SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA
XI CONGRESSO - ORBETELLO - 23-26 MAGGIO 1979
ATTI

LA BIOLOGIA MARINA E LA GESTIONE DELLA FASCIA COSTIERA

A cura di: Giuseppe COGNETTI
Paolo TONGIORGI
Anna Maria BONVICINI-PAGLIAI

Regione Toscana-Giunta Regionale - Comune di Orbetello
Istituto di Zoologia dell'Università di Modena

ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE B

SUPPLEMENTO VOL. LXXXVI - ANNO 1979

ATTI XI CONGRESSO
DELLA SOCIETA' ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

ORBETELLO 23 - 26 MAGGIO 1979

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1980

Il Congresso è stato organizzato da

Comune di Orbetello
Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
Regione Toscana - Giunta Regionale

La pubblicazione degli Atti del Congresso è stata realizzata grazie a un contributo

della **Regione Toscana - Giunta Regionale**
e del **Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno**

La Biologia Marina
e la gestione della Fascia Costiera

COMITATO ORGANIZZATORE

PIERO VONGHER	— Sindaco di Orbetello
GIUSEPPE COGNETTI	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
PAOLO TONGIORGI	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
GINO BRUNI	— Comune di Orbetello, Assessore Sport e Pesca
ANNA MARIA BONVICINI PAGLIAI	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
ANNA MARIA COGNETTI VARRIALE	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
ROBERTO CREMA	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
RENATA VANDINI ZUNARELLI	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena

COMITATO DI SEGRETERIA

MARIA BALSAMO	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
LORENZA COGGI MOSCARDINI	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
STEFANO DE RANIERI	— Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno
GIULIANA GIANNELLA	— Comune di Orbetello
MARISA MARI	— Istituto di Zoologia dell'Università di Modena
GABRIELLO MARINI	— Comune di Orbetello

Hanno contribuito

COMUNE DI ORBETELLO - REGIONE TOSCANA - GIUNTA REGIONALE - AZIENDA AUTONOMA COSTA D'ARGENTO

L'edizione degli Atti è stata curata da:

GIUSEPPE COGNETTI
PAOLO TONGIORGI
ANNA MARIA BONVICINI PAGLIAI

INDICE

Gestione delle risorse di pesca nella fascia costiera

Giovanni BOMBACE - La gestione razionale delle risorse nella fascia costiera (*Introduzione al tema*) . . . . . pag. 3

Dino LEVI, M. Gabriella ANDREOLI - Nota metodologica introduttiva sulle indagini esplorative mediante attrezzature a strascico . . » 6

Carlo FROGLIA, Giuliano OREL - Considerazioni sulla pesca a strascico nella fascia costiera delle tre miglia in Adriatico . . . . . » 17

Arturo BOLOGNARI - Creazione di zone di riposo biologico nei compartimenti marittimi italiani . . . . . » 26

Guglielmo CAVALLARO, Fortunato MUNAÒ, Franco ANDALORO, Francesca SOLDANO - La situazione della piccola pesca litorale nello stretto di Messina nel dodicennio 1967-78 . . . . . » 30

Giovanni MARANO, Raffaele VACCARELLA, Nicola CASAVOLA, Giovanni BELLO - Pesca e banchi naturali di Lamellibranchi in Terra di Bari . . » 34

Acque salmastre: biologia e acquacoltura

Giuseppe COLOMBO, Ireneo FERRARI, Victor U. CECCHERELLI, Gianni CAVALLINI, Remigio ROSSI - Fattori idrologici e struttura dei popolamenti planctonici e bentonici della Sacca degli Scardovari . . . . » 41

Giulio RELINI, Eva PISANO - Popolamenti di substrato duro nelle lagune di Orbetello . . . . . » 48

Giulio RELINI, Giorgio MATRICARDI - I Cirripedi Toracici delle lagune di Orbetello . . . . . » 55

Eva PISANO - Osservazioni sistematico-ecologiche su alcuni Briozoi della laguna di Orbetello . . . . . » 58

Giovanni DIVIACCO - Remarks on Crustaceans Amphipods of the Orbetello laggons (Grosseto) . . . . . » 62

Giorgio MATRICARDI - Echinodermi della laguna di Orbetello . . . . » 65

Daniele BEDULLI, Elisabetta PERETTI - Recent development of the macrobenthos in a brackish lagoon of the Po river delta . . . . . » 69

Attilio SOLAZZI - Il fitoplancton: interazioni tra acque costiere e acque salmastre . . . . . » 73

Francesco CINELLI - Possibilità di reale sfruttamento dei vegetali marini delle coste italiane . . . . . » 77

Gianni CAVALLINI, Francesco PAESANTI - Nota sul ciclo annuale delle caratteristiche idrologiche e della concentrazione in Clorofilla-A fitoplanctonica della Sacca degli Scardovari (Delta del Po) . . . » 80

Claudio TOLOMIO, Mara MARZOCCHI, Attilio SOLAZZI, Fabio CAVOLO, Clara SALAFIA - Popolamenti fitoplanctonici in una stazione antistante il delta del Po . . . . . » 83

Claudio TOLOMIO, Fabio CAVOLO, Paolo FAVERO, Mara MARZOCCHI, Attilio SOLAZZI - Delta del Po. II. Ricerche fitoplanctoniche e idrologiche nella Sacca del Canarin (nov. 1977 - ott. 1978) . . . . . » 84

Maria Grazia MAZZOCCHI, Ireneo FERRARI - Variazioni a lungo e a breve termine dello zooplancton nella Sacca del Canarin (Delta del Po) . » 85

Serena FONDA UMANI, Mario SPECCHI - Dati quantitativi sullo zooplancton raccolto presso le due bocche principali della laguna di Grado (Alto Adriatico) . . . . . » 89

Costanzo M. DE ANGELIS - Situazione e prospettive dell'acquacoltura lungo le coste della Toscana . . . . . » 94

Mario GIANNINI, Roberto VITALI, Gilberto GANDOLFI - Studio quantitativo sul popolamento ittico di un ambiente salmastro del delta del fiume Po (Sacca del Canarin) . . . . . » 100

Anna R. CHIEREGATO, Ireneo FERRARI, Remigio ROSSI - Il regime alimentare degli stadi giovanili di orata, branzino, botolo e lotregano nella Sacca di Scardovari . . . . . » 104

Claudio COSTA, Roberto MINERVINI - Le specie ittiche del lago di Sabaudia di prevalente interesse economico. Nota I. Una metodica per l'allevamento intensivo di *Dicentrarchus labrax* (L.) e *Diplodus sargus* (L.) . . . . . » 108

Lia PAGGI, Paola ORECCHIA, Gabriella CANCRINI, Nicola CATALINI, Roberto MINERVINI - Le specie ittiche del lago di Sabaudia di prevalente interesse economico. Nota II. Osservazioni parassitologiche . . » 112

Febo LUMARE - Studio comparativo di metodologie di riproduzione indotta in *Penaeus kerathurus* Forskäl 1775 (Decapoda, Natantia) . . » 114

Giovanni PALMEGIANO, Marco G. SAROGLIA - Utilizzazione di scarichi termici in crostaceicoltura. Rapporto tra tasso di accrescimento e « carryng capacity » . . . . . » 123

Paolo BREBER, Giovanni B. PALMEGIANO - Uova di *Sepia officinalis* seminate nella laguna di Lesina a scopo di pesca: prime esperienze . » 127

Victor U. CECCHERELLI, Aurora PRATI, Vittorio GAIANI - Note sull'accrescimento e la produzione di *Mytilus galloprovincialis* Lamk in un banco naturale della Sacca di Scardovari . . . . . » 134

Corrado PICCINETTI, Gabriella PICCINETTI MANFRIN - La pialassa ravennate: ambiente vallivo da risanare . . . . . » 138

Inquinamento costiero: fonti, natura ed effetti

Joseph BERGERARD - Consequences ecologiques de la pollution petroliére due au naufrage de l'« Amoco Cadiz » sur le côtes de Bretagne . » 143

Dan MANOLELI - Des modifications survenues ces 30 dernières années dans la composition de la faune bentique du littoral roumain (Mer Noire) . . . . . » 152

Anna M. BONVICINI PAGLIAI, Roberto CREMA, Edmondo IOANNILLI, Mauro BERTONATI, Romeo CIRONI, Roberto VITALI - Caratteristiche strutturali del macrobenthos della fascia infralitorale antistante la centrale di Torre Valdaliga (Civitavecchia) . . . . . » 160

Edmondo IOANNILLI, Roberto CREMA, Anna M. BONVICINI PAGLIAI, Mauro BERTONATI, Romeo CIRONI, Roberto VITALI - Qualità dell'acqua e comunità fitoplanctoniche in rapporto allo scarico termico della centrale termoelettrica di Torre Valdaliga (Civitavecchia) . . » 168

Roberto CREMA, Edmondo IOANNILLI, Anna M. BONVICINI PAGLIAI, Mauro BERTONATI, Romeo CIRONI, Roberto VITALI - Chimico fisica delle acque e produttività primaria nel tratto di mare antistante la centrale termoelettrica di Piombino . . . . . » 182

Mario INNAMORATI, Adriana BOCHICCHIO, Roberto GABBRIELLI, Carlo LENZI GRILLINI - Effetti dell'incremento termico artificiale nel mare di Torre del Sale (Golfo di Follonica). Primi risultati . . . . . » 190

Romano FERRARA, Alfredo SERITTI, Stefano DE RANIERI, Antonio PETROSINO, Giovanni DEL CARRATORE, Maurizio TORTI - Distribuzione dei metalli pesanti nelle acque costiere della Toscana Settentrionale . » 199

Enzo ORLANDO, Marina MAURI - Esperienze in laboratorio sull'accumulo di manganese in *Donax trunculus* L. (Bivalvia) . . . . . » 204

Marina MAURI - Incorporazione del manganese e del ferro nella conchiglia di *Donax trunculus* L. (Bivalvia) . . . . . » 211

Cristina NASCI, Valentino U. FOSSATO - Studio sulla fisiologia dei mitili e sulla loro capacità di accumulare idrocarburi e idrocarburi clorati . . . . . » 216

Giancarlo FAVA, Eugenio CROTTI - Effetto paradosso di un detersivo a base di LAS in *Tisbe holothuriae* Humes (Copepoda Harpacticoida) . » 219

Angelo STRUSI, Pietro PANETTA, Raffaele SERIO - Correlazione tra le cariche batteriche ed i nutrienti nei mari di Taranto . . . . . » 223

Conoscenza e promozione dell'ambiente costiero

Robert B. CLARK - Monitoring change in the marine environment . . . » 229

Michele SARA' - Il ruolo dei Poriferi nell'ecosistema marino litorale . . » 248

Patrizia CASALI, Gabriella MANFRIN, Anna Rosa SCARANI, Nadia TEGACCIA - Dati preliminari sull'ecologia di una zona costiera dell'Adriatico . » 254

Silvano RIGGIO, Giovanni DI PISA - Indagini preliminari sui patterns di insediamento dei popolamenti bentonici nel porto di Palermo . . » 258

Anna M. COGNETTI VARRIALE - Su due Policheti Owenidi di sabbie infralitorali del golfo di Follonica . . . . . » 263

Riccardo CATTANEO, Sebastiano GERACI - Il popolamento a Briozoi (Cheilostomata) della prateria a *Posidonia* di Procchio (Isola d'Elba) . . » 268

Mario INNAMORATI, Marta DE POL SIGNORINI - Spettri della radiazione visibile sottomarina nel Mar Ligure . . . . . » 269

Carlo LENZI GRILLINI, Ferdinando BUDINI GATTAI - Comunità fitoplanctoniche del porto di Livorno e delle acque costiere antistanti . . » 273

Armando BATTIATO, Mario CORMACI, Giovanni FURNARI, Blasco SCAMMACCA - Osservazioni preliminari sulla zonazione dei popolamenti fitobentonici di substrato duro della penisola della Maddalena (Siracusa) . . . . . » 278

Raffaele OLIVOTTI - Rimozione di alcuni metalli pesanti dalle acque residue urbane mediante consueti trattamenti di depurazione . . . » 279

Giuseppe COGNETTI - Prospettive per una migliore tutela delle acque dopo l'approvazione della legge del 24 dicembre 1979 nº 650 . . . » 291

Luigi BOITANI, G. Domenico ARDIZZONE - Interventi locali e approccio integrato in una strategia di conservazione del Mediterraneo . » 294

Insediamenti su substrati duri artificiali

Alvise BARBARO, Mario CHIEPPA, Antonia FRANCESCON, Giulio RELINI, Angelo TURSI - Le repliche nello studio del fouling . . . . » 301

Carla MORRI - Remarques sur les Hydraires vivants dans les salissures biologiques de quelques centrales thermo-électriques côtières italiennes . . . . . » 305

Giulio RELINI, Carlo N. BIANCHI - Prime osservazioni sul fouling della centrale termoelettrica di Torvaldaliga (Civitavecchia) . . . . » 308

Giovanni DIVIACCO - Amphipods of fouling in the conduits of the electric power station of Torvaldaliga (Civitavecchia) . . . . » 312

Carlo N. BIANCHI - Note préliminaire sur les Polychètes Serpuloidea (Annélides) de substrats artificiels immergés dans le Golfe de Gênes . » 316

Eva PISANO - Osservazioni preliminari sui Briozoi di substrati artificiali immersi nel piano infralitorale del promontorio di Portofino (Mar Ligure) . . . . . » 320

Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica in mare

Eugenio FRESI - Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica marina . . . . . » 325

Francesco CINELLI, Eugenio FRESI - Contributo alla valutazione dell'effettiva incidenza della pesca subacquea sul patrimonio biologico delle acque costiere italiane . . . . . » 330

Paolo COLANTONI - Problemi legali e amministrativi dell'immersione scientifica . . . . . » 339

Varia

Lodovico GALLENI, Ursula SALGHETTI, Paolo TONGIORGI - Ricerche sui predatori dei mitili. La progressione della predazione nel policlade *Stylochus mediterraneus* . . . . . » 349

Patrizia NARDI, Marco NIGRO, Paolo TONGIORGI - Ricerche sui predatori dei mitili. Il gasteropode perforatore *Ocinebrina edwarsii* . . . » 353

Paolo M. BISOL, Vittorio VAROTTO, Bruno BATTAGLIA - Variabilità genetica di tre popolazioni del copepode arpacticoide *Tisbe bulbisetosa* . » 357

Massimiliano CERVELLI, Giancarlo FAVA - Variabilità genetica in *Tisbe bulbisetosa* (Copepoda, Harpacticoida) di tre lagune adriatiche . . . » 360

Milena MARINI, Ivan BENEDETTI - Considerazioni sulla variabilità di alcuni sistemi di neuroni in Teleostei appartenenti alla stessa famiglia . » 363

Anna M. BOLOGNANI FANTIN, Enzo OTTAVIANI, Lorenzo BOLOGNANI, Antonella FRANCHINI, Massimo MASSERINI - Studio istofunzionale dell'apparato digerente di *Murex brandaris* e *Murex trunculus* . . . » 366

Gilberto GANDOLFI, Remigio ROSSI, Paolo TONGIORGI, Paolo VILLANI - Osservazioni sulla montata delle ceche (*Anguilla anguilla* L.) alla foce dell'Arno (ottobre 1978 - maggio 1979) . . . . . » 370

Maurizio WURTZ - I cefalopodi raccolti nel Mar Ligure durante la campagna di pesca batiale 1977-78 . . . . . » 374

Stefano DE RANIERI - La maturità sessuale nelle femmine di *Mullus barbatus* L. nell'Alto Tirreno . . . . . » 378

Giorgio FANCIULLI, Lidia RELINI ORSI - Biologia di *Phycis blennioides* Brunn. 2. Rapporto sessi e osservazioni sulla maturità sessuale . » 383

Marino VACCHI, Lidia RELINI ORSI - Alimentazione di *Chimaera monstrosa* L. sui fondi batiali liguri . . . . . » 388

Silvano FOCARDI, Lucia FALCIAI, Cristina GAMBI, Valeriano SPADINI - Alimentazione di *Mullus barbatus* nel Mar Tirreno . . . . » 392

Laura ROTTINI SANDRINI - Valutazione statistica della variabilità intraspecifica in tre popolazioni mediterranee di *Muggiaea kochi* Will (Siphonophora, Calycophorae) . . . . . » 396

Salvatore CACCAMESE, Roberto AZZOLINA, Mario CORMACI, Giovanni FURNARI - Attività antimicrobica in alcune alghe della costa orientale della Sicilia . . . . . » 397

Stellario CREAZZO - Nota sulla distribuzione delle correnti di gradiente nel basso Tirreno . . . . . » 398

PRESENTAZIONE

I problemi che l'inquinamento ambientale, l'attacco alla salute umana e il depauperamento delle risorse naturali sollevano con crescente drammaticità, impongono interventi e scelte verso soluzioni il più possibile celeri e definitive.

La degradazione ambientale ha ormai attaccato ogni settore e su vaste aree; anche il nostro paese non è stato risparmiato dai guasti che rumore, fumi, tossici e veleni causano all'atmosfera, alle acque, al suolo, al sottosuolo.

Neppure il mare è sfuggito a questo processo di degradazione, malgrado le dimensioni e l'estensione di questo ambiente; chiari e preoccupanti si fanno sempre più i sintomi di squilibrio e di malessere di questo bene prezioso.

A nessuno sfugge certo l'importanza che il mare riveste per un paese come l'Italia ed in particolare per la Regione Toscana che ha ben 588 chilometri di linea di costa, sia sotto il profilo squisitamente naturalistico che sotto il profilo economico, sociale e turistico.

Occorre quindi che la scienza e la tecnica si impegnino ora più che mai a studiare, approfondire e fornire gli strumenti necessari per arginare e debellare i guasti prodotti.

Un'attenzione ed una cura particolare pensiamo debba essere rivolta proprio verso i problemi dell'inquinamento marino, che si presentano con caratteristiche particolarmente vaste ed inquietanti data la peculiarità del mezzo in cui si svolgono.

E' in questo contesto dunque che la Regione Toscana ha aderito ben volentieri dando il proprio patrocinio, all'XI Congresso della Società Italiana di Biologia marina che si è tenuto ad Orbetello nel maggio 1979.

Il contributo che gli studiosi ed i ricercatori partecipanti a tale congresso hanno dato, pensiamo abbia ampiamente soddisfatto le aspettative; è stato fatto un notevole passo avanti sia nel migliorare e completare la conoscenza dei complessi meccanismi che regolano il mare, sia nel prospettare soluzioni per il riequilibrio ed il mantenimento delle condizioni ottimali di questo ambiente prezioso.

E' quindi con soddisfazione che la Regione Toscana vede ora pubblicati gli atti di tale congresso che costituiranno un utile e prezioso stru-

mento per tutti quanti hanno a cuore la salute dell'uomo e la tutela dell'ambiente.

Desidero infine ringraziare a nome della Giunta Regionale Toscana, tutti coloro che hanno dedicato il loro impegno e la loro capacità per la riuscita di questo XI Congresso e per la pubblicazione dei suoi atti.

LINO FEDERIGI, Assessore Regionale

Il presente volume, supplemento del Bollettino della Società Toscana di Scienze Naturali, raccoglie i lavori presentati all'XI Congresso della Società Italiana di Biologia Marina svoltosi ad Orbetello dal 23 al 27 maggio 1979, il cui tema fondamentale era « La biologia marina e la gestione della fascia costiera ».

Le relazioni e gli interventi programmati erano stati, in sede congressuale, raggruppati in cinque tematiche: « Gestione delle risorse di pesca »; « Lagune salmastre e acquacoltura »; « Conservazione e promozione dell'ambiente costiero »; « Inquinamento costiero: fonti, natura ed effetti »; « Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica in mare ». Le comunicazioni a tema libero, non attinenti cioè al tema fondamentale, sono state discusse in apposite sedute. Per ragioni editoriali non si è potuto seguire l'ordine con il quale le comunicazioni erano state presentate; queste sono pertanto raggruppate in sette distinte sezioni.

Il volume corona il successo del congresso che ha visto la partecipazione di numerosi soci della S.I.B.M. e di molti altri ricercatori italiani e stranieri, tra i quali i Professori J. Bergerard, R.B. Clark, D. Manoleli, C. Maurin, che hanno portato un valido contributo, con i loro interventi. Un ringraziamento particolare è dovuto alla Società Toscana di Scienze Naturali che ha prontamente accolto la richiesta di pubblicare gli Atti nella sua prestigiosa rivista. La pubblicazione infine non avrebbe potuto realizzarsi senza il fondamentale contributo della Regione Toscana e l'aiuto finanziario del Centro Interuniversitario di Biologia marina di Livorno.

GIUSEPPE COGNETTI, PAOLO TONGIORGI
ANNA MARIA BONVICINI PAGLIAI, Editori

INDIRIZZI DI SALUTO AI CONGRESSISTI

La Società Italiana di Biologia Marina, riunita qui a Orbetello per il suo XI Congresso, sta per cominciare i suoi lavori. Da oggi, e nelle giornate che seguiranno, i suoi soci e gli ospiti che sono stati invitati per l'occasione, esporranno e discuteranno i risultati delle ricerche recentemente condotte in questo fertile e attualissimo settore delle Scienze Marine.

E' tradizione della Società che i temi da trattare nei suoi Congressi annuali riflettano gli interessi degli studiosi che di volta in volta ne curano l'organizzazione. Il tema centrale scelto per quest'anno verte sulla Biologia Marina e la gestione della Fascia Costiera, un argomento di grande rilevanza non soltanto per i suoi aspetti conoscitivi.

Orbetello, con la sua laguna e l'intensa attività di pesca e acquacoltura che vi si pratica, offre un'eccellente occasione per un incontro dedicato al problema del razionale sfruttamento delle risorse biologiche lungo la fascia costiera: un'area particolarmente produttiva, specie laddove esistono lagune salmastre, e che di conseguenza pone problemi di salvaguardia dall'inquinamento o da tipi di gestione del territorio, spesso insensati, che possono turbare gravemente gli equilibri delle comunità naturali.

Certi interventi dell'uomo non sorretti da un adeguato, indispensabile supporto scientifico, minacciano da un lato le risorse di cui l'uomo stesso ha bisogno per fini alimentari; dall'altro — provocando conseguenze disastrose anche sul piano estetico — scoraggiano lo sviluppo di attività ecologicamente accettabili e altamente remuneranti come per esempio quelle legate al turismo. Nè va trascurata la possibile compromissione di habitat singolari per le specie che vi trovano stabile o temporaneo ricetto: anche per essi la scienza deve suggerire le vie da percorrere al fine di risolvere alcuni delicati problemi di conservazione della natura.

