripede tale da

consentirgli di riconoscere la preda, e pertanto alla base dei meccanismi di selezione del cibo. Il più approfondito studio relativo all'intervento di sostanze stimolatrici nei meccanismi trofici è però quello condotto sui Celenterati, soprattutto sulle idre, ma anche su specie marine del gruppo, da LENHOFF (1968) e altri. LENHOFF (1968) osserva la funzione specifica di un tripeptide, il glutatione ridotto, nel determinare la risposta di flessione dei tentacoli e di apertura della bocca, che è un momento essenziale del meccanismo di alimentazione dei Celenterati; il glutatione agisce sulle idre, su alcuni Sifonofori e Idroidi marini e non può essere sostituito da altre sostanze, anche di analoga composizione chimica, mentre l'acido glutammico funziona da inibitore. Tuttavia altri Celenterati hanno risposte specifiche ad altri composti, cioè aminoacidi come la prolina e la valina. Esiste una concentrazione critica, generalmente bassa, a cui l'organismo risponde e tale misura è influenzata dal pH, dalla temperatura, dall'interazione con anioni e cationi. Nel Madreporio *Cyphastrea* esiste una duplice risposta sia al glutatione che alla prolina indicando come si siano evoluti due recettori diversi che sono però sensibili a concentrazioni diverse delle due sostanze: alla prolina a bassa concentrazione ( $10^{-3} / 10^{-7}$ ) e glutatione ad alta concentrazione ( $10^{-4}$ ): l'azione di questi mediatori chimici per essere efficace deve però essere accompagnata dal contatto con un corpo solido. Scendendo ad un'analisi più approfondita del fenomeno, è da rilevare che il glutatione, agendo dall'esterno, cioè su di un esterocettore, unitamente alla tirosina, che agisce dall'interno, cioè su di un enterocettore, concorrono nel determinare un comportamento complesso, per cui l'idra restringe la regione del collo così da poter continuare ad alimentarsi senza espellere quanto già ingerito. Una tale integrazione armonica fra i due segnali chimici significa che, in organismi semplici come i Celenterati, è già presente il primo abbozzo di un sistema di controllo di una funzione fondamentale il quale può — fatte le debite differenze — essere confrontato a un meccanismo ormonale. Fondamentalmente ormonale infatti, anche se ectocrina, è la funzione del glutatione, un tripeptide che agisce, grazie alla sua configurazione chimica, su di un recettore determinando una risposta del tessuto contrattile, analogamente a quanto farà, ad esempio, in organismi complessi come i Vertebrati, il polipeptide oxytocina, determinando la contrazione dell'utero. In realtà, secondo LENHOFF, se si tien conto del meccanismo fondamentale, che si verifica a livello delle cellule e della relativa risposta biochimica, non vi è sostanziale differenza fra fenomeni gustativi ed olfattivi, endocrini ed ectocrini.

L'attività nutritiva può essere mediata da metaboliti esterni anche in altri invertebrati marini: ad esempio carboidrati, escreti dal fitoplancton, esercitano un ruolo nella filtrazione delle ostriche, regolando la velocità del pompaggio dell'acqua (COLLIER *et al.*, 1953) e l'aumento di sostanze organiche nell'acqua produce un aumento dell'attività ciliare delle branchie (SCHLIEPER & KOWALSKI, 1957). Un altro ruolo della sostanza organica, importante soprattutto nell'ambito della problematica degli inquinamenti e dell'autodepurazione del mare, è quello

chelante che essa può assumere, formando dei complessi con un metallo pesante, ad esempio il rame, o un antibiotico, e diminuendone quindi la tossicità e la pericolosità.

Anche quello delle sostanze di difesa (tossine, veleni ed altre) prodotte dagli organismi è un campo vasto e vario nei suoi aspetti. Così ad esempio i Celerterati (meduse e attinie) producono tossine con le loro cnidocisti, velenose verso la preda e repellenti verso i predatori. Alcuni Nudibranchi dopo essersi nutriti di Celenterati presentano cnidocisti cariche che servono da difesa. Alcuni pesci (*Stoichactis*) possono vivere da commensali di Attinie, protetti dalle scariche velenose e mortali di altri pesci, grazie ad una sostanza chimica termolabile da essi prodotta, tuttora sconosciuta. In taluni casi gli organismi predati hanno sviluppato meccanismi di chemiorecezione tali da consentirgli di sfuggire al predatore. Così l'attinia *Stomphia coccinea* predata dal Nudibrancio *Aeolidia* e da Asteroidi dei generi *Dermasterias* e *Hippoasteria* (ROBSON, 1963) si sposta all'approssimarsi di un'asteria a causa di una stimolazione da parte di una sostanza, che in *Aeolidia* è secreta dalle ghiandole pedali e la cui natura è ignota: l'attinia si distacca dal substrato, si espande e presenta forti movimenti ritmici allontanandosi, sia pure di poco, in una direzione qualsiasi. L'esistenza di questa risposta specifica ha portato ROBSON ad individuare delle cellule nervose che fungono da pacemakers entro la rete nervosa diffusa dell'attinia e quindi a considerazioni di vasta portata sul funzionamento del sistema nervoso di questi organismi primitivi (DAVENPORT, 1963). Il significato funzionale di difesa della produzione di alcune sostanze come l'inchiostro dei Cefalopodi è ben noto ma quello di altre permane oscuro. Ad esempio FATTORUSSO, MINALE e coll. hanno ritrovato ed identificato chimicamente nell'ectosoma delle spugne cornee, una notevole quantità di metaboliti diversi, a funzioni per adesso sconosciute (FATTORUSSO *et al.*, 1970, 1971; FORENZA *et al.*, 1971; CIMINO *et al.*, 1971, 1972): si può, ma solo in linea di ipotesi, pensare che alcuni di essi servano a proteggere la superficie della spugna, che rimane libera anche in condizioni di considerevole affollamento, dall'impianto di larve di altri organismi bentonici.