Il tema di questo Congresso è tipicamente interdisciplinare: gli organizzatori hanno fatto sì che gl'interventi programmati, che pure toccano argomenti apparentemente assai diversi, siano legati da un filo conduttore che ne accomuna contenuti e intenti. Molti dei partecipanti alle varie tavole rotonde in cui si articola il Congresso, collaborano attivamente a Progetti Finalizzati del C.N.R. (Oceanografia, Promozione della qualità dell'Ambiente, Acquacoltura); alcuni di essi sono impegnati anche in iniziative internazionali come il progetto MAB dell'UNESCO (L'Uomo e la Biosfera). Siffatte iniziative, specialmente quando si trattano temi di am-

pio respiro come quello centrale del presente Congresso, legittimano e impongono il superamento della disciplinarietà, nel pieno rispetto delle competenze specifiche il cui rigore, se si vuole che la 'finalizzazione' abbia senso ed efficacia, va in ogni caso assicurato.

Sono infine particolarmente lieto di ricordare che con questo nostro Congresso si apre il secondo decennio di vita della Società Italiana di Biologia Marina, e che è nuovamente la Toscana, che ci vide riuniti per la prima volta a Livorno nel 1969, a offrirci ospitalità.

Di questa ospitalità desidero, a nome dei soci tutti, ringraziare gli Enti locali e l'Università di Modena che si sono addossati l'onere non lieve dell'organizzazione. Un caldo benvenuto va infine rivolto agli ospiti stranieri che hanno accettato l'invito a prendere parte ai nostri lavori.

Con l'auspicio che anche quest'anno la manifestazione abbia il più vivo successo, dichiaro aperti i lavori dell'XI Congresso della Società Italiana di Biologia Marina.

BRUNO BATTAGLIA, Presidente S.I.B.M.

Signor Sindaco, Autorità, cari Colleghi,

L'XI Congresso di Biologia Marina che si apre oggi a Orbetello, organizzato dal Comune di questa città e dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Modena, ha come tema fondamentale la conoscenza e la gestione della fascia costiera, ma dà ampio spazio anche, come dimostrano i titoli delle varie comunicazioni, ai più disparati campi della biologia marina. Siamo qui riuniti infatti per conoscere lo stato di avanzamento delle conoscenze sul mare, discutere le nostre ricerche, affrontare insieme i gravi problemi che riguardano l'ambiente marino. A tale scopo abbiamo invitato anche alcuni colleghi stranieri per avere notizie dettagliate sullo stato attuale delle ricerche nei loro paesi. Questo congresso non vuole essere quindi semplicemente un consulto apocalittico sull'agonia del mare, una ennesima denuncia dell'attuale situazione, ma al contrario un momento di verifica e di confronto di quanto è stato fatto e si può fare attraverso una corretta politica ambientale, basata cioè sulla prevenzione degli inquinamenti, e la ricerca di soluzioni di recupero e di sviluppo ai fini culturali, economici e scientifici.

La scelta di Orbetello per questo incontro di livello internazionale è stata fatta proprio perché la sua amministrazione, con ferma decisione, ha seguito questo tipo di politica, adoperandosi con tutti i mezzi disponibili

alla salvaguardia e alla promozione di questo straordinario ambiente naturale. Infatti, nel giugno 1975, l'amministrazione comunale conferiva agli studiosi dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Modena e all'Istituto di Ingegneria sanitaria del Politecnico di Milano l'incarico di svolgere un'indagine sulla situazione ecologica della laguna al fine di stabilire i possibili interventi di risanamento. Questa complessa indagine interdisciplinare, pubblicata a cura della Regione Toscana, è anche una testimonianza concreta dell'importanza che ha la collaborazione fra amministrazioni locali e università per una valida gestione del territorio. E' in questo spirito che il sindaco di Orbetello ha voluto che si svolgesse qui il nostro congresso, in questa città al centro di una magnifica laguna, testimonianza viva di quelli che furono gli ambienti naturali costieri della Maremma, di grande importanza non solo economica ma anche scientifica e culturale.

Per organizzare il congresso hanno lavorato, fianco a fianco anche manualmente, studiosi e tecnici dell'istituto di Zoologia di Modena, amministratori, impiegati e pescatori del Comune di Orbetello e di Capalbio. La sua riuscita sarà il giusto riconoscimento a chi ha voluto questo congresso in questa sede.

GIUSEPPE COGNETTI, Organizzatore del Convegno

Signori partecipanti, Signori convenuti,

quando il prof. Cognetti, che va subito detto si è profondamente impegnato insieme a tutti i suoi collaboratori per la organizzazione di questo incontro, mi propose l'idea di scegliere Orbetello come sede per l'XI Congresso della vostra Società fui preso da un attimo di esitazione ponendomi io il problema della dimensione dello sforzo rispetto ai mezzi ed alle strutture di cui disponiamo. Ma l'entusiasmo e lo slancio con i quali in questi anni abbiamo caratterizzato la nostra azione sui temi dell'ambiente e della sua tutela attiva sono stati sufficienti per vincere iniziali timidezze e per affrontare insieme a voi questa iniziativa.

Comprendevamo allora, e tanto più ne siamo convinti oggi, che la scelta di Orbetello se da una parte ci rendeva felici ed entusiasti, dall'altra ci riservava nuove e più pressanti responsabilità che abbiamo deciso di assumere interamente, ritenendo non eludibili per nessuno e tanto meno per i pubblici operatori, quali noi siamo, i temi che saranno oggetto dei vostri lavori. Abbiamo anche chiesto agli organizzatori e subito otte-

nuto, tanta è stata la sensibilità da loro dimostrata, che i vostri lavori, e lasciatemi dire i nostri lavori, fossero seguiti da gente e cittadini il cui titolo è soprattutto quello di essere l'utenza e la gestione più vere e più concrete dell'intero patrimonio naturalistico.

La presenza qui tra noi di esponenti politici, di responsabili di amministrazioni pubbliche, di tecnici, di studiosi delle università è uno tra i fatti più significativi di questa iniziativa e va colto per il contenuto innovatore che esso rappresenta e che tanto più può rappresentare per dare concretezza ad una corretta azione di governo e di gestione del territorio e dell'ambiente.

Molte infatti sono state le difficoltà che il nostro paese ha incontrato in questi anni affrontando questo tipo di problemi, conseguenza di uno scollegamento, di una mancanza di organici rapporti collaborativi tra enti, organismi, gruppi di ricerca, e associazioni che, a livelli e responsabilità diversi, avevano pur sempre compiti e funzioni comuni per il raggiungimento e il conseguimento di fini ed obiettivi convergenti.

Ciò ha talvolta determinato condizioni nelle quali l'incisività di azioni, anche giuste, è venuta meno, e l'utilizzazione delle risorse è stata perciò irrazionale, talvolta gli interventi si sono tra loro elusi a vicenda rendendo vani gli sforzi e le giuste aspirazioni di questo o di quell'altro ente. Ho ben presente quali e quanti sono stati e sono i guasti da ciò provocati, quanto pesino i ritardi al sostegno di giuste e corrette scelte di governo e nel raggiungimento di risultati di rilievo, per un meccanismo di sviluppo non in contrasto con una corretta difesa di quell'ambiente che rappresenta proprio l'oggetto verso il quale lo sviluppo si rivolge.

Ho presente, anche perché oggi è drammaticamente di attualità, il problema di una corretta, avanzata e lungimirante strategia per l'approvvigionamento energetico e per lo sfruttamento di tutte le fonti esistenti, l'assenza della quale è oggi causa o concausa di un assillante e preoccupante diminuzione delle capacità di approvvigionare l'espansione produttiva.

Riferendoci proprio a questa necessità di una organica e coordinata azione e politica di intervento, acquista grande rilievo l'esigenza di aprire i compartimenti stagni e di finalizzare ad obiettivi comuni lo sforzo di tutti, assicurando una piena utilizzazione delle risorse e delle energie che sono oggi disponibili. E' perciò auspicabile, anzi indispensabile, che oltre ad organizzare insieme convegni o iniziative di lavoro, di incontro e di studio come questa, la collaborazione e l'impegno tra i vari livelli possa continuare anche per azioni ed interventi reali che diano il segno concreto che è possibile incamminarsi su una nuova strada. E' fuori di dubbio che oggi, più che mai, è avvertita da strati sempre più vasti di popolazione la

necessità di determinare condizioni di sviluppo che non risultino in contrasto o in contraddizione con l'esigenza di mantenere e difendere l'equilibrio naturalistico e non tanto per una pura e semplice conservazione, quanto perché da esso dipende proprio la possibilità di estendere e qualificare lo sviluppo stesso.

Infatti è mia opinione, e non solo mia, che non si tratta di mettere in discussione la quantità dello sviluppo, come da qualche parte si tenta di fare. Ciò creerebbe un falso problema che ci porterebbe a concludere che i mali di cui soffrono l'ambiente ed il territorio sono da attribuire ad un eccesso di sviluppo, quando, al contrario, non è di questo che oggi soffriamo. Se si pensa a quante e quali sono le aree del mondo che soccombono per condizioni di emarginazione produttiva e di sottosviluppo ed all'ampiezza dell'espansione economica cui è legata la soluzione dei grandi problemi mondiali, primo fra tutti quello della fame, ne abbiamo la prova più evidente. Il problema infatti è quello del meccanismo che presiede allo sviluppo tecnologico, alla gestione dello stesso ed agli obiettivi che esso si prefigge di raggiungere.

La nuova qualità della vita, la lotta perché tornino ad essere preminenti valori che sembrerebbero in via di estinzione, passano per un nuovo modo di pensare, di elaborare e di assicurare nuovi processi economici, incentrati sulla difesa ed il mantenimento proprio di quei beni primari che consentono una esistenza umana più civile e più giusta.

Queste considerazioni e queste convinzioni sono state la molla che ha fatto scattare in noi l'esigenza di considerare come prioritario l'impegno per una nuova conoscenza delle caratteristiche del nostro territorio. Da questo impegno ha preso il via quattro anni or sono, proprio da questo teatro, uno studio interdisciplinare sulla laguna di Orbetello che si poneva come obiettivi il risanamento, l'utilizzazione e la valorizzazione dell'ambiente lagunare. Ho oggi il piacere di poter presentare i risultati di questa indagine raccolti in una importante pubblicazione che si è potuta concretizzare grazie all'impegno, oltre che del Comune, della Regione Toscana, che ha confermato così una linea che la pone all'avanguardia tra le Regioni italiane. Sul piano scientifico avrete modo di apprezzare, confrontare e valutare, anche criticamente con competenza e capacità di giudizio, la qualità del lavoro svolto dai gruppi di studio del Politecnico di Milano e dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Modena.

Come pubblico amministratore responsabile della committenza posso affermare che lo studio è un esempio rilevante di un metodo di governo che sarebbe a mio avviso giusto applicare ed estendere.

Avevamo la preoccupazione di un ambiente che andava incontro ad

un sempre più aggressivo processo di degradazione; avevamo presente quanto gravi sarebbero state sia sul piano economico sia su quello sociale, le conseguenze di un simile processo; avevamo chiari gli spazi che da una laguna sana e difesa si sarebbero potuti aprire per la rinascita dell'intera Maremma meridionale. Così decidemmo, definendone gli obiettivi da raggiungere, di dare gambe ad uno studio che, partendo da una conoscenza analitica e fondata su seri dati scientifici, ci avrebbe fornito le indicazioni sulle quali basare ogni intervento ed ogni scelta successiva. Tra le amarezze e le difficoltà che quasi quotidianamente caratterizzano il nostro lavoro posso affermare che il programma che ci eravamo proposti è risultato vincente. Oggi la laguna di Orbetello è veramente un ambiente conosciuto, studiato, fonte certa per attività produttive, punto di riferimento sul piano economico per una zona vasta e differenziata. Il risanamento della stessa procede con grande intensità ed oggi risulta quasi totalmente realizzato; l'utilizzazione è stata migliorata con attività di piscicoltura e di turismo non inquinante; la valorizzazione oggi è una realtà di cui non può sfuggire il significato del livello raggiunto. E' proprio la quantità e qualità delle energie che sono state profuse in questo lavoro, e che hanno coinvolto università, enti locali, produttori e cittadini, che ha permesso di sconfiggere tentativi di deturpazione e di rovinosa politica mai sopiti e di potenziare nel contempo le attività economiche, tra le quali principalmente quella della pesca. Questo settore, grazie anche agli investimenti che hanno consentito di potenziare le attività di sperimentazione, ha assunto un carattere di centralità per l'intera zona. Il livello raggiunto in questo settore ha favorito e suscitato importanti realizzazioni, tra le quali spicca l'intervento deciso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche che, se accompagnato dall'auspicata scelta della FAO, potrà costituire una straordinaria via per nuovi e più ambiziosi traguardi nell'applicazione della ricerca scientifica a concrete attività produttive cui essa è rivolta e finalizzata.

Ma l'aver innescato questi processi ha anche favorito la nascita di nuove attività imprenditoriali nel settore della pescicoltura, dell'acquacoltura e della trasformazione, che mentre consentono l'espansione dello sviluppo e della occupazione, permettono nel contempo di assicurare quei meccanismi produttivi in equilibrio con la difesa e la tutela dell'ambiente, cui prima facevo riferimento.

L'aver operato con questa metodologia nuova, ed a nostro avviso più avanzata, ha innalzato il livello culturale di ognuno di noi e del complesso della nostra comunità, favorendo quella qualificazione e quella specificazione che auspicavamo quattro anni or sono. Avevo il compito di presentare questo studio, di presentarlo come scelta metodologica per una poli-

tica di gestione dei temi del territorio e dell'ambiente; credo di averlo fatto con obiettività ed equilibrio. Solo chi non conosceva i livelli dai quali siamo partiti nel 1975 potrà giudicare enfatica e trionfalistica questa mia valutazione.

Abbiamo presente che quello che abbiamo iniziato è solo un processo e che nulla è definitivamente acquisito. Abbiamo chiaro che altri e più importanti risultati è indispensabile conseguire per assicurare nuovi livelli di vita alla nostra gente. Ma abbiamo anche la consapevolezza della giustezza e della correttezza delle nostre scelte e ciò ci dà l'orientamento per l'impegno futuro.

Signori Invitati, Signori Convenuti, mi avvio rapidamente alla conclusione sperando di aver assicurato una apertura degna del livello dei vostri lavori. Per il nostro lavoro noi consideriamo di grande importanza un proficuo svolgimento del vostro Congresso, guardiamo con profondo interesse ai risultati cui perverrete attraverso il confronto di conoscenze e di esperienze scientifiche diverse, ma tutte di grande livello. Ci aspettiamo anche suggerimenti e indicazioni per la funzione e il ruolo che ci competono. Da parte nostra, con la consueta e tradizionale disponibilità che caratterizza la Toscana e la Maremma, cercheremo di rendere di vostro gradimento la permanenza ad Orbetello.

Ricevete tutti voi dalla nostra Città e dall'Amministrazione Comunale un sincero augurio di buon lavoro e consentitemi di ringraziare quanti dall'Istituto di Zoologia di Modena e dai suoi collaboratori, all'Azienda Autonoma di Soggiorno e Turismo della Costa d'Argento, alla Regione Toscana, ai funzionari ed ai tecnici del Comune di Orbetello hanno lavorato con assiduità, impegno e competenza ed hanno consentito e permesso la organizzazione di questo Congresso, che Orbetello ricorderà come un momento assai significativo e i cui contributi tecnici e scientifici saranno molto importanti per le nostre conoscenze, per il nostro avvenire e per quello di queste regioni.

PIERO VONGHER, Sindaco del Comune di Orbetello

ELENCO DEI PARTECIPANTI

AMBROGI Romano, Milano
ANDALORO Franco, Messina
ANDREOLI M. Gabriella, Parma
ARCARESE Gaetano, Venezia
ARDIZZONE G. Domenico, Roma
ARRU Andreina, Sassari
AZZAROLI M. Luisa, Firenze
BALDUZZI Andrea, Genova
BALSAMO Maria, Modena
BARBARO Alvise, Venezia
BARONE Rossella, Palermo
BARONI Alberto, Padova
BATTAGLIA Bruno, Padova
BATTIATO Armando, Catania
BEDULLI Daniele, Parma
BELTRAMI Brunello, Roma
BENTIVEGNA Flegra, Napoli
BERG Luca, Venezia
BERGERARD Joseph, Roscoff (Francia)
BERTOLINO Andrea
BIANCHI Carlo Nike, Genova
BIANCHINI Marco, Roma
BISOL Paolo, Padova
BOERO Ferdinando, Genova
BOLOGNARI Arturo, Messina
BOLOGNANI FANTIN A. Maria, Modena
BOMBACE Giovanni, Ancona
BONVICINI PAGLIAI A. Maria, Modena
BORGIA Nicola, Nardò
BREBER Paolo, Lesina
BRESSAN Monica, Chioggia
BRUNETTI Riccardo, Chioggia
BUSETTA Mariella, Palermo
CACCAMESE Salvatore, Catania
CALVO Sebastiano, Palermo
CALVO BOSCARINO Grazia, Palermo
CAMPESAN G. Carlo, Venezia
CANCRINI Gabriella, Roma
CANNAS Alessandra, Cagliari
CAPANNI Anna
CARAVELLO G. Umberto, Padova
CARIELLO Lucio, Napoli
CARLI A. Maria, Genova
CARRADA Giancarlo, Napoli
CASALI Patrizia, Fano
CASAVOLA Nicola, Bari
CATAUDELLA Stefano, Roma
CATTANEO Riccardo, Genova
CAU Angelo, Cagliari
CAVALLARO Guglielmo, Messina
CAVALLINI Gianni, Ferrara
CAVOLO Fabio, Padova
CECCHERELLI Victor Ugo, Ferrara
CECCHERELLI Paola, Ferrara
CERVELLI Massimiliano, Venezia
CHESSA Renzo, Sassari
CHIEREGATO Anna Rosa, Ferrara
CHIMENZ GUSSO Carla, Roma
CINELLI FRANCESCO, Ischia
CIRONI Romeo, Piacenza
CLARK Robert, New Castle (G.B.)
COGNETTI Giuseppe, Modena
COGNETTI VARRIALE A. Maria, Modena
COLOMBO Giuseppe, Ferrara
COLOMBO Maria, Ferrara
COPPELLO Marco, Bolzano
CORMACI Mario, Catania
COSTA M. Rosa, Genova
CREAZZO Stellario, Messina
CREMA Roberto, Modena
CREMA Isa, Modena
CURINI GALLETTI Marco, Pisa
DE ANGELIS Costanzo M., Brescia
DELLA SETA Giovanni, Roma
DEL PIERO Donatella, Trieste
DE METRIO Gregorio, Bari
DE NICOLA GIUDICI Marina, Napoli
DE RANIERI Stefano, Livorno
DE VITA Filippo,
DI STEFANO Lucio, Palermo
DIVIACCO Giovanni, Genova
DONNINI Paolo, Milano

DONNINI Teresa, Milano
DRAGO Domenico, Palermo
EGESTE Roberto, Piacenza
FANCIULLI Giorgio, Genova
FAVA G. Carlo, Venezia
FERRARA Romano, Pisa
FERRARI Ireneo, Ferrara
FERRARI Miranda, Ferrara
FOCARDI Silvano, Siena
FONDA UMANI Serena, Trieste
FOSSATO Valentino, Venezia
FRANCESCON Antonia, Venezia
FREDDI Amedeo, Venezia
FRESI Eugenio, Ischia
FROGLIA Carlo, Ancona
FURLAN Wander, Venezia
FURNARI Giovanni, Catania
GAIANI Vittorio, Ferrara
GAIANI Vittorina, Ferrara
GALLENI Lodovico, Pisa
GAMBI M. Cristina, Siena
GANDOLFI Gilberto, Parma
GATTO Paolo, Venezia
GHERARDI Miriam, Bari
GHIRARDELLI Elvezio, Trieste
GIACCONE Giuseppe, Palermo
GIANNINI Mario, Parma
GIANNOTTA Massimo, Roma
GIORDANO Amelia, Palermo
GRIMALDI Piero, Bari
GRIMALDI DE ZIO Susanna, Bari
HATTARI Keita, Fano
HATTARI Hirani, Fano
IANORA Adriana, Napoli
INNAMORATI Mario, Firenze
IOANNILLI Edmondo, Piacenza
KALFA A. Maria, Tessaloniki (Grecia)
LABRAKIS Emanuel, Roma
LENZI GRILLINI Carlo, Firenze
LEONE Vincenzo, Milano
LEPORE Elena, Bari
LEVI Dino, Ancona
LUCCHI Claretta
LUMARE Febo, Lesina
MANELLI Harry, Roma
MANOLELI Dan, Bucarest (Romania)
MARANO Giovanni, Bari
MARI Marisa, Modena
MARIN M. Gabriella, Chioggia
MARINI Milena, Modena
MARINO Donato, Napoli
MARTINI Franco, Genova
MARZOCCHI Mara, Padova
MASSERA BOTTAZZI Elsa, Parma
MATARRESE Alfonso, Bari
MATRICARDI Giorgio, Genova
MAURI Marina, Modena
MAURIN Claude, Nantes (Francia)
MAZZOCCHI M. Grazia, Parma
MAZZOLA Antonio, Marsala
MEZZASALMA Vincenzo, Palermo
MINERVINI Roberto, Roma
MOJETTA Angelo, Sesto San Giovanni
MOJETTA GORLA Gigliola, Sesto San Giovanni
MONTALENTI Giuseppe, Roma
MORI Mario, Genova
MORONE DE LUCIA R. Maria, Bari
MORRI Carla, Pavia
MORSELLI Ivano, Modena
NARDI Patrizia, Livorno
NASCI Cristina, Venezia
NIGRO Marco, Livorno
OLIVOTTI Raffaello, Trieste
ORECCHIA Paola, Roma
OREL Giuliano, Trieste
ORESTANO Carla, Palermo
ORLANDO Enzo, Modena
OTTAVIANI Enzo, Modena
PAGGI Lia, Roma
PAGOTTO Giovanni, Treviso
PALMEGIANO Giovanni B., Lesina
PANELLA Sergio, Roma
PANETTA Pietro, Taranto
PANSINI Maurizio, Genova
PARENZAN Pietro, Taranto
PARENZAN Irma, Taranto
PASTORE Michele, Taranto
PEPE Richard, Roma
PERETTI Elisabetta, Parma
PESSANI Daniela, Genova
PETROSINO Domenico, Nardò
PICCINETTI Corrado, Fano
PISANO Eva, Genova
PRATESI Fulco, Roma
PRATI Aurora, Ferrara
PRINCIPI Fulvia
PRONZATO Roberto, Genova
QUAGLIA Antonio, Bologna

QUAGLIA Giuseppina, Bologna
RABAGLIATI Riccardo, Venezia
RELINI Giulio, Genova
RELINI ORSI Lidia, Genova
RENZONI Aristeo, Siena
RIBERA D'ALCALA' Maurizio, Napoli
RIGGIO Silvano, Palermo
RODINO' Emanuele, Padova
ROSA SALVA Paolo, Venezia
ROSSI Remigio, Ferrara
ROSSI Anna, Ferrara
ROTTINI SANDRINI Laura, Trieste
RUSSO Giancarlo, Palermo
SALAFIA Clara, Padova
SALGHETTI Ursula, Livorno
SANNA Fausta, Cagliari
SANTISI Salvatore, Napoli
SARA' Michele, Genova
SARA' CIFERRI Fiorella, Genova
SAROGLIA Marco, Milano
SCACCINI Marta, Fano
SCALERA LIACI Lidia, Bari
SCARANI Anna Rosa, Fano
SCHREIBER Bruno, Parma
SCHREIBER FANO Ada, Parma
SCIPIONE Beatrice, Roma
SCISCIOLI Margherita, Bari
SCOTTO DI CARLO Bruno, Napoli
SEQUI Roberto, Roma
SOLAZZI Attilio, Padova
SOLAZZI Maria, Padova
SPECCHI Mario, Trieste
STAFFIERI Sergio, Zoagli (Genova)
STEFANELLI Alberto, Roma
STEFANELLI Sig.ra, Roma
TARAMELLI RIVOSECCHI Ester, Roma
TASSELLI Aldo, Ravenna
TEGACCIA Nadia, Fano
TOLOMIO Claudio, Padova
TONGIORGI Paolo, Modena
TORCHIO Menico, Milano
TURSI Angelo, Bari
VACCARELLA Raffaele, Bari
VATOVA Aristocle, Venezia
VENTURINI Ghino
VIGNOLA Giovanna, Genova
VITALI Roberto, Piacenza
WURTZ Maurizio, Genova
ZAMPI Maritza, Siena
ZANNETTI Laura, Napoli
ZITELLI Andreina, Padova
ZOFFOLI Maria
ZUNARELLI VANDINI Renata, Modena

GESTIONE DELLE RISORSE DI PESCA NELLA FASCIA COSTIERA

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. BOMBACE (*)

INTRODUZIONE AL TEMA: LA GESTIONE RAZIONALE DELLE RISORSE NELLA FASCIA COSTIERA

Autorità, gentili signore, amici e colleghi, quest'anno mi si è voluto affidare il compito di introdurre i lavori sul tema della gestione delle risorse nella fascia costiera. Bisogna rilevare come tutta la tematica dell'XI Congresso della S.I.B.M. si svolge sui problemi della fascia costiera. Vorrei sottolineare ancora un'altra coincidenza: anche la prossima assemblea plenaria del C.G.P.M. (FAO) ha stabilito di tenere un simposio sui problemi della fascia costiera.

Ci si può quindi, con legittimità, chiedere il perché di questa attenzione nazionale ed internazionale per la fascia costiera. I motivi ci sono e se ne possono individuare almeno due:

1) sul Mediterraneo, come del resto già avvenuto per altri mari, può venire ribaltato il principio del nuovo diritto del mare che prevede la istituzione della cosiddetta « zona economica » delle 200 miglia. Ciò significa che un Paese costiero estende la sua giurisdizione su una fascia di 200 miglia, per ciò che attiene allo sfruttamento delle risorse biologiche e minerarie.

Là dove non ci sono 200 miglia (in Mediterraneo forse si riscontrano solo tra Napoli e le Baleari), i Paesi rivieraschi dividono le acque a metà. Ciò significa che le acque internazionali verranno suddivise tra i paesi rivieraschi; la pesca d'altura dovrà essere ridimensionata e, per contro, la fascia costiera (in senso lato) dovrà supplire alle risorse venute meno, mediante una migliore utilizzazione delle risorse costiere stesse.

2) E' noto che la fascia costiera, con la sua zona eufotica, rappresenta la principale sorgente di energia per le catene alimentari che si dispiegano, sia a livello pelagico sia bentonico.

Ci manca certamente una mappatura dettagliata della produttività primaria nella fascia costiera del nostro Paese. Tuttavia i dati più recenti, acquisiti per talune aree ben definite, ci dicono che il livello della produttività primaria, come il valore dei nutrienti, sembrano essere notevolmente aumentati e che si assiste ad una crescente fertilizzazione. Questa, in connessione a taluni fatti meteoceanografici, può provocare i noti fenomeni di fioriture algali.

Responsabili di questa crescente fertilizzazione delle acque costiere sono gli apporti biogenici di fiumi e corsi d'acqua che, sempre più, drenano e trasportano a mare i surplus nutritivi di una agricoltura intensiva, gli sversamenti cloacali legati all'intensa antropizzazione costiera, unitamente ad altre sorgenti organiche legate ad industrie di trasformazione o ad allevamenti animali.

Questa enorme energia costiera che, come dicevo, in taluni punti s'accumula paurosamente, merita tutta la nostra attenzione. O essa va distribuita al

largo, dove ci si imbatte nella povertà strutturale del Mediterraneo, o va riciclata mediante opportuni e studiati interventi dell'uomo nell'ambiente, interventi che in altre occasioni ho chiamato di « ingegneria ecologica ». Si tratta cioè di vedere come si può utilizzare questo patrimonio energetico sotto costa.

Questi sono solo due motivi che mi sembrano assai validi perché i problemi della utilizzazione della fascia costiera siano posti all'attenzione della ricerca e della scienza.

A questo punto val la pena di ricordare all'assemblea alcuni dati statistici della nostra pesca.

Dopo la voce prodotti petroliferi, la voce che più incide nella bilancia commerciale è quella per importazione di prodotti alimentari (all'incirca 5.000 miliardi). Per quanto riguarda le risorse della pesca, importiamo (1977) tonn. 248.429 per L. 350.819 milioni ed esportiamo per tonn. 60.357 di prodotto, corrispondente ad un valore di L. 45.563 milioni.

Il saldo negativo è quindi di 190.000 tonn. di prodotto per circa 300 miliardi di esborso relativo/anno. Se guardiamo alla composizione qualitativa delle nostre esportazioni ci accorgiamo che essa è basata principalmente su pesce fresco, tra cui pesce azzurro e precisamente sardine verso la Francia ed acciughe verso la Spagna.

Basta che questi due Paesi blocchino o rallentino con meccanismi doganali (elevazione dazi) l'esportazione ed il settore della pesca del pesce azzurro, già in crisi strutturale, entra in crisi congiunturale. Eppure se guardiamo ai dati di produzione, alle stime e valutazioni sullo stato delle risorse del Mediterraneo, ci accorgiamo che per una nuova strategia alimentare possiamo e dobbiamo puntare sul pesce azzurro e sui molluschi in genere.

La nostra produzione, il cui valore lordo si aggira sui 1.000-1.200 miliardi, può essere stimata come segue: 350.000 tonn. di prodotti relativi a risorse demersali, 130.000 tonn. di molluschi (bivalvi particolarmente), 20.000 tonn. di tonnidi; 250.000 tonn. di pesce azzurro. In totale 750.000 tonn. di prodotti contro le 400.000 tonn. delle statistiche ufficiali.

Di queste voci, oltre i bivalvi, solo le catture di pesce azzurro sono aumentabili, ma con prudenza. Si deve mirare alla loro migliore utilizzazione a fini alimentari e soprattutto creare gli sbocchi necessari. Ciò significa modi nuovi di lavorazione, significa confezionare e presentare i prodotti in modo diverso da parte delle industrie di trasformazione e soprattutto ampliare il mercato del prodotto fresco, cambiare il senso della domanda interna, tutta protesa com'è verso specie ritenute più pregiate, divenute oggigiorno veri e propri status symbolis *di questa società consumistica.*

E' assurdo, ed anche pericoloso, che in attesa di avviare questa nuova strategia alimentare si distruggano nel frattempo queste risorse alternative, trasformandole in farine di pesce, sulla base di diabolici regolamenti comunitari, talora imperfetti, spesso male applicati e, quasi sempre, lasciati senza controllo ai fini di ottenere, tramite l'AIMA, le compensazioni CEE. Ci si chiede allora se la valorizzazione, protezione e gestione delle risorse della fascia costiera possano consentire un diverso e nuovo sviluppo della pesca. La mia risposta è affermativa. Le esperienze di barriere artificiali, di zone di ripopolamento, di allevamenti in gabbie, di maricoltura del largo, possono aprirci orizzonti di sviluppo produttivo ed economico-sociale veramente importanti.

I problemi più spinosi non sono tanto tecnico-scientifici quanto di programmazione e di mediazione tra le diverse utenze della fascia costiera e ve ne sono anche di giuridici. Basti dire che manca una legge quadro che definisca cos'è un parco marino, una barriera artificiale, una zona di ripopolamento, che differenza ci sia tra questa ed una zona di tutela biologica (così come previsto nella legge sulla pesca), come debbano essere gestite e regolamentate le risorse venutesi a creare dietro intervento dell'uomo sull'ambiente, una legge che indichi chi sono gli utenti e chi deve prendere le decisioni operative. Questi sono i problemi da affrontare nel prossimo futuro.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

D. LEVI (*), M.G. ANDREOLI (**)

NOTA METODOLOGICA INTRODUTTIVA SULLE INDAGINI ESPLORATIVE MEDIANTE ATTREZZATURE A STRASCICO

Riassunto — Tra i metodi diretti di valutazione delle risorse, ci si sofferma sulle indagini esplorative mediante attrezzature a strascico. Si pone particolarmente in rilievo l'importanza della fase preparatoria ed il disegno statistico dell'esperimento.

Abstract — *An introductory methodological note on trawl-surveys.* Among the direct methods of resource assessment, trawl-surveys are discussed in some detail. Particular emphasis is given to planning and statistical design of the experiments.

Key words — Fishable stocks, surveying & prospecting, stock assessment & management.

Nessuna risorsa alimentare autorinnovabile ha visto un aumento del proprio tasso di sfruttamento paragonabile a quello cui sono state sottoposte, nell'ultimo trentennio, le risorse oggetto di pesca. Si tratta, all'incirca, di un raddoppio dei prelievi ogni dieci anni. Conosciamo, ormai, la storia dello sviluppo di numerose attività di pesca (*fisheries*), tanto che alcuni Autori distinguono delle fasi tipiche (GULLAND, 1975, pp. 1-6, tab. 7, MACKETT, 1973, pp. 2-6, tab. 2.2.1), cui dovrebbero corrispondere diversi tipi e qualità di informazioni e di schemi di gestione relativi allo sfruttamento delle risorse (*management*).

La metodica di acquisizione dell'informazione biologica di cui parlerò ora, presenta la caratteristica interessante di essere in grado di evolversi con l'evolversi dello sviluppo della pesca, adattando ad esso la qualità ed il dettaglio dell'informazione.

I *trawl-surveys* (cioè le esplorazioni scientificamente programmate ed eseguite mediante rete a strascico), come tutti i tipi di *surveys*, rientrano nei metodi « diretti » di valutazione delle risorse, cioè quei metodi di indagine sul campo che si differenziano dai metodi « indiretti », basati questi ultimi sullo studio degli apporti commerciali delle flottiglie di pesca.

Erroneamente si crede che il vantaggio dei metodi diretti consista nella loro « autosufficienza » rispetto alla realtà delle flottiglie commerciali. L'autosufficienza, ma pur sempre parzialmente, può semmai esistere in

(*) Laboratorio di Tecnologia della Pesca, CNR. Molo Mandracchio, Ancona.
(*) Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università, Strada dell'Università 12, 43100 Parma.

una primissima fase dello sviluppo della pesca, ma ben presto i dati commerciali divengono indispensabili e, come vedremo a conclusione del discorso, indispensabile diventa l'integrazione tra le due diverse basi-dati.

Idealmente, quindi, dovremmo sempre considerare metodi diretti ed indiretti come tra loro complementari e non sostitutivi. Ove necessaria per limiti economici, è invece possibile una qualche ragionevole scelta *tra* diversi metodi diretti, in relazione ai limiti di confidenza delle stime prodotte, alla fattibilità (costi-benefici) e, beninteso, in rapporto alle caratteristiche intrinseche alle risorse da studiare.

Non c'è dubbio che un *echo-survey* meglio si attaglia alle popolazioni pelagiche a comportamento gregario ed un trawl-survey alle popolazioni demersali, così come un survey per uova e larve presenta certo più problemi su riproduttori continui che non su riproduttori stagionali o discontinui.

Ma, restando pur sempre nell'ambito dei trawl-survey, sarà bene chiarire che ne esistono diverse possibili categorie, delle quali due presentano maggior interesse scientifico per la pesca.

1. I trawl-surveys per la valutazione delle risorse: composizione, distribuzione, quantità, sfruttabilità...
2. I trawl-surveys commerciali: valutazione dei rendimenti di un'area e/o di un attrezzo, simulando i futuri rendimenti di eventuali flottiglie (commerciali...).

Nell'un caso e nell'altro è necessario avere ben chiaro che tipo di trawl-survey si vuole fare, perché ben diversa ne sarà la programmazione, l'esecuzione e l'analisi dei risultati.

In generale è meglio programmare un survey del tipo 1 piuttosto del 2: infatti è possibile utilizzare trawl-surveys per la valutazione delle risorse anche come trawl-surveys commerciali; fare il contrario (e a posteriori) non è certo raccomandabile perché, anche con la migliore buona volontà statistica, la quantità di informazione che si perde rispetto a quella che si acquisisce, rende spesso quasi ingiustificabile la fatica della elaborazione.

Ancora: lo studio delle biocenosi di fondo e della composizione sistematica percentuale della fauna ittica di una certa area, è estremamente utile ed interessante, ed a volte addirittura preliminare ad un trawl-survey; ma il trawl-survey è un'altra cosa, e non si può pretendere di chiedere poi a queste indagini ciò che solo un trawl-survey ci avrebbe potuto dare. Per essere ancora più precisi, una carta biocenotica è importante ma non la

si può utilizzare come « valutazione delle risorse della pesca ». Il contrario (associare cioè ad un trawl-survey altre osservazioni scientifiche) è invece quasi sempre possibile e ci sembra che vada attentamente considerato, soprattutto in fase di programmazione delle ricerche. La scelta di un trawl-survey sembra poi quasi obbligata quando, ove esistono dei committenti, essi richiedono le informazioni che un trawl-survey può dare.

Come si programma, dunque, un *trawl-survey per la valutazione delle risorse demersali?*

La programmazione comprende, in genere, tre ordini di scelte: 1. Risorse, aree e tempi; 2. strumenti di campionamento; 3. disegno del campionamento. Queste scelte sono strettamente interconnesse ma le tratteremo separatamente, per comodità d'espressione.

Risorse, aree e tempi

A. Il caso più difficile, ma anche più interessante, è quando non esiste pesca commerciale di una risorsa. Ci sono due sotto-casi importanti:

A-1. Esiste pesca commerciale su altre risorse rispetto alle quali la nostra è una *by catch,* ma si intende iniziarne lo sfruttamento o si pensa che, in futuro, questo diventerà commercialmente interessante.

In questo caso la scelta della risorsa da valutare è data (fa parte di quello che Mackett (1973), chiama *survey's environment* o *fixed constraints*) ed è possibile utilizzare le informazioni provenienti dalla pesca commerciale sulle altre risorse per individuare l'area ed i tempi di esecuzione del survey.

A-2. Non esiste affatto pesca commerciale.

Come vedremo più approfonditamente parlando del disegno del campionamento, una conoscenza della biologia e dell'ecologia delle risorse pescabili a strascico può comunque fornire un'indicazione indiretta di aree e tempi, attraverso l'individuazione e la mappatura dei fattori ambientali che condizionano la presenza di certe specie. Naturalmente è necessario che queste indicazioni siano già disponibili da indagini precedenti ed indipendenti. Se neppure questa indicazione esiste, è necessario uno (o più) *pre-survey.*

Che cos'è un pre-survey? E' un'esplorazione esclusivamente qualitativa, ma, soprattutto, *a maglia larga,* cioè con basso tasso di campionamento, con bassa « copertura » di un'area che è invece molto vasta, vasta tanto da coprire tutta l'« area di possibile distribuzione » delle specie commercialmente interessanti. A questo punto deve essere introdotta una distinzione fondamentale. Parlando delle due categorie di trawl-survey si è parlato

prima del trawl-survey per la valutazione delle risorse e, ipersemplificando, vi si è compreso valutazione della composizione, distribuzione, quantità e sfruttabilità delle medesime. Però, quando intendiamo valutare « composizione e quantità » delle risorse per la parte accessibile e disponibile a certe flottiglie commerciali e a certi attrezzi, possiamo limitarci ad eseguire il trawl-survey su una certa parte dell'area di distribuzione dello o degli stocks. Quando invece ci interessa valutare la « sfruttabilità » di questi stocks, allora il trawl-survey va eseguito su *tutta* l'area di distribuzione dello o degli stocks. Quest'area può anche essere molto ristretta se sappiamo con buona approssimazione che *tutta* la popolazione in studio vi si trova concentrata a seguito di fenomeni migratori.

Come si vede, aree e tempi di esecuzione possono variare a seconda degli obiettivi. A proposito di aree e tempi, dobbiamo prestare attenzione all'aspetto *distribuzione spazio-temporale* delle risorse. E' legittimo, e spesso avviene, che ci si ponga l'obiettivo di eseguire il trawl-survey solo su una « frazione » della popolazione. E' molto comune eseguire trawl-surveys sulle pre-reclute o sulle reclute, cioè sui nuovi individui che stanno per entrare o sono appena entrati nella fase sfruttata della pesca commerciale, allo scopo di formulare una « prognosi » della biomassa catturabile nella successiva stagione di pesca. Anche in questo caso, l'area del trawl-survey può essere ristretta, e limitata all'area di concentrazione della frazione che ci interessa (per inciso, probabilmente il nostro attrezzo a strascico sarà di tipo non convenzionale).

B. Il caso che ci interessa oggi più da vicino in Italia è quello della valutazione di stocks già sfruttati.

In breve tutta l'esperienza acquistata dalle flottiglie commerciali deve essere utilizzata per definire aree e tempi di esecuzione del trawl-survey. Per quanto riguarda l'area, bisogna tener presente che essa può essere sottostimata a causa della più bassa vulnerabilità delle specie (cioè della probabilità di incontro pesce-attrezzo) nei confronti dell'attrezzo commerciale, rispetto all'attrezzo del trawl-survey, che è studiato apposta per esplorare aree non convenzionali. Per quanto riguarda la scelta dei tempi, è chiaro che questi, in stretta connessione logica con la scelta delle aree, saranno condizionati dalla disponibilità stagionale dello stock per lo strumento di campionamento.

C'è però un'altra scala temporale che sicuramente influenza la disponibilità: quella nictemerale. E' necessario quindi tenerne conto e limitare l'esplorazione, ad esempio, alle ore di massima disponibilità. Solo studi approfonditi a livello delle singole specie possono, altrimenti, consentire l'introduzione di fattori dinamici di correzione.

Strumenti di campionamento

Anche qui il discorso è molto articolato, a seconda degli obiettivi che ci si propone. Se infatti si intendono effettuare valutazioni « relative » di biomassa nello spazio e nel tempo, allora richiederemo alla nostra rete di essere soprattutto stabile nelle sue caratteristiche fisiche (per garantirci riproducibilità delle osservazioni), facile da costruire ed usare, capace di rendimenti pressochè uguali sui diversi tipi di fondali strascicabili.

Se intendiamo, invece, procedere a valutazioni « assolute » delle biomasse, ci interesserà un attrezzo che non solo abbia tutte le caratteristiche del precedente, ma che possieda pure un coefficiente di catturabilità (per una rete a strascico questo rappresenta la proporzione tra gli individui catturati e quelli presenti nel cammino della rete), molto elevato, idealmente uguale a 1.0 comunque uguale o superiore a quello delle reti commerciali utilizzate sulle medesime risorse o, in ogni caso, misurato ovvero misurabile. Ovviamente, anche la selettività dell'attrezzo deve essere nota (devono cioè essere note le percentuali di individui delle diverse taglie delle specie interessanti che vengono trattenute nel sacco della rete), in rapporto, possibilmente, a quella degli attrezzi utilizzati commercialmente.

Non considerare tutti questi fattori di variabilità può introdurre errori sistematici, può cioè inficiare, in termini statistici, l'accuratezza del survey (ove per accuratezza si intende appunto la deviazione delle nostre stime dalla realtà).

Gli errori sistematici dovuti allo strumento di campionamento sono, in genere, correggibili a posteriori, ma richiedono rielaborazioni dei dati e esperimenti integrativi.

E' anche vero d'altra parte, che se intendiamo utilizzare il nostro trawl-survey di tipo 1 (valutazione delle risorse) anche come trawl-survey di tipo 2 (simulazione dello sfruttamento commerciale), allora il nostro attrezzo non può essere troppo diverso da quelli normalmente in uso da parte della flottiglia commerciale. Ove compromessi costruttivi di questo tipo non siano possibili, è sempre bene condurre più tests comparativi tra l'attrezzo del trawl-survey e gli attrezzi in uso da parte delle flottiglie commerciali.

Disegno del campionamento

Per questa parte dell'esposizione, che riteniamo centrale, ci avvarremo ampiamente dei contributi di Alverson (1971), Mackett (1973) e, naturalmente, di Cochran (1953).

A proposito della scelta delle aree e dei tempi si è parlato di vulne-

rabilità e a proposito della scelta dell'attrezzo, di catturabilità, e di come questi fattori possano introdurre degli errori sistematici che, a loro volta, incidono sull'accuratezza del survey. L'accuratezza è una componente della validità statistica, l'altra è la precisione. Mentre, come già detto, l'accuratezza è inversamente proporzionale alle deviazioni delle stime ricavate dal survey rispetto ai parametri veri della popolazione, la precisione è inversamente proporzionale all'ampiezza delle deviazioni dalla media stimata attraverso campionamento ripetuto (con le medesime procedure).

La precisione non è influenzata dagli errori sistematici, ma dal numero dei campioni, da come essi vengono scelti e da come i dati vengono analizzati. Il trawl-survey è infatti un procedimento campionario, dal momento che una copertura totale dell'area da esplorare è in pratica normalmente impossibile, nè ci garantirebbe maggior rappresentatività di un campionamento ben eseguito.

Ora, una misura della precisione di un campionamento è normalmente possibile, purché il survey sia disegnato statisticamente. Se il disegno è avvenuto secondo il metodo del campionamento di probabilità (*probability sampling*), le misure di precisione saranno generate internamente al metodo stesso.

Secondo COCHRAN (1953) per campionamento di probabilità si intende quel gruppo di procedure di campionamento dotate delle seguenti proprietà comuni:

1. E' possibile definire l'insieme dei campioni distinti che possono essere estratti da una data popolazione.
2. Ogni campione possibile ha una sua probabilità, nota, di estrazione.
3. Un campione è, di fatto, estratto proprio sulla base della sua probabilità (campionamento casuale).
4. Il metodo per ottenere delle stime (come per esempio il valor medio degli elementi di un campione) deve essere stabilito e deve fornire una stima unica per ogni dato campione.

Esistono diverse procedure di campionamento di probabilità, e tutte consentono una stima della precisione (campionamento sistematico, campionamento sistematico con inizio casuale, del tutto casuale, casuale stratificato, doppio, a *cluster* ecc.). La scelta della procedura dipenderà dalla distribuzione dei soggetti da campionare, nel nostro caso i pesci: a seconda del grado e del tipo di distribuzione spaziale si adotterà l'una o l'altra procedura.

Per la maggior parte degli stocks demersali, si è visto che il miglior metodo è quello del campionamento stratificato casuale.