#### I MEDIATORI CHIMICI

Un campo di vastissimo interesse, che è oggi al centro degli interessi dei biologi marini, è quello delle sostanze a funzione oligodinamica, stimolatrici ed inhibitorie di crescita, sintetizzate da specie animali e vegetali e liberate nel mezzo. Queste sostanze sono state definite da AUBERT (1971 a) telemediatori chimici, richiamandosi al loro aspetto più significativo, quello cioè di influenzare a distanza il comportamento e le funzioni biologiche della stessa specie o di altre specie. Come rileva POURRIOT (1966) la sola conoscenza dei fattori fisici, dei costituenti chimici minerali e delle interrelazioni trofiche fra gli organismi non può bastare a spiegare la struttura delle biocenosi acquatiche e tanto meno la loro

successione nel tempo e nello spazio. È ormai da un tempo considerevole (le osservazioni di RUSSELL sulle acque favorevoli o sfavorevoli a *Sagitta elegans* sono del 1935) che si conosce l'importanza che assume nella biologia del plancton la qualità dell'acqua in cui vive, e ciò evidentemente in rapporto a sostanze in essa presenti. L'esistenza di fenomeni del genere è alla base della teoria dell'esclusione animale di HARDY (1936) e degli effetti delle maree rosse (BRONGERSMA -SANDERS, 1957) in cui la presenza di metaboliti esterni di talune alghe è stata associata ad una relativa scarsità o anche alla completa scomparsa di forme zooplanctoniche; questa problematica è stata poi trattata da FRASER (1952), WILSON (1951), WILSON & ARMSTRONG (1958), LUCAS (1961), JOHNSTON (1955, 1963), BAINBRIDGE (1953), PÉRÈS & DÉVÈZE (1963), SMAYDA (1963), ed altri che hanno variamente sottolineato l'importanza dell'acqua marina come vetrice di sostanze di crescita e d'inibitori, con differenti effetti su differenti specie, e come regolatrice dei fenomeni di successione del fitoplancton.

Un particolare contributo alla conoscenza del ruolo delle sostanze ad azione oligodinamica, e in particolare delle sostanze ad azione antibiotica, nella regolazione delle comunità fitoplanctoniche, è stato recentemente portato da AUBERT e collaboratori e da altri, in rapporto al problema generale dell'autodepurazione del mare. Sostanze ad attività antibiotica vengono prodotte in particolar modo dai batteri e dal fitoplancton e sono ritenute una delle principali cause, se non la principale, della capacità autodepuratrice del mare (AUBERT, 1971 b). Per quanto si riferisce alla loro natura chimica (AUBERT, 1965) le sostanze vengono raggruppate in tre principali categorie: acidi grassi, in primo luogo l'acido acrilico e i suoi composti, sostanze clorofilliane e sostanze idrocarbonate (terpeni e fenoli). OLESEN, MARETZKY & ALMODOVAR (1964) hanno messo in evidenza ben sei diverse sostanze inibitrici negli estratti di alcune alghe senza però poterne determinare la natura chimica precisa. Come osserva AUBERT, mentre i mediatori chimici prodotti dai batteri hanno un ruolo essenzialmente bentonico, quelli prodotti da Cianofite e Alghe

periori, anche se bentoniche, possono estendersi al dominio pelagico ed aggiungersi in esso al ruolo ancor più fondamentale del fitoplancton; perciò gli oceani possono considerarsi come una vasta riserva di sistemi vegetali producenti diversi tipi di sostanze antimicrobiche.

Anche invertebrati marini possono, secondo taluni AA., produrre sostanze antibiotiche; tuttavia alcuni dei lavori che si riferiscono a tale fenomeno non possono non essere considerati con cautela, data la diffusione delle simbiosi fra invertebrati marini ed alghe e batteri. Ad esempio BURKHOLDER & BURKHOLDER (1958) hanno dimostrato che coralli e gorgonie hanno una notevole attività antimicrobica. Successivamente però si è potuto appurare che la sostanza attiva è data da composti terpenoidi, derivanti secondo ogni evidenza dalle Zooxantelle simbionti (Ciereszko, 1962). La presenza dell'ectionina, una sostanza a notevole potere antibiotico nella spugna *Microciona prolifera* (NIGRELLI, JAKOWSKA & CALVENTI, 1959) richiederebbe una conferma che tenga conto delle frequentissime

simbiosi fra spugne ed alghe e spugne e batteri. Dall'oloturina *Actinopyga agassizi* NIGRELLI (1952) ha isolato l'oloturina mentre PRESCOTT *et al.* (1962) hanno isolato da Molluschi una sostanza antibiotica ed antivirale, la cui natura chimica è, secondo gli AA., verosimilmente proteica.

Dal punto di vista ecologico le sostanze prodotte sono alla base di considerevoli fenomeni di antagonismo, che entrano nella regolazione delle biocenosi e che sussistono sia fra batteri che fra organismi del fitoplancton ma la cui influenza si fa, sia pure indirettamente, sentire attraverso tutta la catena alimentare. Ad esempio batteri marini producono sostanze antibiotiche per quelli tellurici ma possono a loro volta essere inibiti da altri batteri marini (GAUTHIER, 1971). Il metabolismo batterico può essere inibito da alghe planctoniche come le Diatomee (STEEMAN NIELSEN, 1955) e il plancton ha un potere antibiotico tanto più pronunciato quanto più è ricco di fitoplancton (AUBERT, LE PECHON & LE PECHON, 1964).