Dal punto di vista teorico, è facilmente dimostrabile come, ove una stratificazione della popolazione statistica sia possibile e ben fatta, ove cioè la variabilità del parametro da rilevare sia effettivamente più bassa all'interno degli strati che tra gli strati, i limiti di confidenza della stima della media del parametro della popolazione (nel nostro caso, ad esempio, la media dell'abbondanza di un certo stock) siano più ampi, per uno stesso livello di probabilità, utilizzando un campionamento casuale semplice anzichè stratificato; quest'ultimo, cioè, è più « preciso ».

Per programmare un campionamento casuale stratificato, la prima cosa da sapere è il tempo, i soldi e i mezzi che si hanno a disposizione per il trawl-survey. Questi tre parametri sono necessari per valutare, approssimativamente, il numero di « cale » (cioè di tratti a strascico) che si possono eseguire durante il survey.

La seconda operazione, non necessariamente in ordine cronologico, data per definita a monte la scelta di area e di tempo, consiste nella stratificazione dell'area.

La terza operazione consiste nell'allocazione delle « cale » agli strati, cioè nella ripartizione tra gli strati del numero di cale da effettuare.

L'ultima operazione è la localizzazione delle « cale » allocate all'interno degli strati. Come vedremo, in un campionamento stratificato casuale la localizzazione deve avvenire, per l'appunto, con criterio casuale.

Stratificare un'area significa ripartirla in un certo numero di sub-aree omogenee al loro interno riguardo alla densità di un certo stock o gruppo di stocks. E' allora chiaro che le sub-aree possono essere differenti per stocks diversi. E' quindi spesso necessario formulare più insiemi (*sets*) di strati, uno per ogni stock o gruppi di stocks, e condurre, sia pure contemporaneamente, più surveys distinti sui diversi stocks; JONES e POPE (1973) forniscono un ottimo esempio di protocollo molto complesso di stratificazione per un trawl-survey eseguito nel Banco delle Färoër.

Quando uno strato è ripartito geograficamente, le diverse parti saranno trattate poi insieme nell'elaborazione dei dati, mentre i diversi strati saranno trattati indipendentemente.

Vale, per i criteri di stratificazione, quanto già detto per i criteri di scelta dell'area del survey nel suo complesso, cioè si mapperanno gli strati utilizzando, a seconda dei casi, l'esperienza dei pescatori, o conoscenze d'ecologia delle specie e di distribuzione dei fattori ambientali. Un caso molto elementare ma comune è il criterio batimetrico. In assenza di que-

sti elementi si farà un pre-survey, con disegno sistematico o del tutto casuale, a maglia larga.

Va detto però che la delimitazione degli strati *deve essere dinamica;* in questo senso ogni survey è il pre-survey del successivo. Questa prassi è possibile date le caratteristiche di relativa stabilità nel tempo (in una stagione data) della distribuzione spaziale delle popolazioni demersali.

La seconda operazione riguarda l'allocazione delle cale. In genere, i criteri che influenzano l'allocazione delle cale all'uno o all'altro strato sono diversi e relativi sia alla variabilità tra cale all'interno di ogni strato, sia all'ampiezza dello strato, sia al grado di precisione che si intende raggiungere all'interno di ogni strato.

Una prima complicazione nasce dal fatto che essendo per definizione la variabilità nota solo dopo il campionamento, un campionamento ottimale dal punto di vista della variabilità, in senso stretto, non esiste.

Alcuni autori presuppongono una distribuzione poissoniana delle densità delle popolazioni demersali, dal che deriverebbe che la variabilità del tasso di cattura delle cale sarebbe all'incirca proporzionale al quadrato della densità dei pesci; ne deriverebbe, in pratica, la necessità di eseguire più cale negli strati di maggior densità. Ciò sembrerebbe rispondere anche al criterio di fornire informazioni più precise sui rendimenti di pesca nelle aree commercialmente più interessanti perché più ricche.

Vale naturalmente, anche per l'allocazione, quanto detto per la stratificazione: deve essere un processo dinamico.

Per un uso quantitativo dei criteri di allocazione, qualunque sia la gamma dei criteri che si intende utilizzare, sarà sempre possibile attribuire un « peso » per il valore che un certo criterio assume all'interno di ogni strato rispetto ad altri strati. Matematicamente sarà possibile tener conto di questi « pesi » attraverso formule del tipo:

$$n_h = n\ P_{ah}\ P_{bh}... \ /\ \Sigma\ P_{ah}\ P_{bh}...$$

dove n_h è il numero di cale da effettuarsi nello strato h, P_{ah} è il peso relativo nello strato h del fattore a... e così via.

Così allocate le cale ai diversi strati si tratta poi di localizzarle all'interno di ciascuno di essi con criterio casuale. Per far questo si sovrappone agli strati un reticolo con celle elementari uguali all'ampiezza dell'area strascicata durante una cala o multipli di essa. Quindi, conosciuto il numero di cale allocato ad un dato strato, si estraggono le coordinate da una tavola dei numeri casuali, scartando i valori superiori al nume-

ro allocato. Esistono altri sistemi, meno noiosi, basati sull'uso del computer, che è sempre comunque raccomandabile in fase di elaborazione dei dati.

Esecuzione del survey

L'esecuzione di ciascun survey che presenta sempre caratteristiche specifiche, richiede una programmazione del lavoro altrettanto attenta: un'accurata ripartizione dei compiti, un modo completo e semplice di registrare i dati, l'addestramento del personale ecc.; aspetti su cui non conviene qui ovviamente addentrarsi.

Elaborazione dei dati

Nella elaborazione dei dati, ogni strato viene trattato indipendentemente. L'abbondanza rilevata nelle cale di uno strato viene estrapolata all'intero strato attraverso un fattore di espansione dato dal rapporto tra l'area dello strato e l'area di cattura potenziale (*swept-area*) della rete.

Come prima abbiamo visto, quest'ultimo valore deve già essere conosciuto per poter programmare il survey; gli studi di *fish-behaviour* di fronte alla rete in pesca, condotti soprattutto nei laboratori di Aberdeen e Lowestoft, ci permettono oggi di comprendere che l'area di cattura potenziale della rete è delimitata orizzontalmente non dalle « ali », che si trovano lateralmente al corpo della rete, ma dai divergenti, situati decine di metri più avanti, poichè i calamenti, che si trovano tra divergenti e ali, esercitano un effetto di « ingreggiamento » dei pesci (*herding effect*).

Quest'area potenziale si differenzia dall'area di cattura effettiva per un fattore calcolabile che è strettamente legato al coefficiente q (il coefficiente di proporzionalità tra sforzo di pesca e mortalità da pesca) o *catchability coefficient,* tale coefficiente può intuitivamente essere legato al fenomeno dell'*avoidance,* cioè alla percentuale di pesci che, pur trovandosi nell'area teorica, riescono a sfuggire al di sopra della lima da sugheri o al di sotto della lima da piombi. In definitiva, quindi, al denominatore del nostro fattore di espansione metteremo il valore dell'area potenziale teorica corretto per un fattore suggeritoci da osservazioni *in situ* (se possibile) e/o dalla teoria del *fish-behaviour.*

Il campionamento ripetuto all'interno di ogni strato permette successivamente, proprio perché eseguito con criterio casuale, di utilizzare le relative formule della varianza entro gli strati e di combinare queste e la varianza tra strati onde ricavare agevolmente il valore della varianza della

stima della densità, che è appunto quanto ci serve per indicare i limiti di confidenza delle nostre stime ai diversi livelli di probabilità. Una stima calcolata con i suoi limiti di confidenza è utile per il programmatore stesso del survey, per meglio ridisegnare il survey successivo, e per sapere quale « peso » dare alle indicazioni di gestione delle risorse che in gran parte sono basate sul survey.

A titolo di curiosità, in surveys stratificati fuori Boston (Georges Bank), GROSSLEIN (1971) sulla base della variabilità ottenuta ha calcolato che, per l'intero banco, sulle due specie principali e per un livello di probabilità del 95%, un intervallo di confidenza di ± 20% richiedeva 338 e 253 cale, mentre un intervallo di confidenza di ± 10% richiedeva circa 500 cale per entrambe le specie. E' interessante che JONES e POPE (1973), abbiano trovato variabilità analoghe sul banco Färöer, e simili le abbia trovate, in zona ICNAF, Hennemuth nel 1976 (ULLTANG, 1977). Questi autori hanno trovato coefficienti di variazione del 100% (cioè deviazioni standard uguali alla media) che suggeriscono, data la dispersione dei dati grezzi che talvolta raggiunge i quattro ordini di grandezze, trasformazioni, quasi sempre logaritmiche, dei dati.

UTILIZZAZIONE DEI RISULTATI

Quando si disponga di una stima di biomassa con i suoi limiti di confidenza, questa è immediatamente utilizzabile, se fornita in termini di carta di distribuzione relativa delle densità, per orientare lo sforzo di pesca di una flotta e ottimizzarne le catture.

Se all'interno del survey è stato inserito anche un campionamento per la composizione in età-lunghezza delle popolazioni e se questa informazione è stata mappata, è allora possibile consigliare la concentrazione dello sforzo di pesca su certe frazioni (demografiche) della popolazione piuttosto che su altre, naturalmente fatto aggio per il fattore variabilità nel tempo. Ma tutto ciò ha a che fare piuttosto con la « gestione della pesca » nel breve periodo che con la gestione delle risorse nel lungo periodo. Questi stessi dati possono invece essere utilizzati in primo luogo per stime della sfruttabilità.

La tirannia dello spazio ci costringe, per questa parte, a rinviare il lettore ad un recente lavoro sull'argomento (TROADEC, 1978), non prima, però, di aver sottolineato ancora l'importanza, per un lavoro serio e proficuo, di programmare i trawl-surveys non come esperienze isolate, ma pluristagionali e pluriennali, e, soprattutto, parallele ad un *monitoring* attendibile delle catture e degli sforzi di pesca delle flottiglie commerciali.

LETTERATURA CITATA

ALVERSON D. L. (1971) - Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part. 1. Survey and charting of fisheries resources. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **102**, 80.

COCHRAN W.G. (1953) - Sampling Techniques. Wiley, New York, 330 pp.

GULLAND J. A. (1975) - Manual of Methods for fisheries resource survey and appraisal. Part. 5. Objectives and Basic Methods. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **145**, 29.

GROSSLEIN M. D. (1971) - Some observations on accuracy of abundance indices derived from research vessel surveys. *Res. Doc. ICNAF*, 71-59, 27 pp.

JONES B. W., POPE J. G. (1973) - A groundfish survey of Faroe Bank. *Res. Bull. ICNAF*, **10**, 53-61.

MACKETT D. J. (1973) - Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part. 3. Standard methods and Techniques for Demersal Fisheries Resource Surveys. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **124**, 38 pp.

ULLTANG O. (1977) - Mesure de l'abondance des stocks par d'autres methodes que le recours aux donnees commerciales de capture et d'effort. *FAO Doc. Tech. Pêches*, **176**, 25 pp.

TROADEC J. P. (1978) - L'utilisation des resultats des prospections de ressources dans l'evaluation des stocks. Mimeo presentato al *Seminario FAO-CECAF-CIDA sulla valutazione delle Risorse della Pesca, Casablanca,* 6-24 marzo, 1978.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C. Froglia (*), G. Orel (**)

CONSIDERAZIONI SULLA PESCA A STRASCICO NELLA FASCIA COSTIERA DELLE TRE MIGLIA IN ADRIATICO (***)

Riassunto — L'attuale assoluto divieto di pesca a strascico ad una distanza dalla costa inferiore a tre miglia, ove la profondità sia minore di 50 m, ad una attenta analisi dei dati finora disponibili, non sempre è giustificato. In alcuni casi si può affermare che la migliore utilizzazione di alcune risorse si ottiene proprio sfruttando questa fascia in ben determinati periodi. Ciò risulta particolarmente evidente per alcune aree dell'Alto Adriatico in cui, nel periodo autunno-invernale, si concentrano individui adulti di alcune specie spiccatamente euriterme ed eurialine. Viceversa autorizzazioni alla pesca a strascico nella fascia costiera delle tre miglia, nel periodo estivo, porterebbero alla cattura di importanti quantitativi di giovani di specie ittiche di notevole interesse commerciale con un danno fin troppo evidente.

Abstract — *Some remarks on trawling inside the three miles limit in the Adriatic sea.* The validity of the present italian law forbidding bottom trawling all along the italian coasts at a distance from shores of less than 3 miles is discussed. The possibility of allowing trawling in that area in the North Adriatic sea, during fall/winter months, when the catch is dominated by adults of few eurytherm and euryhaline species, is pointed out. On the other side the need of a strict enforcement of the law in the summer, when, all along the Adriatic shores, juveniles of fishes of economic interest concentrate, is emphasized.

Key words — Fisheries management, bottom trawling, inshore fisheries.

Le prime norme dello Stato Italiano sulla pesca risalgono alla legge n° 3706 del 1877 in cui, al fine di « ...conservare le specie dei pesci e degli animali acquatici... » si prevedeva l'emanazione di un Regolamento di esecuzione contenente norme relative ai luoghi, ai modi ed ai tempi di esercizio della pesca.

Il Regolamento in questione, pubblicato col R.D. del 1882, imponeva il divieto di pesca a strascico dal primo dicembre al primo maggio dell'anno successivo a distanze dalla costa inferiori a un miglio e in acque con profondità minore di otto metri e, considerata la diversità delle coste italiane, divideva il litorale in sei distretti di pesca, dando per ciascuno disposizioni particolari per specie, periodi e zone.

Come si può vedere, fin dalle prime leggi sulla pesca, i limiti stabi-

(*) Laboratorio di Tecnologia della Pesca, CNR, Molo Mandracchio, Ancona.
(**) Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università, via A. Valerio 32, 34100 Trieste.
(***) Ricerche effettuate con contributi CNR (P.F. « Oceanografia e Fondi Marini », Subprogetto: Risorse biologiche).

liti per questa attività vengono giustificati dalla necessità di tutelare il patrimonio ittico, ma già si riconosce la diversità delle coste italiane e si prevedono norme articolate per le diverse aree.

La legge attuale stabilisce il divieto di pesca a strascico ad una distanza dalla costa inferiore a 3 miglia, o ad un miglio ove la profondità sia maggiore di 50 m.

Le argomentazioni più frequentemente addotte a sostegno di questa norma si possono sintetizzare in tre punti.

1. *Il passaggio della rete a strascico sui fondali può causare danni alle uova ivi deposte.* Questa azione sarebbe ancor più grave nella fascia costiera in quanto qui si riproduce un elevato numero di specie.

In realtà la stragrande maggioranza delle specie oggetto di pesca ha uova pelagiche. Fanno eccezione i Gobidi, gli Aterinidi, i Selaci ovipari e i Cefalopodi. Tuttavia, anche per queste specie, il problema non si pone in termini così drammatici come potrebbe sembrare. Infatti le stagioni riproduttive di queste specie sono di norma ben delimitate, per cui, volendo proteggere le uova, si possono emettere divieti in determinati periodi dell'anno. Per ciò che concerne i Selaci va notato inoltre che, per la loro posizione nella rete trofica, una limitazione delle loro popolazioni ha generalmente come conseguenza un aumento nei rendimenti di pesca di alcune altre specie di maggiore interesse commerciale (D'ANCONA, 1926; CRNKOVIC, 1970).

2. *La necessità di tutelare i riproduttori per mantenere elevata l'abbondanza degli stocks sfruttati.* Questo assunto tuttavia deve essere riconsiderato in termini di sviluppo storico delle conoscenze di biologia applicata alla pesca. In effetti la dipendenza diretta del numero di reclute dallo stock parentale è un fatto intuitivo se riferito ai grossi mammiferi marini come le balene o ad altri animali scarsamente prolifici. Al contrario, nella loro rassegna sulla gestione delle risorse della pesca, GULLAND e CARROZ (1968) mettono in evidenza come per la quasi totalità delle specie ittiche non sia dimostrabile un chiara correlazione tra stock di riproduttori in un anno e abbondanza di reclute negli anni successivi.

Secondo CUSHING e HARRIS (1973) il periodo di deriva larvale dai luoghi di riproduzione alle *nursery areas* costituisce probabilmente la fase di gran lunga più importante in cui viene regolata la numerosità dello stock.

E' bene mettere in evidenza che il problema della tutela dei riproduttori nelle zone costiere viene spesso considerato solamente in relazione alla pesca a strascico. Non si vuole difendere ad oltranza questo tipo di

pesca (BRUNELLI, 1929), bisogna tuttavia rilevare che vengono pescate con i più diversi sistemi, moltissime specie che si rendono più facilmente catturabili proprio durante il periodo riproduttivo, si pensi ad esempio ai salmoni, alle anguille, alle seppie ecc.

3. *La fascia costiera è sede di soggiorno dei giovani individui di molte specie i cui stocks sono importanti per la pesca.* Pescando i giovani si pescano molti pesci, ma per un peso complessivo relativamente modesto. I giovani inoltre, presentando l'incremento percentuale in peso per unità di tempo più elevato rispetto alle altre fasi del ciclo biologico, costituiscono un investimento estremamente fruttifero da non distruggere.

Questa riteniamo essere l'obiezione più seria ad una indiscriminata pesca a strascico, e, come si vedrà tra breve, è questa considerazione che ha maggiormente condizionato le proposte di deroga da noi presentate per una più razionale normativa della pesca a strascico nella fascia delle tre miglia.

L'incongruità di un limite unico lungo tutta la costa Adriatica può essere evidenziata anche con considerazioni di carattere biocenotico. Generalmente viene accettato che le specie ittiche sono più o meno legate, durante le diverse fasi del loro ciclo vitale, a tipi di fondali con differenti caratteristiche biocenotiche. Perciò se è consentito pescare a strascico sui 'fanghi terrigeni costieri' a 20-25 metri di profondità al largo di Ancona, in quanto questi fondali si trovano a circa 7 miglia dalla costa, non si vede perché fondali analoghi, a circa 20 metri di profondità nel Golfo di Trieste, debbano essere interdetti alle strascicanti per il solo fatto di trovarsi a meno di un miglio dalla costa.

D'altra parte addensamenti di giovani non si hanno soltanto nella fascia costiera delle tre miglia. Per l'Adriatico, ad esempio, possiamo ricordare che nella Fossa di Pomo (profondità 200-250 m) si hanno imponenti concentrazioni di merluzzi della classe di età 0^+ (lunghezza totale minore di 12 cm) le cui catture rappresentano da sole oltre il 30% in peso del rendimento di pesca commerciale.

Nell'estate del 1978, anno in cui il reclutamento di *Trachurus trachurus* (L.) è stato particolarmente abbondante nell'Adriatico centrale e settentrionale, i giovani di questa specie erano presenti in tutta la fascia costiera ed al largo, fino ad oltre 15 miglia dalla costa, a profondità di oltre 100 metri. Se ne deduce quindi che il limite delle tre miglia per alcune specie non risolve il problema della tutela dei giovani.

Perciò, anche sulla base di queste considerazioni, si deve convenire che le norme che regolano le attività di pesca nella fascia costiera devono

tener conto delle peculiarità delle diverse aree ed in alcuni casi potrebbe essere opportuno regolare la pesca anche in aree di mare aperto.

Interdizioni, in termini di aree o di periodi, non sono gli unici strumenti che abbiamo a disposizione per tutelare i giovani e quindi, aumentando la taglia al reclutamento, ottenere una migliore resa dall'attività di pesca. Lo stesso scopo può essere raggiunto impiegando attrezzature da pesca selettive per specie o per taglie, come nasse e reti da posta.

Possono essere rese selettive, sebbene in minor grado, anche le stesse reti a strascico, adottando maglie di dimensioni tali da consentire la fuoriuscita di gran parte dei giovani entrati nella rete. Questa strada è stata seguita nella gestione dei grandi stocks ittici del Nord Atlantico, ma difficoltà di diversa natura la rendono poco praticabile per il Mediterraneo, in particolare perché la pesca a strascico in Mediterraneo quasi mai si rivolge ad un'unica specie, ma a gruppi di specie di taglia differente e con cicli biologici diversi. Quindi la scelta di una determinata dimensione minima per le maglie delle reti a strascico è necessariamente frutto di compromesso e resterà più o meno empirica finchè non verrà raggiunto un sufficiente livello di conoscenza sulla *storia naturale* degli stocks, sui quantitativi effettivamente pescati e sullo sforzo di pesca applicato nelle diverse zone.

Per ora sarebbe opportuno che venissero per lo meno rispettate le norme che fissano in 40 mm di apertura le dimensioni minime delle maglie delle reti a strascico. In tal modo la quasi totalità degli individui con lunghezza inferiore a 7 cm avrebbe la possibilità di sfuggire alla cattura (FERRETTI e FROGLIA, 1975). Inoltre, se questa norma verrà fatta rispettare, gli stessi pescatori troveranno conveniente evitare quelle zone che in particolari periodi, ad essi ben noti, fungono da *nursery areas*.

Reti con maglie più piccole potrebbero essere autorizzate unicamente quando, in zone ben delimitate, si verifichino regolari concentrazioni di adulti di specie di piccola taglia e siano contemporaneamente assenti giovani di specie di interesse commerciale.

Pertanto, una disciplina della pesca a strascico articolata per tempi ed aree in relazione alle condizioni ambientali locali, rimane attualmente l'unico strumento utilizzabile per non rinunciare a risorse strettamente localizzate nella fascia costiera e difficilmente sfruttabili con altri sistemi di pesca.

Una siffatta normativa è stata proposta per alcune aree dell'Alto e Medio Adriatico dove, in determinati periodi, è possibile effettuare una pesca a strascico, sufficientemente selettiva per specie, entro la fascia costiera delle tre miglia.

GRADO	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Atherina boyeri	+	20	20	22	60	51
Platichthys flesus	+	24	20	62	27	9
Gobius niger	58	21	4	1	+	6
Altri Gobidi	3	4	22	4	7	6
Altri Pesci	9	9	1	+	2	2
Squilla mantis	17	16	15	2	1	5
Cefalopodi	13	5	18	9	3	21
LIGNANO	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Atherina boyeri	+	17	42	57	53	75
Platichthys flesus	4	8	34	23	31	12
Gobius niger	34	30	5	+	+	+
Altri Gobidi	4	3	2	7	9	6
Altri Pesci	33	3	2	3	1	1
Squilla mantis	11	37	13	+	2	1
Cefalopodi	13	2	2	10	4	4
GORO	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Atherina boyeri	5	27	73	--	60	1
Platichthys flesus	0	1	+	--	9	11
Gobius niger	49	13	1	--	9	11
Altri Gobidi	1	11	16	--	6	1
Altri Pesci	20	12	9	--	12	20
Squilla mantis	8	36	1	--	4	14
Cefalopodi	17	+	+	--	+	42

TABELLA 1 - Composizione percentuale delle catture (peso) ottenute all'interno della fascia costiera delle 3 miglia in tre località dell'Adriatico settentrionale nei mesi autunno-invernali.

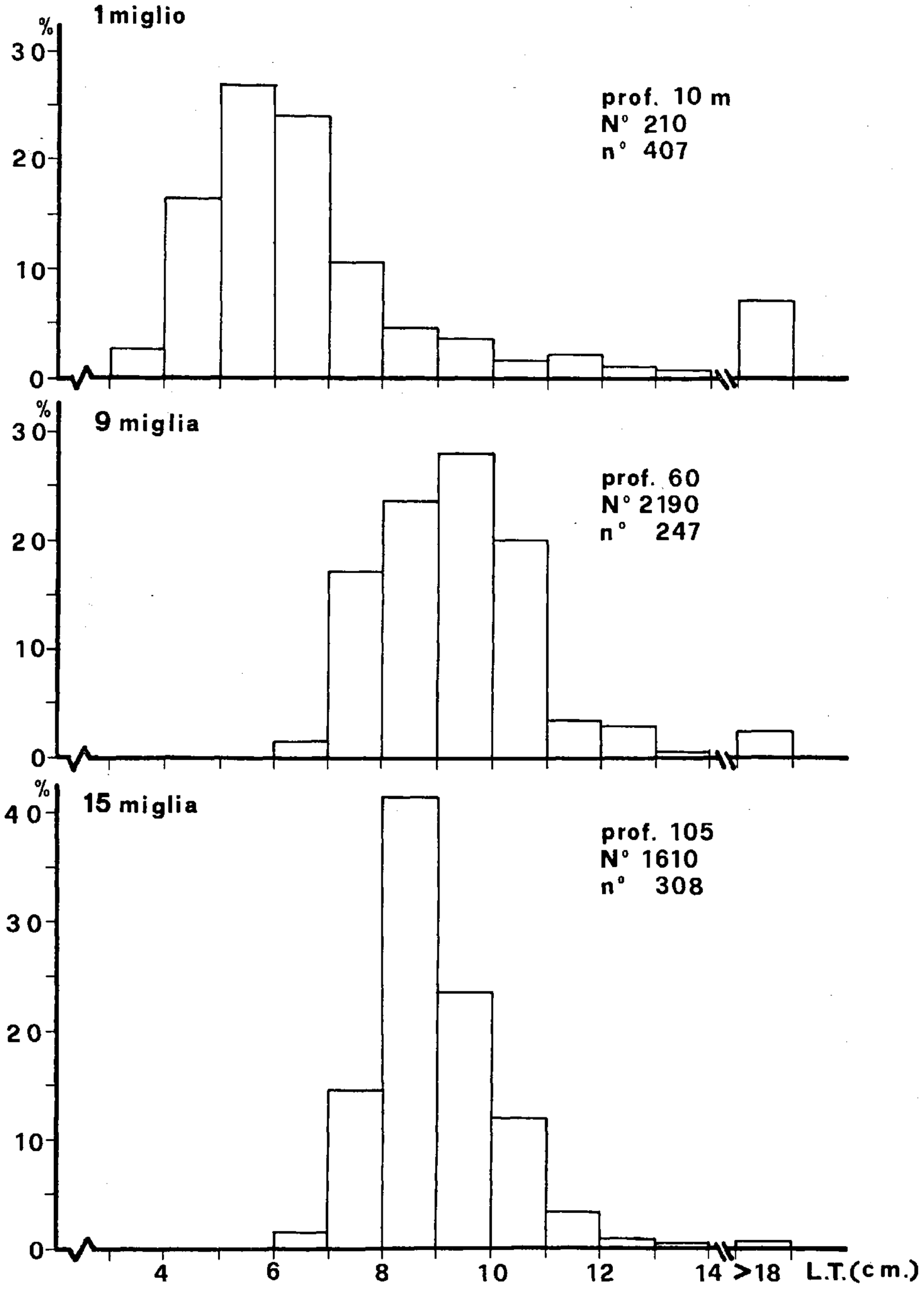


Fig. 1 - Composizione per taglie delle catture di *Trachurus trachurus* ottenute nell'agosto 1978 nell'Adriatico centrale a diverse distanze dalla costa (N° = numero di individui catturati per ora di pesca; n° = numero di individui misurati).

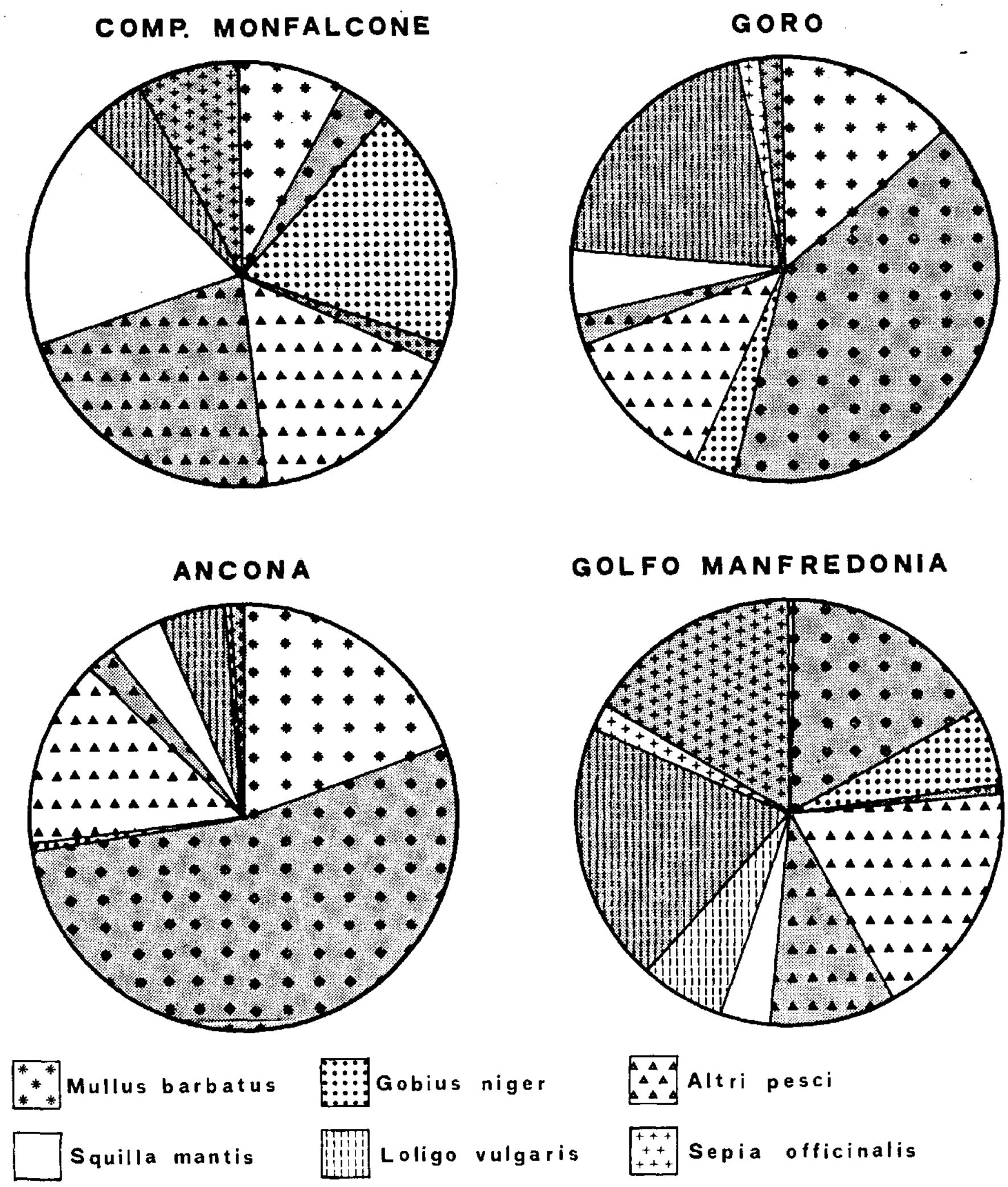


Fig. 2 - Composizione percentuale (in peso) delle catture ottenute in anni diversi, all'interno della fascia costiera delle 3 miglia, in alcune aree campione dell'Adriatico nel periodo agosto-settembre. Le aree grigie rappresentano le percentuali di individui giovani.

A titolo di esempio consideriamo la situazione davanti alle lagune nord-adriatiche ed al delta del Po nel periodo autunno-invernale (tab. 1). *Atherina boyeri* Risso rappresenta il grosso delle catture; ad essa si aggiungono, nell'area friulana, il Pleuronettide *Platichthys flesus italicus* (Günther)

ed i Gobidi *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes) e *Pomatoschistus* spp., questi ultimi più abbondanti nell'area padano-romagnola (FROGLIA e MAGISTRELLI, in stampa, FROGLIA *et al.*, 1979). In questo stesso periodo, a parte modeste quantità di *Gobius niger* L., più abbondante presso il delta del Po, giovani di altre specie bentoniche o demersali sono praticamente assenti nella fascia costiera.

E' evidente che un rigido divieto, per queste zone, avrebbe come unico risultato una diminuzione della produzione peschereccia. Viceversa, nella fascia delle 3 miglia nell'Adriatico centrale (Ancona) le specie suddette sono assenti o presenti in quantità così esigue da non costituire oggetto di pesca. Inoltre la quantità delle altre specie, qui presenti nello stesso periodo, non consente dei rendimenti tali da giustificare un'attività di pesca.

In primavera adulti di diverse specie di interesse commerciale, si avvicinano alla costa per la riproduzione ed in estate queste acque ospitano grosse concentrazioni di giovani. Tra le specie più significative possiamo ricordare *Sepia officinalis* (L.), *Loligo vulgaris* (Lamarck), *Mullus barbatus* L., *Spicara flexuosa* Rafinesque, *Pagellus erythrinus* (L.), *Diplodus annularis* (L.).

Questo fenomeno è generalizzabile a tutta la costa occidentale adriatica dal Golfo di Trieste al Golfo di Manfredonia, sebbene con differenze nell'abbondanza relativa ed assoluta delle diverse specie.

Nel periodo agosto-settembre (fig. 2) nelle catture i giovani rappresentano mediamente circa il 50% in peso. Considerando il loro peso medio risulta quindi evidente come un'eventuale pesca a strascico nella fascia costiera porterebbe in questi mesi alla distruzione di un elevatissimo numero di individui di specie economicamente importanti e proprio nel momento della loro più rapida crescita.

LETTERATURA CITATA

BRUNELLI G. (1929) - I documenti storici intorno al così detto spopolamento del mare e il problema del divieto di pesca colle reti a strascico. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **5**, 274-289.

CRNKOVIC D. (1970) - Prilog biloskoj i ekonomskoj problematici kocarenja u Kanalskom podrucju sjevernoistocnog Jadrana. *Thalassia Jugoslavica*, **6**, 5-90.

CUSHING D. H., HARRIS J. G. K. (1973) - Stock and recruitment and the problem of density dependence. *Rapp. P.v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer*, **164**, 143-155.

D'ANCONA U. (1926) - Dell'influenza della stasi peschereccia del periodo 1914-18 sul patrimonio ittico dell'Alto Adriatico. *Memoria R. Com. Talass. It.*, **126**, 95 pp.

FERRETTI M., FROGLIA C. (1975) - Results of selectivity experiments made with different trawls on more important adriatic demersal fish. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **2** (1), 3-16.

FROGLIA C., MAGISTRELLI F. - Osservazioni sulla pesca a strascico nella fascia delle 3 miglia dalla costa in un'area antistante il delta del Po. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* **3** (*in stampa*).

FROGLIA C., OREL G., VIO E. (1979) - Osservazioni sulla pesca a strascico entro le 3 miglia dalla costa nella zona di mare compresa tra Grado e P.ta Tagliamento (Compartimento Marittimo di Monfalcone). *Atti Convegno Scientifico Nazionale P.F. Oceanografia e Fondi Marini,* Roma 5-7 marzo 1979, 20 pp.

GULLAND J. A., CARROZ J. E. (1968) - Management of fishery resources. In *Advances in marine biology,* **6,** 1-71.

PICCINETTI C. (1971) - Osservazioni periodiche sulla pesca a strascico con la tartana nelle acque costiere del Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. mar., Fano,* **4** (1), 1-24.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A. Bolognari

CREAZIONE DI ZONE DI RIPOSO BIOLOGICO NEI COMPARTIMENTI MARITTIMI ITALIANI (*)

Riassunto — L'Autore, sulla scorta di un progetto già elaborato nel 1972 per la creazione, nel Compartimento Marittimo di Messina, di zone di riposo biologico, in considerazione di un drammatico depauperamento dei fondali propone l'allestimento di un disegno di legge per la estensione a tutta la fascia costiera italiana di analoghe zone. L'Autore fa presente come collateralmente sia indispensabile creare nuove Stazioni di Biologia Marina con compiti ben precisi, nelle quali operi personale fornito di un idoneo grado di preparazione conseguito frequentando apposite Scuole di Specializzazione in Biologia Marina.

Abstract — *Creation of biological rest zones in the Italian Maritime Departments.* The author had already drawn (1972) a project for the creation of biological rest zones in the Maritime Department of Messina, because of the dramatic impoverishment of the depths. He proposes now the preparation of a government bill for the extension to the entire Italian coasts of similar zones. Collaterally the author points out how it is urgent to create new Marine Biological Stations with an idoneus workingstaff, whose scientific training should be achieved attending suitable courses in Marine Biology.
Key words — Biological rest zones; impoverishment.

E' ben noto che la civiltà industriale e l'incremento demografico hanno fatto sorgere negli ultimi anni vari problemi di tutela del territorio e delle risorse ad esso legate. L'Italia subisce tali problemi in maniera drammatica legata com'è, per il suo sviluppo, alla scarsità di materie prime ed alla dipendenza energetica, per cui non può far gravare, anche per il settore alimentare, un maggiore incremento delle passività con i paesi esteri. Orbene, tralasciando i già noti e tristi bilanci dell'agricoltura e zootecnia, anche la pesca offre un disavanzo (100 miliardi di importato nel 1975) destinato ad assumere valori intollerabili per un paese che ha una estensione costiera rilevante e che potrebbe, quindi, trarre dal mare e dai suoi prodotti molte delle sue risorse alimentari. E' da tener presente, infatti, che negli ultimi dieci anni la domanda nazionale di prodotto di pesca è aumentata da 7.11 Kg pro-capite a 11.5 Kg.

E' giusto, quindi, che nelle sedi opportune si approntino gli strumenti idonei non solo per salvaguardare, ma per incrementare razionalmente lo sfruttamento dei fondali e la pesca in generale. In questo quadro va inserito il problema delle zone di riposo biologico lungo le nostre coste

---

Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università, via Verdi 75, 98100 Messina.

(*) Lavoro pubblicato in extenso su: *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, **9**, 35-47 (1979).

che possono contribuire, insieme ad altri interventi (leggi antinquinamento,sorveglianza accurata ecc.) ad un miglioramento della qualità dei nostri mari e quindi ad un possibile maggior sfruttamento delle risorse. Per tutto ciò è necessario, innanzitutto, dare alle ricerche per gli studi sul mare una incentivazione economica che al momento non esiste, tenuto conto anche della mole di lavoro da assolvere in questo settore. Infatti, la creazione di zone di riposo biologico non può essere avulsa da una continua opera di controllo da parte di esperti del settore. Questi dovrebbero essere organizzati in apposite Stazioni di Biologia Marina attrezzate in ciascun Compartimento marittimo o in almeno due Compartimenti marittimi limitrofi, con i seguenti compiti principali:

— controllo stagionale delle risorse di pesca;
— studio delle associazioni biologiche dei fondali;
— misure periodiche dei principali parametri idrologici;
— studio dello zoo e fitoplancton;
— controllo sistematico del grado e tipo di inquinamento;
— rilevazione statistica globale di tutti i dati che interessano il settore.

L'organizzazione standardizzata sulle strutture e metodi riguardanti i punti di cui sopra, sarebbe possibile mediante una conferenza nazionale da tenersi presso il Ministero della Marina Mercantile.

Per quanto concerne esperienze precedenti, già nell'aprile del 1971, in sede di Commissione consultiva per la pesca presso la Capitaneria di Porto di Messina, veniva presentato un progetto di zone di riposo biologico. Il progetto veniva anche validamente sostenuto dai risultati di saggi di pesca effettuati nel quadriennio 1967-70 nei mari della Calabria meridionale e della Sicilia orientale (BOLOGNARI *et al.*, 1971) che mettevano in evidenza la drammatica situazione che via via si era instaurata non solo con il sovrasfruttamento mediante attrezzi più vari ma anche con la pesca di frodo.

Oltre all'articolato sulle limitazioni da apportare in generale nel settore della pesca, per le diverse caratteristiche di produzione, il progetto suggeriva di suddividere il Compartimento Marittimo di Messina in 15 zone, di cui 4 nello Ionio, 9 nel Tirreno e 2 per le Isole Eolie (fig. 1). Nel progetto era previsto che il divieto di pesca fosse suddiviso in periodi di riposo biennali con cicli alternati per le diverse zone, per cui sarebbero risultate mediamente 159 miglia quadrate sottoposte al riposo per periodi di due anni. Ora, se consideriamo che i Compartimenti marittimi italiani sono 43, una siffatta alternanza di zone di sfruttamento e di zone di riposo permetterebbe di disporre di un adeguato numero di miglia

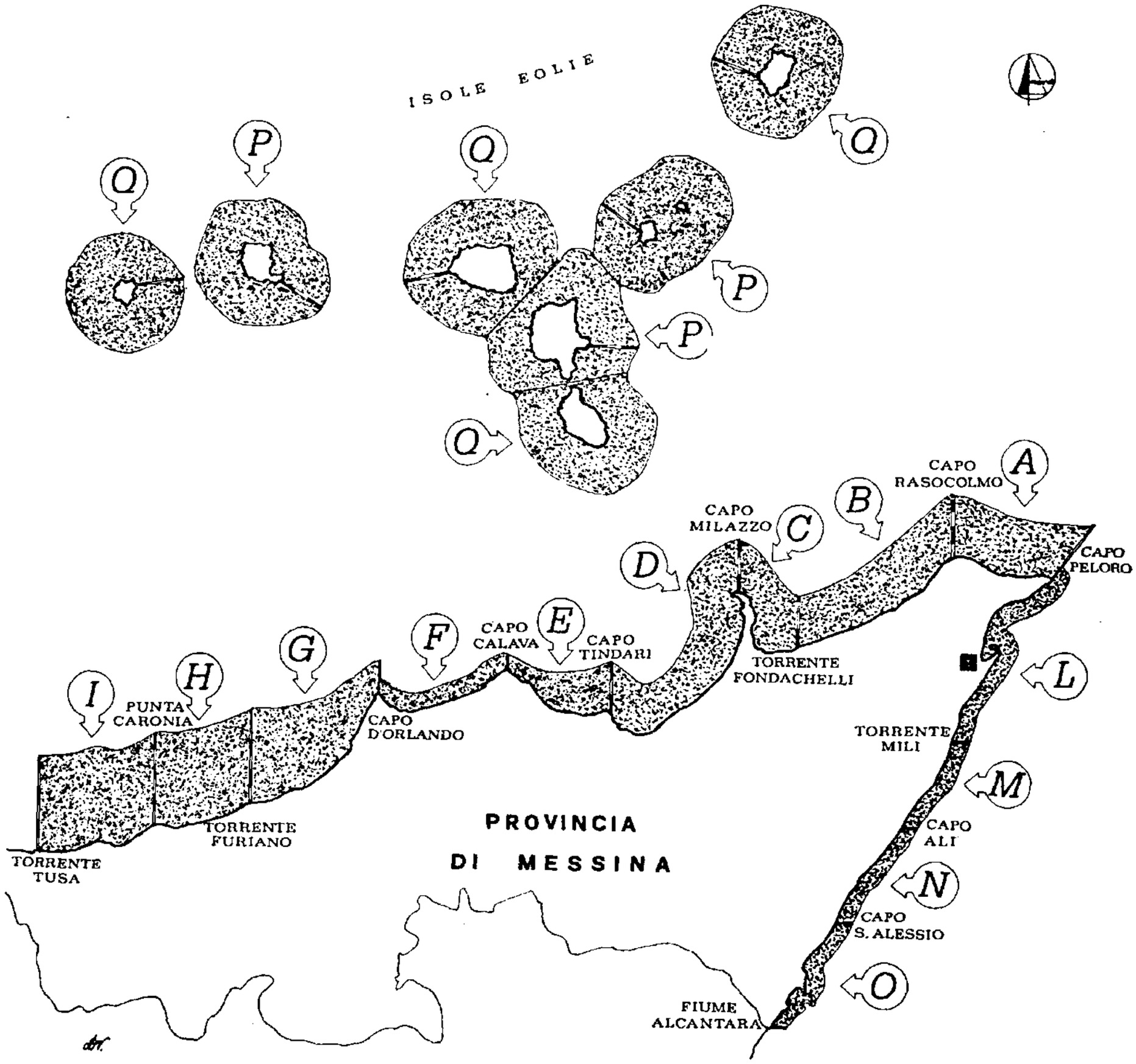


Fig. 1 - Zone di riposo biologico, da A a Q, proposte per il Compartimento marittimo di Messina.

quadrate tutelate e protette. Da questa iniziativa trarrebbe grande giovamento, nelle zone più rispondenti per interessi scientifici e paesaggistici, l'istituzione di Parchi marini. Questi in sostanza trarrebbero vantaggi per la loro tutela da quanto in generale già realizzato con l'istituzione delle zone di riposo. Un rapporto indispensabile alla soluzione dei problemi della pesca sarebbe dato ovviamente dalla costituzione di Scuole di specializzazione da istituirsi nelle sedi universitarie di località costiere per formarvi ricercatori e tecnici destinati, una volta conseguita una adeguata formazione, a svolgere la loro opera nelle istituende Stazioni di Biologia Marina.

Il problema, come si vede, non è semplice per i tempi di realizzazione e per il personale scientifico da impiegare e inoltre, se si vuole contribuire realmente al miglioramento e alla risoluzione dei problemi legati alle risorse di pesca, occorre anche approntare con sollecitudine i necessari dispositivi di legge.

LETTERATURA CITATA

BOLOGNARI A., BUTA G., CAVALLARO G. (1971) - Risultati delle pescate effettuate nel quadriennio 1967-70 nei mari della Calabria meridionale e della Sicilia orientale. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **26**, 21-49.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. CAVALLARO (*), F. MUNAÒ (**), F. ANDALORO (*), F. SOLDANO (**)

LA SITUAZIONE DELLA PICCOLA PESCA LITORALE NELLO STRETTO DI MESSINA NEL DODICENNIO 1967-78 (***)

Riassunto — Gli Autori riferiscono sulle ricerche svolte nel settore della piccola pesca dal 1967 al 1978. I dati della ricerca sono comparati con quelli della produzione professionale nell'area dello Stretto di Messina. Viene effettuata un'analisi statistica sul commercializzato locale e sui consumi.