Recentemente è stato messo in evidenza da AUBERT, PESANDO & PINCEMIN (1970), un sistema periodico di antibiotici in talune alghe del fitoplancton; cioè certi fattori chimici, possono in alcuni periodi dell'anno determinare la biosintesi di sostanze antibatteriche oppure bloccarla. Una diatomea (*Asterionella japonica*) produce due sostanze: una frazione nucleosidica contenente il mediatore chimico ed una lipidica (AUBERT, PESANDO & GAUTHIER, 1970). Quando come in primavera viene bloccata l'attività antibiotica, ciò è dovuto ad un Peridino (*Glenodinium monotis*), che produce evidentemente un segnale che determina modificazioni nelle sintesi metaboliche dell'altra specie: le osservazioni (AUBERT & PESANDO, 1969) che dimostrano la presenza di entrambe le sostanze nel mare, nel periodo in cui le due Diatomee sono presenti, sono state successivamente confermate da esperienze in vitro. Per quanto riguarda il mediatore prodotto dal Dinoflagellato *Prorocentrum micans* che inibisce la sintesi dell'antibiotico delle Diatomee esso è secondo AUBERT (1971 a) una sostanza proteica con peso molecolare di circa 50.000. Nelle Diatomee vi sarebbe poi un mediatore che induce la sintesi della sostanza inibitrice dal Peridino: si tratterebbe di una nucleoproteina (AUBERT, 1971 b) che si trova sia nella cellula che l'ha prodotta che nell'ambiente in cui ha vissuto (AUBERT & PESANDO, 1971). Si tratta quindi di un meccanismo di regolazione indiretto, che opera grazie a processi di feedback e di autoregolazione. Secondo AUBERT meccanismi del genere sarebbero largamente diffusi nell'ambiente marino e spiegherebbero le variazioni degli equilibri delle popolazioni fitoplanctoniche e quindi di quelle zooplanktoniche. PINCEMIN (1971) postula in rapporto a ciò il seguente schema teorico, relativo agli equilibri fitoplanctonici, considerando un modello semplice a due specie. Se le due specie hanno uguali capacità metaboliche si avrebbe una crescita uguale per entrambe; se la specie A ha una maggiore capacità metabolica di B o viceversa si avrà un'inibizione dell'una o dell'altra specie per competizione trofica; se però la specie A (o viceversa B), nell'esempio precedentemente stu-

diato *Glenodinium*, emette una sostanza inibitrice allora la specie B (o A) risulta bloccata; tuttavia se tale sostanza inibitrice è prodotta dalla specie meno favorita da un punto di vista metabolico può per questa via ristabilirsi un equilibrio. Fenomeni d'inibizione fra fitoplancton e zooplancton sono stati, come si è detto, chiamati in causa per spiegare la scarsa densità di zooplankton in presenza di fitoplancton (principio di esclusione di HARDY).

I fenomeni di antibiosi non si limitano comunque a batteri, alghe e zooplancton ma esercitano la loro influenza, in rapporto all'unità ed integrazione dell'ecosistema marino, anche a successivi livelli. È stato ad esempio osservato (RAMAMURTHY, 1970) che la Cianoficea *Trichodesmium erythreum* conserva attività antibatterica nel contenuto gastro-intestinale del gabbiano *Larus bruniceps*. L'alga, che come è noto è responsabile di maree rosse, ha conferito precedentemente attività antibatterica a pesci pelagici dei generi *Hilsa* e *Rastrellya*, attraverso i quali è pervenuta al gabbiano. Un fenomeno analogo si verifica nei pinguini antartici (SIEBURTH, 1959, 1961). Il potere antibiotico di questi pinguini deriva dalla loro dieta di Eufausiacei, i quali a loro volta si nutrono di un'alga planctonica, la Crisoficea *Phaeocystis ponchetti*. Su tali azioni di accumulo di sostanze che possono risultare tossiche e talora letali anche per l'uomo, come nel caso dei metaboliti di *Goniaulax* che si concentrano nei mitili delle coste californiane in occasione di maree rosse, esiste del resto un'ampia e preoccupante casistica.

Accanto agli inibitori occorre anche considerare, nella dinamica dei popolamenti planctonici, l'azione delle sostanze stimolatrici di crescita, su cui ancora si sa pochissimo. Sembra (POURRIOT, 1966) che le alghe del fitoplancton siano sensibili a fitoormoni, diversi però dalle auxine e dalle gibberelline delle piante terrestri. STARR, JONES & MARTINEZ (1957) e BURKHOLDER (1963) hanno rilevato che alcuni batteri marini producono sostanze stimolatrici di crescita; esse rappresentano la fonte della maggior parte delle vitamine presenti negli oceani (DROOP, 1957). Infine, nella complessità dei fenomeni di regolazione biocenotica occorre non dimenticare che oltre ai fenomeni di antibiosi e stimolazione, come rilevato da MOEBUS (1972) a proposito delle oscillazioni stagionali dei popolamenti batterici, vi è un ruolo fondamentale della concentrazione di sostanza organica disiolta e quindi della disponibilità di sostanze nutritive.

L'effetto dei metaboliti esterni non è soltanto limitato alla vita pelagica ma riguarda anche i rapporti fra organismi e sedimento e in genere la vita bentonica. La presenza di determinate sostanze organiche o metaboliti nella sabbia può influenzare ad esempio il tipo di fauna interstiziale o la distribuzione dei Policheti (WILSON, 1954). Nella vita degli organismi sessili assumono poi una particolare importanza sostanze che servono ad attrarre le larve in modo che esse si fissino in determinati luoghi favorevoli al loro sviluppo; queste sostanze prodotte da organismi della medesima specie determinano il comportamento gregario di molti animali sedentari, anche di quelli la cui larva ha lunga vita planctotrofica.

come il Gasteropode *Nassarius obsoletus* (SCHELTEMA, 1963). Particolarmente studiati sono stati i fenomeni relativi alla fissazione dei Cirripedi, dalle esperienze di KNIGHT JONES (1953) su *Balanus balanoides* e altri balani fino alla recente identificazione delle sostanze inducenti in glicoproteine e proteine associate ad acidi nucleici da parte di GABBOTT & LARMAN (1971). Importanti per il meccanismo di riconoscimento sono le osservazioni di CRISP (1963): secondo questo A. la sostanza attrattiva per le cypris dei Balani *Balanus balanoides* e *Elminius modestus* è l'artropodina, cioè il componente proteico termostabile della cuticola. Vi è una specificità di azione ma non assoluta, nel senso che, sia pure in misura minore, anche artropodine di altre specie di balanidi o addirittura di altri Artropodi sono efficaci. Sembra inoltre che la risposta avvenga attraverso la riconoscizione di una particolare configurazione molecolare perché le cypris si fissano solo su di un substrato che ha adsorbito l'artropodina solubile o che contiene l'artropodina tannata allo stato naturale (quindi non in rapporto alla artropodina allo stato solubile), ma il meccanismo di questa specifica risposta ad un materiale insolubile è ancora oscuro.

La casistica relativa all'azione dei metaboliti esterni nel mare si allarga però ancora ad altri campi e dimostra la varietà delle funzioni che possono essere mediate attraverso una rete biochimica. Essa trova riscontro in quanto affermato da WILSON (1970): la comunicazione chimica sembra il principale modo di comunicazione nella maggior parte dei gruppi di animali. Notevole sembra ad esempio l'importanza dei metaboliti esterni nelle funzioni riproduttive degli organismi marini, dall'insorgere della maturità sessuale all'emissione dei gameti, alla fecondazione (alcuni antimetaboliti prodotti da alghe, ad esempio, possono inibire la fecondazione delle uova di riccio di mare), all'ovodeposizione (MIYAZAKI, 1938). Altre sostanze influenzano la coniugazione dei Ciliati, differenziando i mating types (POURRIOT, 1966), provocano incistidamento nei Batteri e Ciliati o stimolano la morfogenesi inducendo probabilmente anche nel mare fenomeni analoghi a quelli di ciclomorfosi che si verificano nelle acque dolci. Metaboliti esterni interessano anche i rapporti fra preda e predatore. Ad esempio una selezione della preda, chimicamente mediata e che può essere affetta da condizionamento si verifica nello asteroide *Pisaster* (LANDENBERGER, 1968) e nei Gasteropodi *Urosalpinx* (WOOD, 1968) ed *Acanthina* (MURDOCH, 1969).

Un'importante azione viene infine esercitata dai metaboliti esterni nei fenomeni di commensalismo, simbiosi e parassitismo. Così DAVENPORT (1955, 1966) e DIMOCK & DAVENPORT (1971) hanno dimostrato anche per via sperimentale la risposta di anellidi commensali del genere *Arctonoe* e in particolare di *A. pulchra* a sostanze chimiche dell'ospite: una risposta specifica a seconda del tipo di ospite e che rappresenta un importante meccanismo per la sua riconoscizione. Analogamente Ross (1960) e ROSS & SUTTON (1961, 1963) descrivono il comportamento dell'attinia *Calliactis parasitica* commensale di paguri (*Eupagurus bernhardus*) che si attacca alla conchiglia del gasteropode *Buccinum* che ospita il

paguro in risposta a sostanze organiche presenti sia nel suo periostraco che nella componente non minerale delle conchiglie; anche in questo caso la risposta chimica diventa il principale fattore nello stabilire l'associazione. Nella ben nota associazione fra l'attinia *Stoichactis* e il pesce *Amphiprion percula* un metabolita mucoide specifico, ad azione rapida e termolabile presente nel tegumento di *Amphiprion* innalza la soglia della scarica, indotta meccanicamente, delle nematocisti dell'ospite (DAVENPORT & NORRIS, 1958). In tal modo *Amphiprion*, grazie ai suoi metaboliti, a differenza degli altri pesci, risulta da esse protetto. Non è escluso che fenomeni simili, mediati chimicamente, siano alla base di associazioni come quelle fra altri pesci e meduse o Sifonofori (LUCAS, 1961).

#### I FEROMONI

Rimane da trattare un ultimo campo, su cui ancora poco si sa, soprattutto in rapporto alle conoscenze raggiunte in tale settore nell'ambiente terrestre (BUTLER, 1967; REGNIER & LAW, 1968; BLUM, 1969; GLEASON & REYNIERSE, 1969), ma che si sta dimostrando molto promettente: quello dei feromoni, che come è noto, sono sostanze che mettono in relazione organismi della medesima specie, ed agiscono in minima quantità, e quindi con azione oligodinamica assumendo il valore di segnali o messaggi. Essi possono influenzare come è noto il comportamento riproduttivo, la regolazione e ricognizione sociale e inoltre servire alla locazione del cibo, alla delimitazione del territorio e infine come sostanze di allarme e di difesa. Vi sono inoltre sostanze, che non possono a rigore essere definite feromoni, le quali emesse dagli organismi di una specie agiscono su altri individui della medesima, provocando fenomeni di autoantagonismo e autostimolazione, con effetti, nel caso di un'eccessiva densità di popolamento, di un blocco della crescita e della riproduzione (POURRIOT, 1966). KNIGHT JONES & MOYSE (1961) estendono, sia pure in linea ipotetica, questo meccanismo di controllo alle forme bentoniche incrostanti come ascidie, briozoi e spugne, osservando che queste forme coloniali devono possedere in maggiore o minore misura una possibilità di regolare la propria crescita e produrre così la forma caratteristica per ciascuna specie: essa dipenderebbe dall'esistenza di ectocrini, atti, ad esempio, a bloccare i competitori intraspecifici.

Le conoscenze sui feromoni degli organismi marini riguardano soprattutto i pesci, ma sono noti già alcuni casi per gli Invertebrati: NELSON sin dal 1936 ha osservato che nelle ostriche le secrezioni associate agli sperm determinano l'allargamento degli osti nelle ostriche maschili e inducono l'ovodeposizione in quelle femminili. E' poi recente la scoperta in *Gammarus duebeni*, un anfipode d'acque salmastre di un feromone sessuale prodotto dalla femmina, che trasportato dall'acqua viene recepito da chemiorecettori situati nei calceoli della seconda antenna del maschio e non presenti nella femmina (DAHL, EMANUELSSON & VON MECKLEMBURG, 1970): la natura chimica della sostanza non è però nota.