Abstract — *Littoral fishery in the Straits of Messina during the years between 1967-78.* The authors refer on the researches carried out during the period 1967-78 concerning the coastal fishery. The data are compared with those of professional fishery in the Straits of Messina. A statistical examination on commercialized fishes and on local consumptions is effected.

Key words — Littoral fishery; impoverishment; trade.

Dal 1967 l'Istituto di Zoologia va svolgendo una indagine sul grado di pescosità dei fondali nei mari della Calabria meridionale e della Sicilia orientale. I risultati di un primo ciclo di ricerche furono comunicati, nel 1969, al IV Congresso della Società Italiana di Biologia Marina e successivamente (BOLOGNARI *et al.*, 1971) furono pubblicati i dati definitivi delle indagini dai quali, già allora, emergeva chiaramente lo stato di depauperamento dei fondali.

I dati raccolti dal 1971 in poi, in compendio e prosecuzione al lavoro sopra citato, ci consentono di avere una visione più particolareggiata e completa del fenomeno della piccola pesca litorale nell'area geografica dello stretto di Messina. Va precisato che i dati relativi al pescato sono stati da noi direttamente raccolti nel corso di saggi svolti nell'arco di diversi mesi ad intervalli di tempo irregolari. Va precisato inoltre che il settore professionale è molto ridotto in termini di unità operative sebbene l'intervento in mare sia effettuato da molti « pescatori ». Ciò è in relazione al fatto che la piccola pesca litorale, nella zona considerata, è praticata da molti che, pur avendo lasciato la pesca per altre occupazioni, continuano ad esercitarla come attività secondaria.

Questi piccoli operatori contrattano direttamente il prodotto senza farlo passare attraverso il mercato ittico, dove i costi sostenuti in mare

---

(*) Istituto di Zoologia e di Anatomia Comparata dell'Università, via dei Verdi 75, 98100 Messina.
(**) Istituto di Statistica Università di Messina.
(***) Lavoro pubblicato in extenso su: *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, **8**, 51-64 (1978).

potrebbero ricevere la remunerazione adeguata in regime di corretta fase di commercializzazione. Questi operatori non hanno inoltre specifiche tendenze professionali, ma si adeguano, con vari attrezzi, alle diversità stagionali di pesca che lo Stretto offre loro.

Una stessa barca, in tempi diversi, svolge quindi attività con rete tramaglio, palangresi, con reti a circuizione pelagiche ecc. Tutto ciò comporta una fase continuata di produzione che contribuisce al depauperamento della fauna ittica.

Ciò che vogliamo dimostrare, per dati statistici, è come la piccola pesca litorale incida in modo non trascurabile sui quantitativi di pescato, per cui, pur se trascurato, questo settore va certamente seguito con più attenzione.

Va però subito chiarito che una indagine sulla produttività della piccola pesca è molto complessa data l'eterogeneità degli elementi che caratterizzano tutte le sue fasi. Infatti, occorre tenere conto delle attrezzature impiegate, potenzialità globale e caratteristica di ogni tipo di attrezzatura (lunghezza delle reti, numero degli ami dei palangari ecc.), giornate di pesca effettuate, sforzo di pesca, composizione e quantitativi del pescato, catture per unità di sforzo (CPUE) eventualmente riferite anche a categorie di pescato. Per i motivi precedentemente esposti circa la adattabilità della stessa barca ai diversi tipi di pesca che vengono effettuati, talvolta, anche nella stessa giornata lavorativa, l'analisi di ricerca risulta particolarmente laboriosa. Si aggiunga inoltre la diffidenza dei pescatori che ancora credono che un qualunque tipo di indagine sulla loro attività possa risolversi a loro svantaggio sul piano fiscale.

Riassumendo, risulta evidente come sia necessario da un lato sensibilizzare gli operatori onde avere dati quantitativi reali sul pescato, dall'altro disporre di strumenti atti alla raccolta di tutti i dati relativi alla piccola pesca litorale affinchè l'elaborazione statistica possa fornire un valido aiuto al settore.

I dati obiettivi in nostro possesso ci hanno permesso di effettuare una analisi dell'andamento del commercializzato attraverso il mercato ittico di Messina. In Figura 1 sono riportate le variazioni percentuali annue, avendo come base il 1967. Nel 1976 si è cercato, tramite incentivazione, di canalizzare quanto più possibile il pescato locale attraverso il mercato ittico, sottraendolo così alla libera commercializzazione; da allora i dati hanno subito perciò modifiche sostanziali.

Dal 1967 al 1978 il volume di commercializzato è notevolmente diminuito come risulta dall'analisi dei numeri indice, da cui si ricava che tale valore è andato contraendosi nel tempo tanto da divenire nel 1978 prossi-

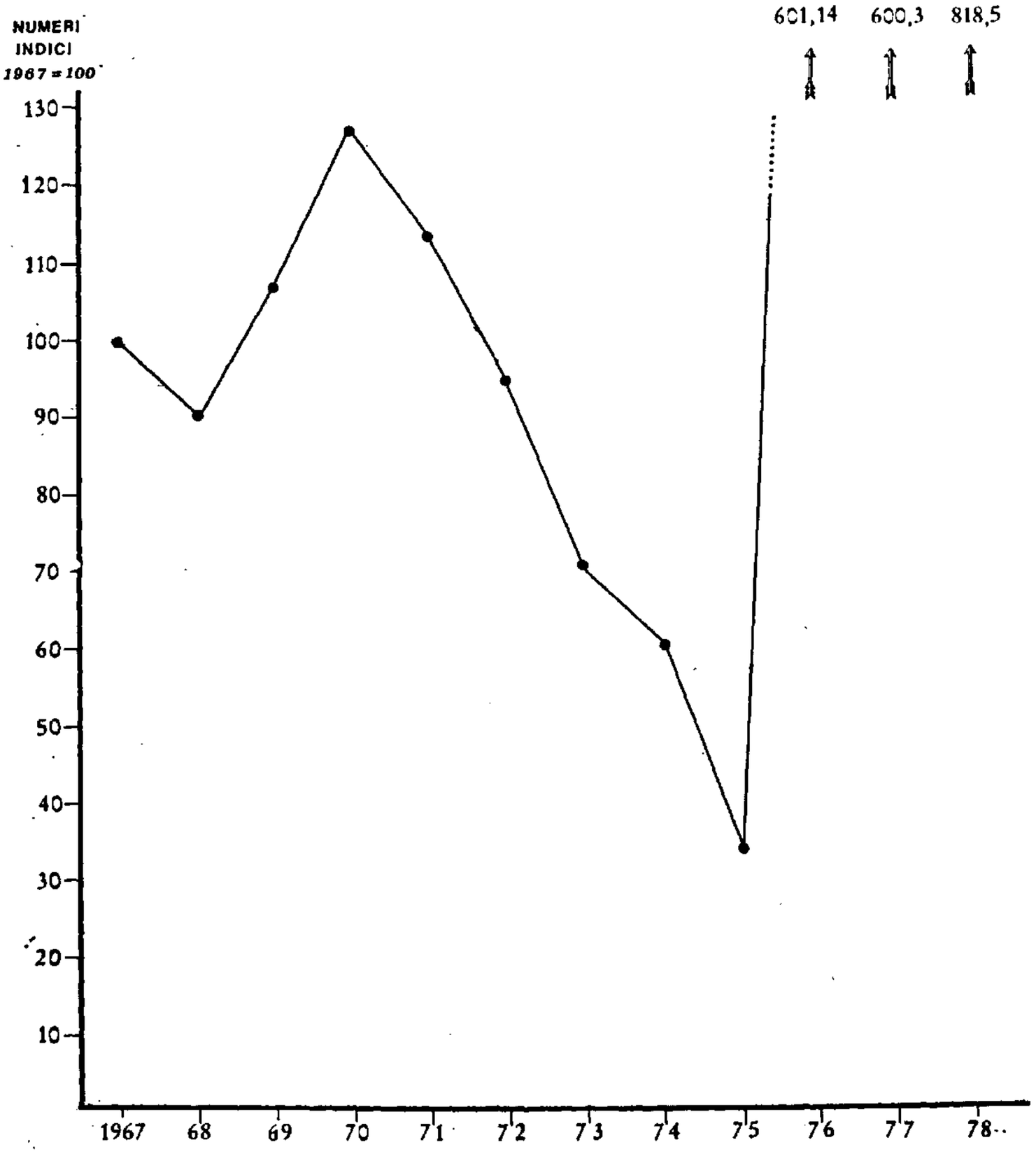


Fig. 1

mo alla metà del valore del 1967. Il decremento annuo è pari al 3.6%; il tasso composto di decremento è pari al 4.61%.

I risultati, di campionamenti diretti di pesca, eseguiti con il battello Colapesce nell'ultimo dodicennio nell'area dello Stretto di Messina, hanno mostrato che il decremento complessivo medio per tutta l'area in esame corrisponde al 59.1% L'impoverimento subito nell'ultimo dodicennio fa ipotizzare, qualora non si pongano rimedi opportuni e validi, che negli anni a venire l'attività della piccola pesca, non più remunerativa per i bassi valori ponderali del pescato, andrà man mano contraendosi, creando problemi socio economici per le comunità rivierasche locali.

Pensiamo di non errare affermando che il problema non è esclusivo

della zona in cui è stata condotta la nostra indagine ma che interessi l'intero territorio rivierasco nazionale. Quanto esposto dovrebbe contribuire a sensibilizzare gli organi legislativi affinchè venga razionalizzata, tutelata e incrementata con opportuni mezzi tecnici e scientifici, l'attività della piccola pesca. Rendere infatti economicamente più produttiva la pesca litorale significa contribuire, almeno in parte, alla contrazione dell'importato dall'estero (100 miliardi di lire nel 1975) e far si che il settore partecipi al risanamento della bilancia dei pagamenti.

LETTERATURA CITATA

BOLOGNARI A., BUTA G., CAVALLARO G. (1971) - Risultati delle pescate effettuate nel quadriennio 1967-70 nei mari della Calabria meridionale e della Sicilia orientale. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **26**, 22-50.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. Marano, R. Vaccarella, N. Casavola, G. Bello

PESCA E BANCHI NATURALI DI LAMELLIBRANCHI IN TERRA DI BARI

Riassunto — Vengono descritti i banchi naturali a *Chamelea gallina* (L.) e *Venus verrucosa* (L.) presenti lungo il litorale di Bari. Sono riportati i dati sulla biologia, biometria e sulla pesca delle popolazioni osservate.

Abstract — *Fishing and natural beds of Lamellibranchs along the coast of Bari.* Populations of *Chamelea gallina* (L.) and *Venus verrucosa* (L.) present along the coast of Bari have been surveied and data on their biology, biometry and fishing reported.

Key words — *Chamelea gallina* - *Venus verrucosa* - Communities.

Nelle aree costiere di Terra di Bari, due sono le specie di bivalvi che costituiscono banchi naturali di interesse per la pesca: *Chamelea gallina* (L.) e *Venus verrucosa* (L.).

La prima specie forma popolazioni che si estendono da Barletta verso la foce dell'Ofanto ed ancora oltre verso Manfredonia; i dati qui presentati si riferiscono tuttavia al tratto costiero Barletta - Foce Ofanto.

Sono stati esaminati campioni di sabbia raccolti in immersione mediante draga rettangolare con maglie di 0,5 mm; la draga, azionata a mano, raccoglieva uno spessore di sabbia di 15 cm. I prelievi furono effettuati a profondità comprese tra 2 e 6 metri nel corso di un intero ciclo annuale; per ogni prelievo è stata esaminata una superficie di un metro quadrato.

La zoocenosi *Chamelea gallina* - *Owenia fusiformis* è presente su fondo a sabbia fine (50%) e finissima (42%) determinato dalle correnti che depositano i materiali terrigeni convogliati a mare dall'Ofanto e richiama le zoocenosi presenti nel Medio ed Alto Adriatico nei pressi delle foci dei fiumi (Piccinetti, 1976).

I molluschi rappresentano il 78,5% degli organismi della biocenosi; tra questi *C. gallina,* rappresentata per il 40,48%, è il bivalve a maggiore densità, essendo i Lamellibranchi l'86,90% dei molluschi. Specie accompagnatrici risultano: *Spisula subtruncata* (Da Costa) e *Corbula gibba* (Olivi), mentre *Mactra corallina* (L.) diviene più frequente a maggiori profondità.

Tra i gasteropodi di importanza commerciale sono presenti: *Neverita josephina* Risso, *Sphaeronassa mutabilis* (L.), *Murex brandaris* L. *C. gallina* si rinviene con esemplari di dimensioni da 1 a 42 mm; la percentua-

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto), 70123 Bari.

Comunità a Venus verrucosa

MOLLUSCHI		57,84%
Venus verrucosa	24,32%	
Altri Lamellibranchi	50,78%	
Gasteropodi	24,52%	
Poliplacofori	0,39%	
ANELLIDI POLICHETI		14,44%
CROSTACEI DECAPODI		13,30%
ECHINODERMI		9,06%
TUNICATI		3,24%
ALTRI GRUPPI		2,13%

Comunità a Chamelea gallina

MOLLUSCHI		78,50%
Chamelea gallina	40,98%	
Altri Lamellibranchi	46,43%	
Gasteropodi	13,10%	
CNIDARI		8,41%
ANELLIDI POLICHETI		7,21%
CROSTACEI DECAPODI		4,96%
ECHINODERMI SPATANGOIDI		0,93%

TABELLA 1 - Composizione percentuale dei principali gruppi sistematici delle comunità a *Venus verrucosa* e *Chamelea gallina.*

le di individui con taglia superiore a 25 mm (taglia minima commerciale consentita) è risultata del 57%.

Gli esemplari più piccoli, anche di 1mm, sono stati rinvenuti a partire da aprile, a conferma di quanto osservato da altri autori (MASSÉ-GUÉRIN, 1978).

I parametri biometrici (larghezza, altezza, spessore) mostrano che la popolazione di *C. gallina* osservata presenta caratteristiche simili ad altre popolazioni del Medio Adriatico (FROGLIA, 1975).

Gli esemplari di taglia maggiore di *C. gallina,* nell'area in esame, raggiungono la maturità (secondo la scala di Chipperfield e da preparati istologici) a partire da aprile. La riproduzione continua per tutta l'estate fino ad ottobre. Maturità sessuale è stata osservata in individui di 15 mm, certamente al primo anno di vita.

Da qualche anno anche in questa area operano le « vongolare »; poichè il divieto di pesca è limitato al solo mese di giugno, è prevedibile un impoverimento dei banchi a *Chamelea gallina,* come già avvenuto a nord del Gargano e nel Medio Adriatico.

I banchi di *Venus verrucosa* si rinvengono, nel tratto tra Giovinazzo e Mola, nell'infralitorale a *mattes* morte di *Posidonia,* tra i 2 e 5 metri di profondità; più a nord, nel tratto compreso tra Trani e Manfredonia, i banchi sono presenti su fondi a *mäerl,* a 15 metri di profondità.

I dati qui riportati riguardano il bioma a *mattes* morte di *Posidonia* dove sono stati effettuati prelievi subacquei con sorbona e retini con maglie da 3 mm su superfici di 50 x 50 per 10 cm di profondità, « volume minimo » campionabile in questo habitat (HARMELIN, 1964).

Nella zona costiera tra Giovinazzo e Mola si susseguono, dalla battigia verso il largo, fondi rocciosi costieri, brevi tratti sabbiosi, *mattes* sino a 5-6 metri di profondità, prateria di *Posidonia,* coralligeno (già a 12 metri) ed infine fanghi.

Venus verrucosa, pur presente in questi habitat, è soprattutto abbondante nelle *mattes* dove si rinviene con la tipica distribuzione a gruppi in cui raggiunge la densità massima di 212 ind/m^2.

Sono stati raccolti individui di *Venus* di dimensioni di 20-41 mm; gli individui superiori a 25 mm rappresentano il 78% del totale. L'esame dei dati somatometrici ha rilevato una notevole variabilità: oltre la forma tipica sono presenti, anche *Venus* « piatte » e « spesse » (LE GALL, 1978).

Nelle *mattes,* la biocenosi è costituita da: molluschi 57,84% policheti 14,44%, crostacei decapodi 13,30%, echinodermi 9,06% e tunicati 3,24%.

Altri organismi mobili, quali anisopodi e anfipodi, non sono stati considerati poichè presenti rare volte e solo in aree ristrette con notevole accumulo di resti vegetali, ma in numero elevato.

Tra le specie più comuni associate con *Venus* sono *Cardita trapezia* (L.), *Venericardia antiquata* (L.), *Striarca lactea* (L.), *Bittium reticulatum* (Da Costa), *Hinia incrassata* (Strom), *Molgula occidentalis* Transtedt, *Hydroides helmatus* (Iroso), *Eunice vittata* (Delle Chiaje), *Lysidice ninetta* Aud.-Edw. *Paracentrotus lividus* (Lam.) e *Amphiura chiajei* Forbes.

Sono stati raccolti individui di *V. verrucosa* di 2-3 mm a partire da aprile. In rapporto al periodo riproduttivo si è notato che *Venus* anticipa di poco *Chamelea,* ma già ad agosto ha ultimato la riproduzione. Sono stati osservati esemplari di un anno (12 mm) già maturi; la taglia minima consentita per la pesca (2,5 cm) si riferisce quindi ad esemplari del secondo anno che già si sono riprodotti almeno una volta.

Poichè la pesca sulle *mattes* viene effettuata solo per raccolta manuale, eseguita in immersione con autorespiratori da un numero limitato di pescatori, la produttività dei banchi è ancora oggi elevata.

Nel periodo estivo l'attività dei pescatori sportivi può assumere aspetti preoccupanti e anche se finora questo tipo altamente selettivo di pesca ha preservato la *Venus,* ciò può rappresentare una minaccia per il futuro.

Si ringrazia il Sig. Lucio Rositani per la collaborazione nei prelievi subacquei.

LETTERATURA CITATA

FROGLIA C. (1975) - Aspetti biologici, tecnologici e statistici della pesca delle vongole (*Venus gallina*). *Incontri tecnici a cura del CNR Lab. di Tecn. pesca. Ente Fiera Internazionale Pesca,* **9**, 7-22.

HARMELIN J. G. (1964) - Etude de l'endofauna des « mattes » d'erbiers de *Posidonia oceanica* Delile. *Rec. Trav. Mar. End.,* **35** (51), 43-103.

LE GALL J. Y. (1969) - Exploitation des populations de Praires *Venus verrucosa* (Mollusque Lamellibranche Veneridae) sur les côtes de Bretagna. *Trav. Fac. Sci. Rennes, Sér. Océanogr. biol.,* **2**, 3-51.

MASSÉ H., GUÉRIN D. P. (1978) - Etude expérimentale sur le recrutement des espéces de la macrofaune benthique des substrats meubles - 2. Données sur les cycles biologiques des polychétes et des bivalves. *Tethys,* **8**, 283-294.

PICCINETTI C. (1976) - Aspetti della fauna marina delle Marche. *Gior. Bot. Ital.,* **110**, 427-436.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. COLOMBO, I. FERRARI, V.U. CECCHERELLI, G. CAVALLINI, R. ROSSI

FATTORI IDROLOGICI E STRUTTURA DEI POPOLAMENTI PLANCTONICI E BENTONICI NELLA SACCA DEGLI SCARDOVARI (*)

Riassunto — Uno studio ecologico è stato effettuato nella Sacca degli Scardovari, una vasta laguna situata tra due rami deltizi del Po. Nell'intera sacca si può riconoscere una zonazione in due distinte aree. L'area settentrionale, più riparata, con debole ricambio idrico e salinità costante, presenta elevate concentrazioni di clorofilla fitoplanctonica e di sostanza organica nei sedimenti, alte densità di zooplancton e di zoobentos (Policheti e Nematodi). L'area meridionale, più esposta alle correnti di marea e agli afflussi d'acqua dolce provenienti dal Po, è caratterizzata da una bassa produttività ma da una più alta diversità biocenotica.

Abstract — *Hydrological factors and structure of communities in the Sacca degli Scardovari* (*Po River Delta*). Ecological research was carried out on Sacca degli Scardovari, a large embayment located between two terminal branches of the Po River. Two distinct zones can be recognized in the lagoon. The more sheltered northern area has a weak water renewal and constant salinity; there are high concentrations of phytoplankton chlorophyll-a and of organic matter in the sediments and high densities of zooplankton and zoobenthos (Polychaeta and Nematoda). The southern area, more exposed to tidal streams and fresh water inflows, is characterized by a low productivity and a high diversity of the communities.

Key words — Brackish lagoon, zooplankton, macrobenthos, meiobenthos, biotic diversity.

Nella Sacca degli Scardovari da circa 3 anni si stanno svolgendo ricerche finalizzate a una stima delle risorse biologiche (pesca del novellame e produzione di banchi di mitili in particolare) e alla formulazione di programmi per una ottimizzazione del loro sfruttamento (COLOMBO *et al.*, 1979). Nell'ambito di queste ricerche sono state esaminate alcune caratteristiche idrologiche e biocenotiche della laguna. In questo lavoro viene presentato un quadro integrato delle conoscenze sulla situazione attuale e sul funzionamento della laguna come ecosistema.

La Sacca degli Scardovari è stata scelta come modello di bacino salmastro deltizio tra i numerosi che si trovano alle foci del Po. Si estende per circa 30 Km^2 tra i rami di Tolle e di Gnocca. Recente è la sua origine e rapida è stata la sua evoluzione morfologica negli ultimi 100 anni. L'attuale configurazione idrografica è recentissima, essendo stata la sacca completamente arginata dopo l'alluvione del 1966. La profondità me-

Istituto di Zoologia dell'Università, via L. Borsari 46, 44100 Ferrara.
(*) Ricerca effettuata nell'ambito del P.F. « Oceanografia e Fondi marini » del CNR (contratto n. 78.01035).