La presenza dei feromoni nei pesci come in qualsiasi altro gruppo di animali è favorita da una diminuzione d'importanza degli stimoli visivi rispetto a quelli olfattivi e chimici in generale nella fisiologia dell'animale. Certo nei pesci marini non si conoscono casi così complessi di comportamento mediato da segnali chimici come in alcune specie di acqua dolce, ad esempio nei pesci gatto, per i quali si può parlare di vero e proprio linguaggio chimico (TODD, 1971) e nei quali, come è noto, i feromoni di allarme possono essere prodotti sia attraverso la pelle dove esistono cellule specializzate allo scopo (club cells), studiate sia in pesci gatto che in *Carassius* (HENRICKSON & MATOLTSY, 1968), sia attraverso l'urina. Tuttavia anche nei Teleostei marini sono noti alcuni interessanti casi di produzione di feromoni, soprattutto dove una particolare condizione ecologica diminuisce l'importanza degli stimoli visivi. Il blennide cieco *Typhlogobius californiensis* (MAC GINITIE, 1939), che vive in coppia attaccato alla superficie inferiore delle rocce in acque superficiali e lotta contro altri maschi per l'occupazione della tana, riconosce gli individui del medesimo sesso mediante un segnale chimico, mentre in *Hypsoblennius*, in cui esistono due specie affini, l'isolamento sessuale è realizzato mediante segnali chimici che stabiliscono un rapporto fra gli individui di sesso differente della medesima specie. In *Bathygobius soporator* che vive nelle pozze di marea della Florida, mancando uno stimolo visivo, uno stimolo olfattivo proveniente da una femmina gravida determina il corteggiamento del maschio (TAVOLGA, 1956). La sorgente del materiale stimolante è il fluido dell'ovario e il maschio percepisce questa sostanza che si diffonde rapidamente con l'olfatto. Si pensa che il comportamento sociale elaborato, noto per alcuni pesci viventi nelle profondità abissali venga anch'esso stabilito attraverso comunicazioni chimiche.

Infine feromoni guidano le migrazioni di taluni pesci anadromi: HASLER & WISBY (1951) hanno dimostrato che i giovani salmoni sono condizionati dai tipi di acque in cui si sono sviluppati cosicché, risultando successivamente attratti da esse, i pesci maturi distinguono le acque native, da quelle degli altri fiumi. Questa ricognizione è mediata da sostanze organiche da essi prodotte presenti nei fiumi e che devono differire da fiume a fiume; così in *Salmo alpinus* il ritorno nei fiordi di partenza è determinato alla persistenza nelle acque di questi fiordi di feromoni lasciati da loro stessi prima della migrazione (NORDENG, 1971). DONALDSON & ALLEN rilevano anche che i salmoni ritornano dove sono stati allevati e non dove sono nati, qualora il luogo di sviluppo non coincida con quello della nascita: essi poi non sembrano condizionati da un'unica sostanza attrattiva presente nelle acque, ma da diverse sostanze, fra cui dei feromoni dominanti assumono un ruolo di guida. I salmoni del Pacifico, come osservano ALDERDICE e coll., sono inoltre molto sensibili all'odore o al gusto della pelle di Mammiferi come le foche, persino ad una concentrazione di  $10^{-7}$  dell'estratto acqueo, e ciò può avere un valore adattativo.

Recenti ricerche sul comportamento dei branchi di pesci quali i céfali dimostrano poi che mutamenti della configurazione e della struttura del branco sono conseguenti alla risposta di singoli pesci alle modificazioni dell'ambiente dovute al metabolismo del gruppo: il significato adattativo di questo comportamento individuale consiste nel mantenere una relazione stabile fra la densità del gruppo e il suo ambiente. Così in *Mugil cephalus* la struttura del branco cambia in pochi secondi o minuti assumendo aspetti geometrici vari come cerchi, triangoli, linee; inoltre gli individui possono modificare la loro posizione nel branco senza che la sua struttura venga alterata (FERLAND & Moss, 1967). Non si conoscono con precisione quali siano le sostanze chimiche implicate; si pensa tuttavia che abbiano importanza i gas respiratori ( $O_2$  e  $CO_2$ ), gli escreti organici e probabilmente sostanze organiche di origine intraspecifica e quindi feromoni. Il medesimo fenomeno si verifica anche nei branchi di acciughe e di sardine.

#### IMPORTANZA PER L'UOMO DEI METABOLITI ESTERNI

In conclusione, come osservano WHITTAKER & FEENY (1971), gli ecosistemi, anche quelli marini, agiscono come unità funzionali non soltanto grazie al trasferimento di energia e di sostanza che si compie attraverso i nutrienti inorganici ed organici ma anche in virtù di quelle sostanze oligodinamiche che regolano, accelerano ed inibiscono i processi di tale trasferimento, oppure intervengono nei complessi fenomeni della biologia e del comportamento degli organismi nel mare; se i nutrienti inorganici ed organici delineano l'insieme dell'edificio — l'immagine è di WHITTAKER & FEENY — i metaboliti esterni a funzione oligodinamica (gli allelochimici) danno ad esso i suoi dettagli e il suo disegno. Dovunque, quindi, nelle comunità acquatiche come in quelle terrestri, le relazioni chimiche fra organismi sembrano essere le basi essenziali della differenziazione delle nicchie ecologiche e dell'organizzazione comunitaria.

Del resto, come osserva LUCAS (1961), gli organismi e le relazioni chimiche fra essi si sono evoluti insieme, in un sistema integrato e anzi i primi metaboliti esterni hanno preceduto i primi organismi per poi essere da questi condizionati, determinando peraltro nuove nicchie ecologiche.