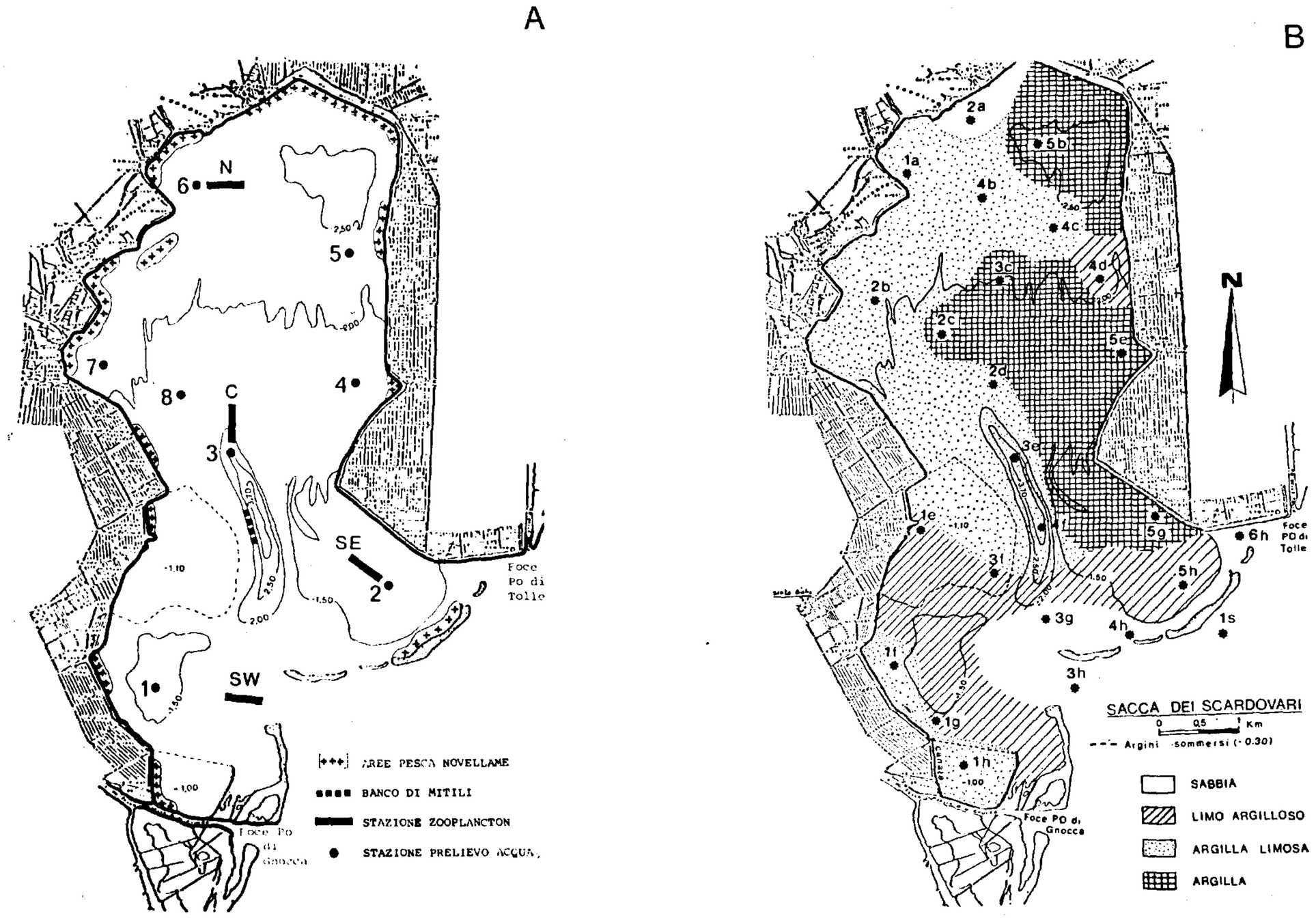


Fig. 1 - Sacca degli Scardovari. A: stazioni di campionamento; B: granulometria dei sedimenti superficiali.

dia è sui 2 metri. Le maggiori profondità si hanno in corrispondenza della zona settentrionale del bacino. In Figura 1A sono indicate le stazioni in cui sono stati effettuati prelievi d'acqua per le analisi chimiche e prelievi di zooplancton nel corso di recenti campagne di campionamento.

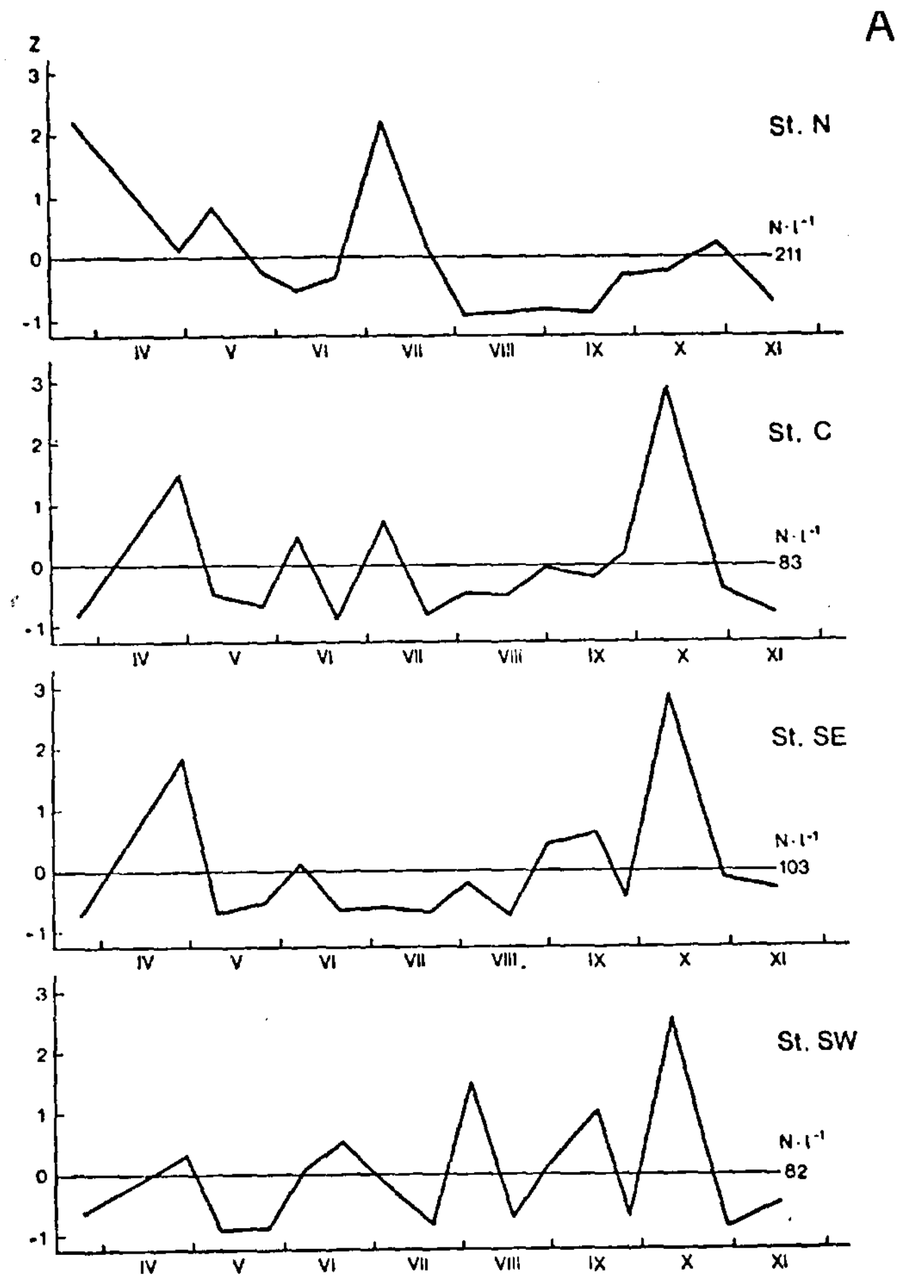
L'analisi dei più importanti parametri idrologici ha permesso di individuare nella sacca due zone chiaramente distinte. La zona meridionale, largamente esposta all'influenza del mare e dei flussi d'acqua dolce provenienti dal Po, è caratterizzata da ampie escursioni della salinità e, assai spesso, da una marcata stratificazione delle acque sulla verticale. La zona settentrionale ha un ricambio idrico più modesto e più contenute sono le escursioni della salinità; d'estate le acque possono raggiungere una temperatura di 30°C. Le concentrazioni medie di clorofilla-a fitoplanctonica si possono ritenere un buon indicatore del dinamismo chimico e produttivo delle acque della sacca. Queste sono riportate in Tabella 1 per 4 stazioni,

	St. N	St. C	St. SE	St. SW
n	14	14	14	14
x ± s	29.9 ± 39.9	6.1 ± 11.7	6.7 ± 11.5	8.7 ± 15.5
max	153.9	44.0	45.1	58.8
min	3.4	0.1	0.4	0.2

TABELLA 1 - Concentrazioni di clorofilla-a in $\mu g \cdot l^{-1}$ (vedi testo).

a Nord, in centro e in due stazioni a mare. Le medie sono state calcolate sui dati relativi a 14 prelievi effettuati in superficie dall'aprile al novembre 1978. Nella stazione Nord si ha una concentrazione media di clorofilla-a nettamente più alta che al centro e nelle stazioni a mare.

La distribuzione dello zooplancton si conforma al gradiente Nord-Sud delle concentrazioni di clorofilla-a. In Figura 2A sono rappresentati i dati standardizzati di densità globale dello zooplancton raccolto nel corso di 16 sopralluoghi effettuati dal marzo al novembre 1978. La densità media è di 211 ind./l a Nord, mentre è compresa tra 82 e 103 ind./l nelle altre stazioni. Nella zona settentrionale, si ha inoltre un andamento del tutto difforme dell'evoluzione temporale delle densità, con picchi in marzo e in luglio, rispetto alle altre stazioni meridionali, in cui il massimo



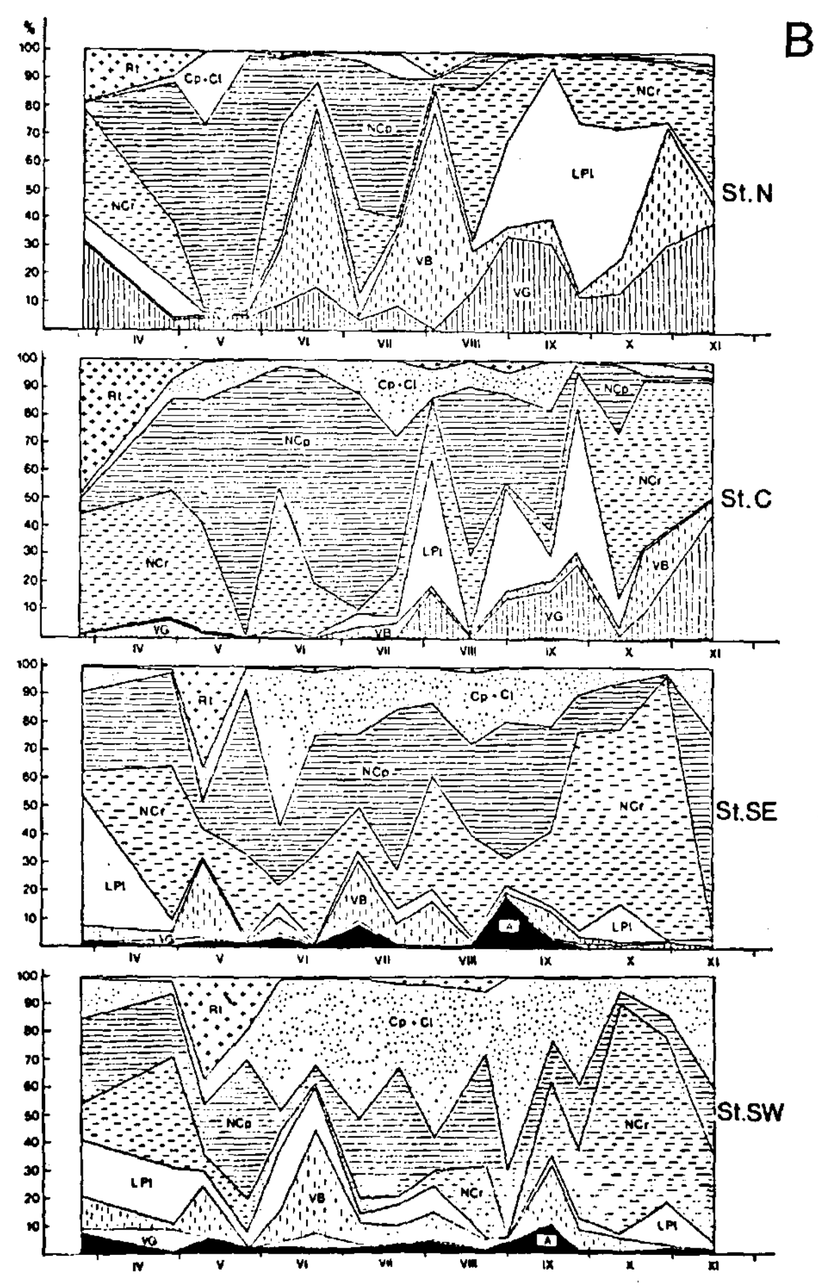


Fig. 2 - A: variazioni della densità totale dello zooplancton (dati standardizzati); B: variazioni della composizione percentuale dello zooplancton. Rt: Rotiferi; Cp: Copepodi; Cl: Cladoceri; N Cp: naupli Copepodi; N Cr: naupli Cirripedi; L Pl: larve Policheti; V B: veliger Bivalvi; V G: veliger Gasteropodi; A: Appendicolarie ed altri.

di densità cade a metà ottobre. Nella Figura 2B sono rappresentate le variazioni nel tempo della composizione dello zooplancton. Passando dalla stazione Nord alle stazioni a mare è in netta diminuzione l'importanza numerica e anche percentuale di alcuni gruppi meroplanctonici (veliger di Gasteropodi e Bivalvi, larve di Policheti), mentre aumenta l'importanza dei Tunicati, dei Copepodi e dei Cladoceri neritici e dei Rotiferi dulcicoli; questi ultimi sono abbondanti nelle due stazioni a mare, in maggio, in corrispondenza di una piena del Po. Naupli e cypris di Cirripedi sono ampiamente rappresentati nel plancton di tutte le 4 aree di campionamento. Alcuni gruppi (Copepodi, Cladoceri e Rotiferi), per i quali il riconoscimento è stato fatto a livello di specie, presentano una tendenza alla riduzione della diversità passando dalla bocca a mare alla parte più interna della sacca.

Per quanto concerne le caratteristiche fisico-chimiche e biocenotiche dei fondali, ci si riferisce ai risultati di una campagna di rilevamenti effettuata nel giugno 1976 in un reticolo di 40 stazioni della sacca (CEVIDALLI e CECCHERELLI, 1978). I risultati delle analisi granulometriche riguardanti i primi 10 cm di sedimento (fig. 1B) permettono di individuare nella parte settentrionale due vaste aree a tessitura fine, una prevalentemente argillosa a Est ed una argillo-limosa a Ovest. Nel bacino meridionale è presente una fascia di sedimenti a tessitura più grossolana. Nella zona degli scanni di sbarramento il sedimento è costituito quasi esclusivamente di sabbia fine. Le variazioni spaziali della granulometria sono evidentemente correlate con la sedimentazione differenziata dei materiali portati in sacca dalle correnti di marea. La disposizione delle aree a diverso contenuto percentuale di carbonio e azoto organico si sovrappone praticamente a quella ricavata dai dati granulometrici; le più alte percentuali in carbonio e azoto sono associate ai sedimenti argillosi della zona centro-settentrionale.

Sui campioni di fondo raccolti nel giugno 1976, è stata studiata la distribuzione spaziale di due importanti taxocenosi bentoniche, Policheti e Nematodi. I dati di abbondanza delle singole specie sono stati elaborati con i consueti metodi dell'analisi delle comunità. Il popolamento a Policheti è stato studiato su campioni relativi a 17 stazioni. La *cluster analysis,* eseguita sulla matrice di indici di similarità di Bray e Curtis per coppie di stazioni, ha permesso di individuare 4 importanti raggruppamenti corrispondenti ad altrettante zone della sacca. I principali dati biocenotici di queste zone sono riassunti in Figura 3A.

I Nematodi sono stati studiati su campioni relativi a 25 stazioni (fig. 1B). In tutta l'area della sacca è dominante *Sabatieria pulchra,* un detritivoro non selettivo. Possono tuttavia essere individuate 4 subaree sulla ba-

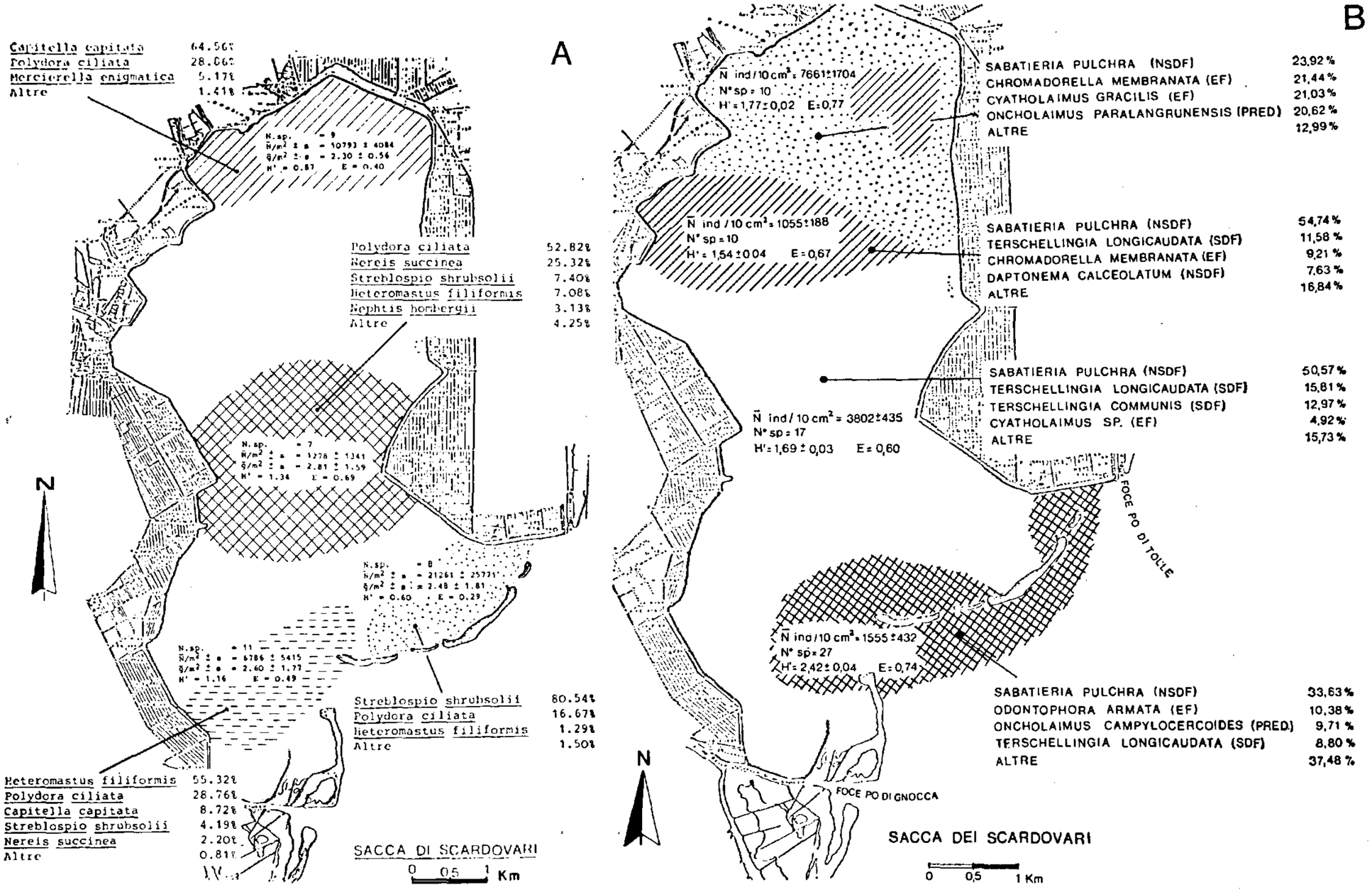


Fig. 3 - A: struttura del popolamento a Policheti; B: struttura del popolamento a Nematodi, NSDF = detritivoro non selettivo; SDF = detritivoro selettivo; EF = *epistratum feeder*; PRED = predatore onnivoro (H': diversità sec. SHANNON; E = evenness sec. PIELOU).

se delle differenti associazioni di specie (CEVIDALLI e CECCHERELLI, 1978). I principali dati biocenotici di queste associazioni sono riassunti in Figura 3B.

Complessivamente, i dati raccolti concorrono a definire in maniera univoca una zonazione della sacca in due bacini a caratteristiche idrodinamiche, sedimentologiche e trofiche nettamente differenziate. Il bacino settentrionale è a debole ricambio idrico, salinità costante, elevata produttività; qui si hanno i valori più alti di concentrazione di clorofilla fitoplanctonica e di abbondanza dello zooplancton, di sostanza organica nei sedimenti e di abbondanza dei gruppi dello zoobentos. Nell'area centromeridionale la dinamica dei flussi d'acqua dal mare determina una situazione di instabilità, in particolare ampie fluttuazioni della salinità; restano bassi i contenuti di sostanza organica nei sedimenti dilavati dalle correnti di marea; il grado di trofia è complessivamente più basso che nella zona settentrionale. La struttura delle comunità si configura diversamente nelle due zone. Sia lo zooplancton che le due taxocenosi zoobentoniche esaminate presentano lungo l'asse Nord-Sud della sacca una tendenza all'aumento della ricchezza in specie, in relazione inversa quindi alla tendenza osservata per i valori di densità delle biocenosi. Il funzionamento della sacca si regge, in definitiva, su un delicato equilibrio di fattori idrologici e di fattori trofici. La zona settentrionale assume le caratteristiche di una laguna salmastra deltizia ad alta produzione primaria e a struttura trofica semplificata. In questa area sono attenuate le conseguenze di un impatto destabilizzante del mare; d'altra parte la vivificazione marina impedisce che vi si instaurino cadute in senso distrofico degli equilibri produttivi.

LETTERATURA CITATA

CEVIDALLI F., CECCHERELLI V. U. (1978) - Osservazioni preliminari sulla bionomia dei popolamenti meiobentonici della Sacca di Scardovari (Delta del Po), con particolare riferimento ai Nematodi ed ai Copepodi. *Atti X Congresso S.I.B.M., Ancona; Quad. Lab. Tecnol. Pesca,* (in stampa).

COLOMBO G., FERRARI I., ROSSI R., CECCHERELLI V. U., CAVALLINI G. (1979) - Risorse biologiche in una Sacca del Delta del Po. *Atti Conv. Scient. Naz. del P.F. « Oceanografia e Fondi marini », Roma* (in stampa).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. RELINI, E. PISANO

POPOLAMENTI DI SUBSTRATO DURO NELLE LAGUNE DI ORBETELLO

Riassunto — Tre principali comunità di substrato duro sono state descritte nelle lagune di Orbetello (Toscana, Italia) dopo tre anni di ricerche condotte mediante pannelli e prelievi di campioni. Una comunità costituita da poche specie caratterizza le zone più interne e fortemente eutrofiche. Circa 120 spp. sono state rinvenute nelle comunità delle zone poste in vicinanza delle comunicazioni con il mare. Una terza comunità è distribuita nelle zone intermedie.

Abstract — *Hard substrata communities in the Orbetello lagoons.* Three main communities of hard substrata have been described in the lagoons of Orbetello (Tuscany, Italy) throughout three years investigations carried out by both immersing non toxic panels and by sampling. One community of few species characterizes the inner and very eutrophic zones. About 120 spp. have been found in the community of zones under the influence of sea water at the entrances to the lagoon; the third community lives in the middle areas.

Key words — Lagoons, hard substrata communities.