La conoscenza dei metaboliti esterni e della loro ingente e varia azione nel mare, conoscenza che deve essere ancora largamente ampliata ed approfondita, anche a livello della identificazione chimica delle sostanze e dei fenomeni fisiologici che presiedono alla loro funzione, apre un vasto campo d'azione agli interventi umani tendenti all'incremento della produzione, cioè alla fertilizzazione delle acque, in altre parole al « sea farming », alla coltivazione del mare. Assumono un particolare valore in tale senso le raffinate ricerche condotte, da PRO-VASOLI e dalla sua scuola, verso l'identificazione di sostanze oligodinamiche atte a favorire la crescita di alghe in cultura. L'importanza applicativa della cono-

scenza delle relazioni chimiche nel mare è stata poi rilevata da vari autori: JOHNSTON (1955) sottolinea l'importanza per la produttività e per la pesca dell'introduzione di alcuni metaboliti critici i quali possono favorire una determinata sequenza successionale a detrimento di altre nonchè lo sviluppo di uova e larve di pesci, oltre ad influenzare la vita dei pesci e molluschi adulti negli ecosistemi naturali; SIEBURTH (1964) prospetta un vasto campo di applicazione dei metaboliti esterni, che va dalle loro azioni attrattive o repulsive, sfruttabili negli allevamenti di animali marini, all'attività profilattica che alcuni antimetaboliti, prodotti dalle alghe, possono avere contro virus, batteri o parassiti interni dei pesci, fino all'applicazione di antibiotici naturali come i derivati della clorofilla, alimento naturale dei pesci e quindi non tossici per l'uomo e perciò utilizzabili in grandi dosi nella conservazione di quest'ultimi.

Gli organismi, ciò vale per tutti gli ambienti, ma è particolarmente evidente nel mare, hanno tessuto intorno a loro una rete complessa e meravigliosa di relazioni chimiche, fabbricandosi in tal modo la dimora adatta per la loro vita, e modificando di conseguenza profondamente l'ambiente. Di fronte a tale rete rigorosamente adattativa, che è il risultato di centinaia di milioni di anni di evoluzione biologica del nostro pianeta, sta però improvviso e attuale il pericolo di una perturbazione nuova e quindi estranea, provocata dall'uomo con l'introduzione massiccia nel mare di sostanze chimiche provenienti dalla civiltà industriale.

Perciò, se da una parte una feconda prospettiva verso la soluzione di problemi fondamentali per l'alimentazione umana si apre, grazie alla considerazione dell'importanza che assumono le relazioni chimiche del mare, dall'altra questa stessa presa di coscienza porta a formulare un inquietante interrogativo (AUBERT, 1971 b). Fino a quale livello di alterazione delle acque questi meccanismi chimici così essenziali, ma allo stesso tempo così fragili nei confronti dei fenomeni di inquinamento chimico da cui l'oceano è minacciato ad opera dell'uomo, possono funzionare? Quali sono le capacità autoregolatrici degli organismi marini nei confronti della minaccia? Il pericolo che la delicata rete biochimica su cui si reggono gli equilibri del mare possa essere sconvolta a livello dei nutrienti e a quello dei segnali sembra veramente incombere su di noi con tutta la sua urgenza: all'umanità intera ma naturalmente in prima linea ai biologi marini, attraverso ad una più approfondita conoscenza della natura e della entità dei fenomeni in gioco, il compito di dare a questa drammatica alternativa la sua razionale, positiva soluzione.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALLEN W. C, 1934: Recent studies in mass physiology. Biol. Rev. 1, 1.  
ALLISON J. B. & W. H. COLE, 1935: Behavior of the barnacle *Balanus balanoides* as correlated with the planktonic content of the sea water. Bull. Biol. Lab. Mt. Desert Is. 24-25.

- AUBERT, M., 1965: Le comportement des bactéries terrigènes en mer. Relation avec le phytoplancton. Cah. C.E.R.B.O.M. 14-20, 1-285.
- , 1971a: Telemediateurs chimiques et équilibre biologique océanique: I Partie, Théorie générale. Rev. Int. Oceanogr. Med. 21, 5-16.
- , 1971 b: Théorie générale de l'auto-épuration de la mer. Rev. Int. Oceanogr. Med. 24, 61-126.
- , & PESANDO, 1969: Variations de l'action antibiotique des souches phytoplanctoniques en fonction des rythmes biologiques marins. Rev. Int. Oceanogr. Med. 15-16, 29-39.
- , & —, 1971: Telemediateurs chimiques et équilibre biologique océanique. 2<sup>e</sup> Partie, Nature chimique de l'inhibiteur de la synthèse d'un antibiotique produit par une Diatomée. Rev. Int. Oceanogr. Med. 21, 17-24.
- , —, & M. GAUTHIER, 1970: Phénomènes d'antibiose d'origine phytoplanctonique en milieu marin: substances antibactériennes produites par une Diatomée, *Asterionella japonica* (CLEVE). Rev. Int. Oceanogr. Med. 18, 69-75.
- AUBERT, J., M. J. C. LE PECHON & M. LE PECHON, 1964: Le pouvoir antibiotique du Plancton marin. Cah. C.E.R.B.O.M. 16, 88-92.
- AUBERT, M., D. PESANDO & J. M. PINCEMIN, 1970: Médiateur chimique et relations interespèces: mise en évidence d'un inhibiteur de synthèse métabolique d'une Diatomée produit par un Peridinien (Etude *in vitro*). Rev. Int. Oceanogr. Med. 17, 5-22.
- BAINBRIDGE, R., 1953: Studies on the interrelationships of zooplankton and phytoplankton. J. Mar. Biol. Assoc. U. K. 32, 385-447.
- BERTRAND, J. C. & J. VACELET, 1971: L'association entre Eponges cornées et bactéries. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. Ser. D. Sci. Nat. (Paris) 273, 638-641.
- BLUM, M. S., 1969: Alarm pheromones. Ann. Rev. Entomol. 15, 57-80.
- BRONGERSMA SANDERS, M., 1957: Mass mortality in the sea. In: « Treatise on Marine Ecology and Paleoecology » (Hedgpeth, J. W. Ed.) 1, 951-1010.
- BUCHSBAUM PEARSE V. & L. MUSCATINE, 1971: Role of symbiotic algae (ZOOXANTHELLAE) in coral calcification. Biol. Bull. 141, 350-363.
- BURKHOLDER, P. R., 1963: Drugs from the sea. Armed Forces Chem. Journ. 17, 1-8.
- , & L. M. BURKHOLDER, 1958: Antimicrobial activity of horny corals. Science. 127, 3, 307.
- BUTLER, C. G., 1967: Insects pheromones. Biol. Rev. 42, 42-87.
- CIERESZKO, L. S., 1962: Chemistry of Coelenterates. III. Occurrence of antimicrobial terpenoids in the ZOOXANTHELLAE of Alcyonarians. Trans. N. Y. Acad. Sci. 24, 5, 502-503.
- CIMINO, G., S. DE STEFANO, L. MINALE & E. FATTORUSSO, 1972: Minor C-21 furanoterpenes from the sponges *Spongia officinalis* and *Hippospongia communis*. Tetrahedron 28, 267-273.
- COLLIER, A., S. M. RAY, A. W. MAGNITSKI & J. O. BELL, 1953: Effect of dissolved organic substances on oysters. U. S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull. 54 (84), 167-185.
- COOK, C. B., 1972: Benefit to symbiotic zoothorellae from feeding by green hydra. Biol. Bull. 142, 236-242.
- COWEY, C. B. A., 1956: A preliminary investigation of the variation of vitamin B<sub>12</sub> in oceanic and coastal water. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 35, 609-620.
- CRISP, D. J., 1963: The chemical basis of substrate selection by certain marine invertebrates larvae (barnacles, *Balanus balanoides*, *Elminius modestus*). Proc. Int. Congr. Zool. 16 (1), 58.
- , 1967: Chemoreception in cirripedes. Biol. Bull. 133, 128-140.

- DAGLEY S., E. A. DAWES & G. B. MORRISON, 1950: Production of aminoacids in synthetic media by *Escherichia coli* and *Aerobacter aerogenes*. Nature 165, 437-438.
- DAHL E., H. EMANUELSON & C. VON MECKLEMBURG, 1970: Pheromone transport and reception in an Amphipod. Science 170, 739.
- DAVENPORT D., 1955: Specificity and behavior in symbioses. Q. Rev. Biol. 30, 29-46.
- , 1963: The role of ectocrines in animal associations. Proc. Int. Congr. Zool. 16 (1), 59.
- , 1966: The experimental analysis of behavior in symbioses. In « Symbiosis » (Henry S. M. Ed.) Vol. 1, 1, 381-429, New York.
- , & K. S. NORRIS, 1958: Observation on the symbiosis of the sea anemone *Stoichactis* and the pomacentrid fish, *Amphiprion percula*. Biol. Bull. 115, 397-410.
- DIMOCK V. R. Jr. & D. DAVENPORT, 1971: Behavior specificity and the induction of host recognition in a symbiotic Polychaete. Biol. Bull. 141, 472-484.
- DROOP M. R., 1957: Vitamin B<sub>12</sub> in ecology. 180, 1041-1042.
- DUURSMA M., 1960: Dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus in the sea. Thesis Univ. Amsterdam, Walters, Groningen, 147 pp.
- FARLAND W. N. MC. & S. A. MOSS, 1967: Internal behaviour in fish schools. Science. 156, 260-262.
- FATTORUSSO E., L. MINALE & G. SODANO, 1970: Aerothionin, a tetrabromo-compound from *Aplysina aerophoba* and *Verongia thiona*. Chem. Commun. (J. Chem. Soc. Sect. D), 751.
- , - , & TRIVELLONE, 1971: Isolation and structure of nitenin and dihydronitenin, new furanoterpenes from *Spongia nitens*. Tetrahedron 27, 3909-3917.
- FERGUSON J. C., 1971: Uptake and release of the amino acids by starfish. Biol. Bull. 141, 122-129.
- FOGG G. E., 1952: The production of extracellular nitrogenous substances by a blue-green Alga. Proc. R. Soc. Lond., B. Biol. Sci. 319, 372-397.
- , 1966: The extracellular products of algae. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 4, 195-212.
- FORENZA S., L. MINALE & R. RICCIO, 1971: New bromo-pyrrole derivates from the sponge *Agelas oroides*. Chem. commun. (J. Chem. Soc. Sect. D) 924, 1129-1130.
- Fox D. L., 1944: Fossil pigments. Sci. Mem. 59, 394-396.
- FRASER J. H., 1952: The Chaetognatha and other zooplankton of the Scottish area and their value as biological indicators of hydrological conditions. Scott. Home Dept. Mar. Res. 1952 (2), 1-52.
- GABBOT P. A. & N. N. LARMAN, 1971: Electrophoretic examination of partially purified extracts of *Balanus balanoides* containing a settlement inducing factors. In « Fourth European Marine Biology Symposium » (D. J. Crisp Ed.), 143-154. Cambridge.
- GAUTHIER M., 1970: Substances antibactériennes produites par les bactéries marines. 2<sup>e</sup> partie: lipo-polysaccharides antibiotiques produits par *Pseudomonas* et *Chromobacterium*. Rev. Int. Océanogr. Méd. 17, 23-48.
- GLEASON K. K. & J. H. REYNIERSE, 1969: The behavioral significance of pheromones in vertebrates. Psychol. Bull. 71, 58-73.
- HARDY A. C., 1936: Plankton ecology and the hypothesis of animal exclusion. Proc Linn. Soc. Lond. (II), 148, 64-70.
- HASLER A. D. & W. J. WISBY, 1951: Discrimination of stream odors by fishes and its relation to parent stream behavior. Am. Nat. 85, 223-238.
- HENRIKSON R. C. & A. G. MATOLTSY, 1968: The fine structure of Teleost epidermis. III. Club cells and other cell types. J. Ultrastruct. Res. 21, 222-232.

- HUTNER S. H. & L. PROVASOLI, 1964: Nutrition of algae. Annu. Rev. Plant. Physiol. 15, 37-56.
- JOHNSTON R., 1955: Biologically active compounds in the sea. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 34, 185-195.
- , 1963: Metabolic trends associated with succession in phytoplankton. Proc. Int. Congr. Zool. 16, 1, 60.
- KNIGHT JONES E. W., 1953: Laboratory experiments on gregariousness during setting in *Balanus balanoides* and other barnacles. J. Exp. Biol. 30, 584-598.
- KNIGHT JONES J. M. & J. MOYSE, 1961: Intraspecific competition in sedentary marine animals. Symp. Soc. exp. Biol. 15, 72-95.
- LANDENBERGER D. E., 1968: Studies on selective feeding in the Pacific starfish *Pisaster* in Southern California. Ecology. 49, 1062-1075.
- LENHOFF H. M., 1968: Behavior, hormones and Hydra. Science, 161, 434-442.
- LUCAS C. E., 1947: The ecological effects of external metabolites. Biol. Rev. 22, 270-295.
- , 1949: External metabolites and ecological adaptation. Symp. Soc. Exp. Biol. 11, 336-356.
- , 1955: External metabolites in the sea. In « Papers in Marine Biology and Oceanography ». Suppl. to Deep Sea Research. 3, 139-148.
- , 1958: External metabolites and productivity. Rapp. P. V. Reun. Cons. perm. Int. Explor. Mer., 144, 155-158.
- , 1961: On the significance of external metabolites in ecology. Symp. Soc. Exp. Biol. 15, 190-206.
- MAC GINITIE G. E., 1939: Littoral marine communities. Am. Midl. Nat. 21, 28-55.
- MIYAZAKI I., 1938: On a substance which is contained in green algae and induces spawning action of the male oyster. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 7, 137-138.
- MOEBUS K., 1972: Seasonal change in antibacterial activity of North Sea water. Mar. Biol. 13, 1-13.
- MORRIS R. W., 1955: Some considerations regarding the nutrition of marine fish larvae. J. Cons. perm. Explor. Mer. 20 (3), 255-265.
- MURDOCH W. W., 1969: Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations. Ecol. Monogr. 39, 335-354.
- MUSCATINE L., S. J. KARAKASHIAN & M. W. KARAKASHIAN, 1967: Soluble extracellular products of algae symbiotic with a ciliate, a sponge and a mutant hydra. Comp. Biochem. Physiol. 20, 1-12.
- , R. R. POOL & E. CERNICHIARI, 1972: Some factors influencing selective release of soluble organic material by zooxanthellae from reef corals. Mar. Biol. 13, 298-308.
- NELSON T. C., 1936: Water filtration by the oyster and a new hormone effect upon the rate of flow. Proc. Soc. expt. Biol. Med. 34, 189-190.
- NIGRELLI R., 1952: The effects of olothurin of fish and mice with sarcome 180. Zool. gica 37, 89-94.
- NIGRELLI R. F., S. JAKOWSKA & I. CALVENTI, 1959: Ectyonin, an antimicrobial agent from the sponge, *Microciona prolifera* VERRILL. Zoologica 44, 173, 176.
- NORDENG H., 1971: Is the local orientation of anadromous fishes determined by pheromones? Nature 233, 411-413.
- OGURA N., 1972: Rate and extent of decomposition of dissolved organic matter in surface seawater. Mar. Biol. 13, 89-93.
- OLESEN P. E., A. MARETZKI & A. L. ALMODOVAR 1964: An investigation of antimicrobial substances from marine algae. Bot. Mar. 6, 224-231.
- PERES J. M. & L. DEVÈZE, 1963: Océanographie biologique et biologie marine. 2, P.U.F., Paris.

## I N D I C E

AUTERI, R.: Ricerche sperimentalì sullo sviluppo di <i>Homarus gammarus</i> (Crostaceo Decapode) (2 Figure) . . . . .	pag.	1
BOMBACE, G.: Considerazioni sulla distribuzione delle popolazioni di livello batiale con particolare riferimento a quelle bentonectoniche .....	»	7
CANTONE, G. & G. COSTA: Variabilità nel numero delle branchie delle papille perianali e delle papille rettali in una popolazione di <i>Ophelia bicornis</i> SAVIGNY delle coste orientali della Sicilia (ANELLIDA, POLYCHAETA) (6 Figure).....	»	22
CATALANO, E.: Osservazioni su alcune catture di pesci nel Golfo di Palermo.....	»	36
GERACI, S. & V. ROMAIRONE: Prevenzione del fouling mediante ipoclorito di sodio (13 Figure) . . . . .	»	37
MACCHI, G.: La ricerca oceanologica: stato attuale e lineamenti per il suo sviluppo . . . . .	»	53
MONTANARI, M. & G. RELINI: Incidenza degli Ascidiacei nel fouling ligure (8 Figure) . . . . .	»	86
PAGOTTO, G.: Gli HETEROSOMATA dell'Adriatico. III contributo alla loro conoscenza. L'introduzione di un nuovo attrezzo da pesca e la sua influenza sul volume delle catture di HETEROSOMATA ed, in particolare, di <i>Solea</i> sp. in Alto Adriatico (3 Figure).....	»	105
RELINI, G. & G. G. Rossi: Selezione operata dal flusso dell'acqua di mare sull'insediamento del fouling all'interno di tubazioni (17 Figure).....	»	115
RIGGIO, S.: Dati preliminari sui Tanaidacei (Crostacei Peracaridi) delle coste tirreniche e mediterranee italiane. . . . .	»	128
SARÀ M.: Relazioni chimiche fra gli organismi nel mare. . . . .	»	129

DIRETTORE RESPONSABILE: PROF. GIUSEPPE MONTALENTI  
AUTORIZZAZIONE DEL TRIBUNALE DI NAPOLI N. 980 DEL 12 GIUGNO 1956