Gli ambienti lagunari italiani sono da alcuni anni oggetto di un crescente interesse non solo scientifico, ma anche pratico ed economico, perché le cospicue risorse biologiche presenti nelle lagune richiedono con urgenza una conoscenza più approfondita di tali ambienti salmastri al fine di proteggerli da un eccessivo sfruttamento e da progressivi fenomeni di inquinamento e degradazione. In questa ottica il Comune di Orbetello ha promosso negli ultimi anni una serie di ricerche pluridisciplinari nelle due lagune di Giannella e di Feniglia, nella quale si inserisce questo lavoro sugli organismi di substrato duro, iniziato per invito del prof. G. Cognetti che è stato il coordinatore delle ricerche biologiche.

Nella presente nota vengono descritte le associazioni nelle loro linee generali senza entrare nel merito dei singoli gruppi sistematici, alcuni dei quali sono stati trattati in lavori specifici (MARI, 1977; PISANO e RELINI, 1978; DIVIACCO e RELINI, 1978; RELINI e BIANCHI, 1978; BIANCHI, 1979; MORRI e MARTINI, 1978). Per l'elenco delle specie del fouling e la descrizione delle stazioni si rimanda a RELINI e PISANO (1977), per una dettagliata descrizione di tutto l'ambiente lagunare a COGNETTI *et al.* (1978). Vecchi dati, per altro frammentari, sui popolamenti lagunari si trovano inoltre in PANTANELLI (1886) e soprattutto in APOLLONI (1931 a e b).

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, via Balbi 5, 16126 Genova.

Le osservazioni sono state condotte durante tre cicli successivi di ricerca (settembre 1975 - marzo 1979), mediante pannelli di cemento-amianto (200 x 300 x 3 mm), comunemente utilizzati per lo studio del fouling, immersi per periodi variabili da 1 a 12 mesi, a pochi dm di profondità e mediante campionamenti stagionali (dal marzo 1977 al marzo 1978) da substrati duri come riportato nella Figura 1.

Le comunità, che emergono dopo un anno di immersione dei pannelli in nove stazioni, sono rappresentate schematicamente nella Figura 2, mentre dall'insieme dei dati raccolti è possibile definire alcune delle principali associazioni di substrato duro presenti nelle lagune. Anche se è difficile, in ambienti dagli equilibri delicati ed instabili come quelli lagunari, soggetti a modificazioni pure di tipo antropico, delimitare esattamente le associazioni caratteristiche delle varie zone, schematizzando al massimo, è possibile riconoscere tre principali tipi di raggruppamenti di organismi.

Il primo tipo può essere definito come popolamento delle zone interne ed eutrofiche della laguna: in questa categoria si possono inserire le associazioni osservate nelle stazioni C, G e D. Tra le specie animali domina il Serpulide *Ficopomatus enigmaticus,* che abbonda un pò ovunque e che può raggiungere densità elevatissime anche in località vicine all'abitato ove forma ammassi di tubi che forniscono il substrato per l'insediamento di Briozoi Ctenostomi (*Bowerbankia gracilis*), Chilostomi Anasca (*Bugula stolonifera, Conopeum seurati, Electra monostachys*) e nicchie in cui vivono stipati Anfipodi tubicoli (*Corophium insidiosum*) ed Isopodi (*Sphaeroma serratum* e *Cymodoce truncata*). I Cirripedi sono rappresentati da una sola specie, *Balanus amphitrite*; i Bivalvi soprattutto da *Brachidonthes minimus. Amycla corniculum* ed una specie del genere *Hydrobia,* strettamente associata ad Ulvaceae, sono i Gasteropodi più comuni in queste zone. La frazione vegetale è costituita da Alghe Cloroficee.

Il secondo tipo di raggruppamento di organismi può essere definito popolamento delle zone influenzate dal mare. Oltre a varie specie di Briozoi, Serpulidi ed Anfipodi, caratterizzano questi popolamenti gli Idroidi, i Poriferi, gli Attiniari, gli Ascidiacei; i Bivalvi (*Anomia ephippium, Ostrea edulis e Mytilus galloprovincialis*) raggiungono dimensioni discrete. La fauna vagile associata è costituita da Policheti erranti, Isopodi, Tanaidacei, Pantopodi ed Echinodermi. Lungo il canale di Nassa è frequente osservare, in certi periodi dell'anno, grandi distese di alghe macroscopiche quali *Caulerpa prolifera, Padina pavonia, Cladostephus verticillatus,* alle quali si aggiungono, procedendo verso la località Strette, *Acetabularia acetabulum* fissata sui muri del canale, oltre che sul fondo, *Cystoseira* sp.

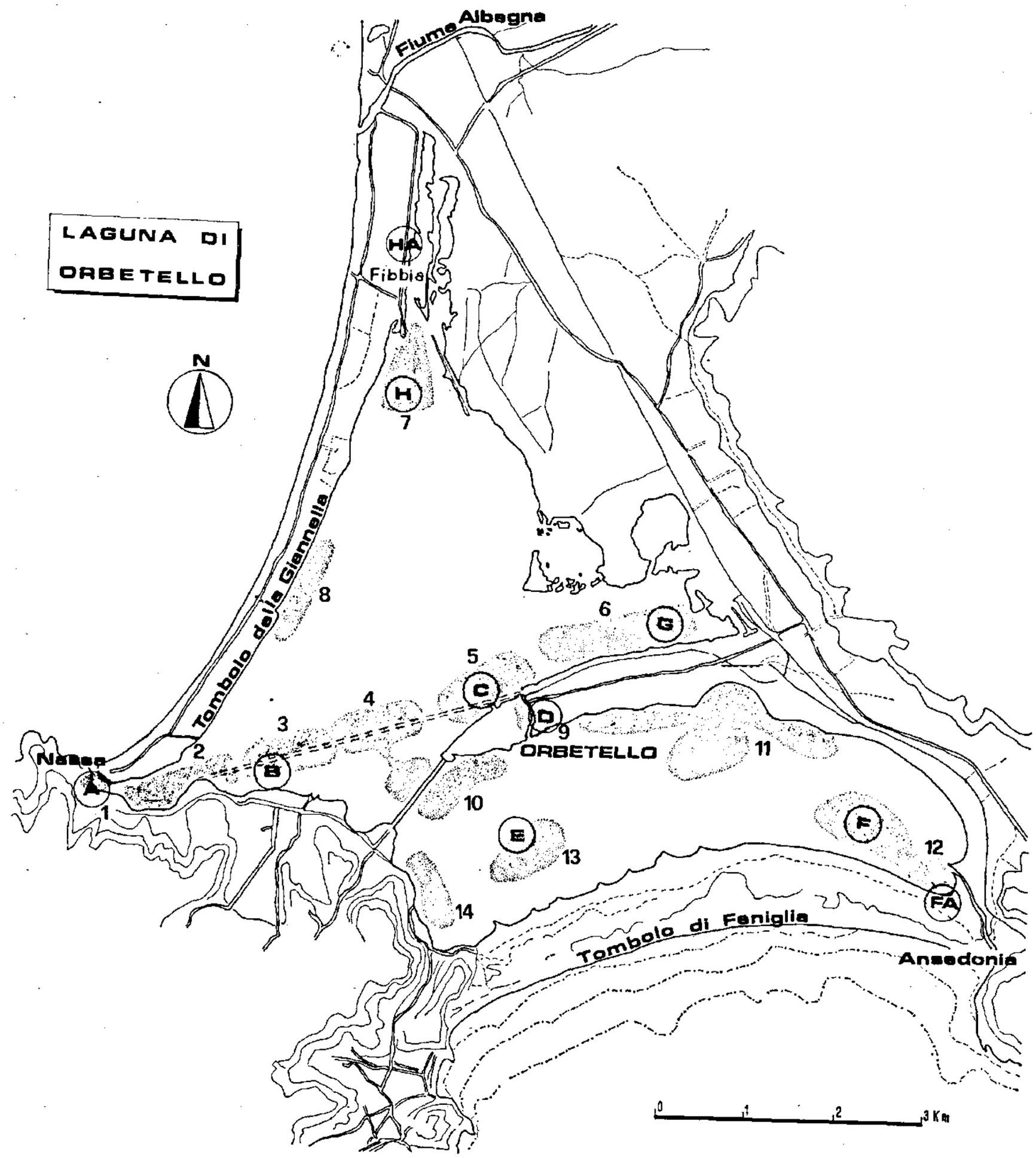


Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di immersione dei pannelli (A, B, C, D, E, F, FA, G, H, HA) e delle aree di campionamento (indicate con numeri da 1 a 14) nelle due lagune, Giannella e Feniglia, di Orbetello. Dal settembre 1975 al marzo 1977 sono state esaminate le stazioni A, B, C, D, E; dal marzo 1977 al marzo 1978 le stazioni A, B, C, D, E, F, G, H; dal marzo 1978 al marzo 1979 le stazioni A, B, C, D, FA, HA.

ed altre. Ogni gruppo animale è qui complessivamente rappresentato con il maggior numero di specie.

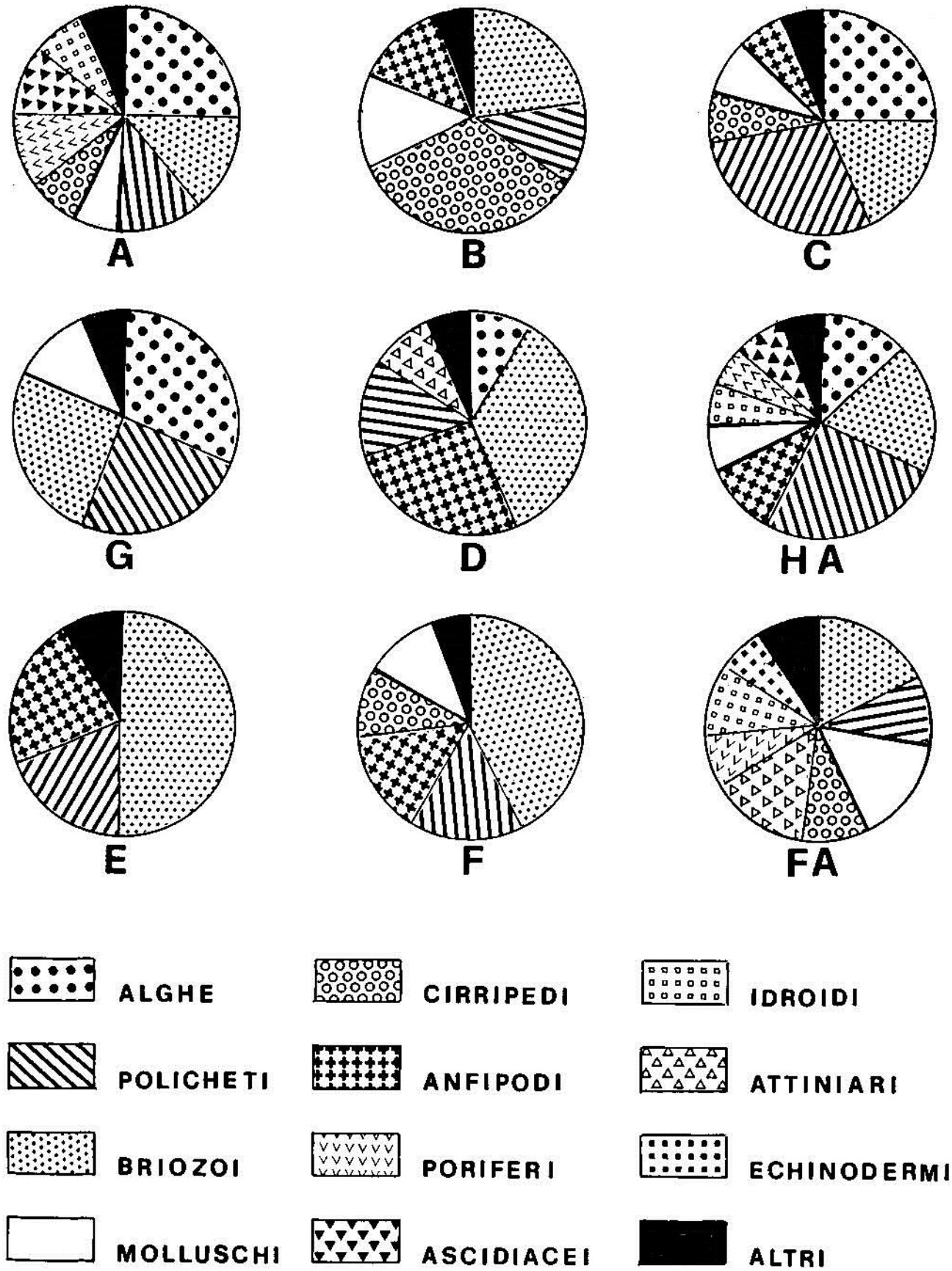


Fig. 2 - Rappresentazione schematica delle associazioni costituitesi sui pannelli prelevati nel marzo 1979, dopo 12 mesi di immersione. I settori circolari sono proporzionali alle aree occupate dai singoli gruppi sistematici.

Il popolamento in prossimità della peschiera di Ansedonia, relativamente lontano dalla foce a mare, appare caratterizzato da Molluschi (Mitili, Ostriche e Murici), da Attinie oltre che da varie specie di Briozoi, Serpulidi, Balani, Poriferi, Idroidi e Anfipodi mentre le Alghe non predominano mai sulla parte animale. Elementi caratteristici sono gli Echinodermi, *Ophiotrix fragilis* ma soprattutto *Paracentrotus lividus* che condiziona in modo determinante l'associazione presente sui muri dei canali.

In corrispondenza della terza zona influenzata dal mare e dal fiume Albegna i popolamenti risultano quantitativamente poveri; le variazioni stagionali riguardano soprattutto le Alghe sia Cloroficeae che Rodoficeae incrostanti. Sono per altro ben rappresentati i Briozoi, gli Idroidi, i Poriferi, gli Ascidiacei, oltre che i Serpulidi, i Cirripedi e gli Anfipodi.

Un terzo tipo di raggruppamento può essere definito come popolamento lagunare o delle zone intermedie anche se un pò diverso nelle due lagune. In Giannella esso è costituito da alcune specie che si possono considerare caratteristiche perché costantemente presenti, sia pur con variazioni quantitative, da un anno all'altro: sono i Cirripedi (*Balanus amphitrite*), Briozoi (*Bugula stolonifera, B. neritina, Electra monostachys, Conopeum seurati, Bowerbankia gracilis*), Attiniari, Serpulidi (*Ficopomatus enigmaticus*), ed alcuni Anfipodi, Isopodi, Bivalvi. Altre specie possono comparire irregolarmente, ad esempio il Briozoo *Cryptosula pallasiana* diventa caratterizzante il popolamento durante il periodo estivo. Le alghe in generale non si fissano in grande quantità. Il popolamento tipico delle zone intermedie della laguna di Feniglia è costituito da Briozoi eretti (*Bugula neritina* e *B. stolonifera*), da Balani, Serpulidi, Attinie ai quali si aggiungono le componenti vagili, soprattutto Anfipodi e Isopodi; l'aspetto dell'insieme del popolamento può variare apparentemente molto per la predominanza dell'uno o dell'altro gruppo, a seconda delle stagioni, dell'annata o di altri fattori difficilmente controllabili. In totale nelle associazioni sopra descritte sono state censite 138 specie di cui, tra i gruppi più rappresentati, 19 specie di Alghe, 12 Celenterati, 21 Briozoi, 17 Policheti, 31 Crostacei, 4 Ascidiacei, 7 Cirripedi. Il numero di specie appartenenti a ciascun gruppo sistematico è maggiore in vicinanza delle foci a mare (soprattutto Nassa e Ansedonia) e diminuisce progressivamente passando alle zone più interne della Giannella (stazioni B, C, G, D) e della Feniglia (stazioni E, F). Alcuni gruppi, come Poriferi, Echinodermi ed Ascidiacei non sono presenti nei popolamenti delle aree più interne (stazioni G, D). Delle tre foci a mare quella più ricca è Nassa dove sono state rinvenute 117 specie mentre la più povera qualitativamente risulta Fibbia. Più in generale le stazioni più povere di specie risultano quelle che più di-

rettamente risentono degli apporti inquinanti provenienti dall'abitato, cioè quella posta lungo un canale navigabile che conduce allo stabilimento Montecatini (stazione G) e quella sita nel canale di comunicazione che attraversa l'abitato e congiunge le due lagune (stazione D). L'accumulo della biomassa è molto più consistente e rapido nelle stazioni interne ove la comunità tipica della zona può esser raggiunta anche in soli sei mesi. Il peso umido degli organismi su pannelli mensili presenta valori massimi a luglio e agosto, minimi a dicembre; una diminuzione significativa del peso si ha sui pannelli prelevati alla fine di settembre, in concomitanza con i fenomeni distrofici che avvengono in laguna nella tarda estate, ed una ripresa a ottobre. Su pannelli immersi per tre mesi nel 1977-1978 in tutte le stazioni sono stati rilevati valori inferiori ai 1000 g/pannello, fatta eccezione per i 1196 g di giugno nella stazione C; in generale i pesi maggiori dei pannelli di 3, 6 e 12 mesi riguardano le stazioni C, E ed F e nel ciclo successivo anche la B. In particolare alla stazione C, sono stati rilevati 2113 g a settembre dopo sei mesi e 2860 g dopo 12 mesi di immersione: questi valori elevati sono dovuti all'accumulo, durante il periodo estivo, di grandi masse del Serpulide *Ficopomatus enigmaticus*.

Infine, sulla scorta dei dati raccolti sui popolamenti dei substrati duri, è possibile eseguire una suddivisione delle lagune in zone a diverse caratteristiche ecologiche (fig. 3). Queste suddivisioni coincidono nelle

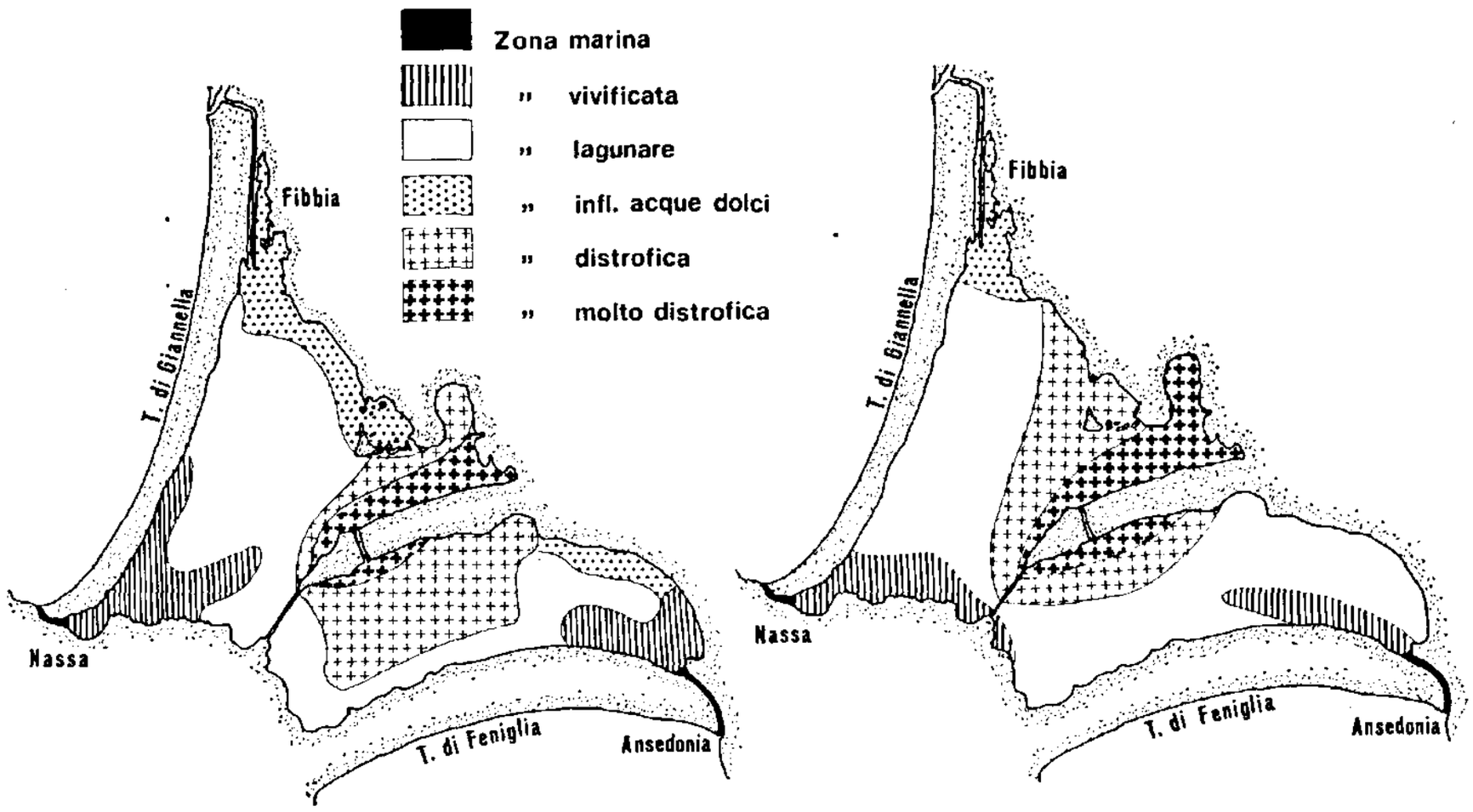


Fig. 3 - Suddivisione schematica delle lagune in base alle diverse condizioni ecologiche. A sinistra mappa proposta da COGNETTI *et al.* (1978), a destra mappa costruita sulla scorta dei dati ottenuti sui popolamenti di substrato duro.

grandi linee con quelle proposte da COGNETTI *et al.* (1978) i quali però si sono basati anche sui popolamenti di fondi mobili.

Ringraziamenti — E' doveroso porgere i più sentiti ringraziamenti a quanti hanno collaborato nelle varie fasi di questo lavoro: i colleghi dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Modena, l'Amministrazione Comunale di Orbetello, le guardie delle peschiere ed in particolare il Sig. Domenico Beccherucci.

LETTERATURA CITATA

APOLLONI N. (1931a) - Studio sull'almirobiocenosi della laguna di Orbetello. *Rend. R. Acc. Naz. Lincei,* **13,** 931-936.

APOLLONI N. (1931b) - Ricerche faunistiche nella laguna di Orbetello. *Boll. Pesca, Piscic. Idrobiol.,* **7,** 396-414.

BIANCHI C. N. (1979) - Remarques sur la faune Serpulidienne de l'étang saumâtre d'Orbetello (Toscane, Italie). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* **25-26** (3), 121-122.

COGNETTI G., DE FRAJA FRANGIPANE E., *et alii* (1978) - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle lagune di Orbetello. *Ingegneria Ambientale, Inquinamento e Depurazione,* **7,** 304-452.

DIVIACCO G., RELINI G. (1978) - Gli Anfipodi della laguna di Orbetello. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona* (in stampa).

MARI M. (1977) - Osservazioni sulla malacofauna delle lagune di Orbetello. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem.,* serie B, **83** (1976), 190-204.

MORRI C., MARTINI F. (1978) - Gli Idroidi della lagune di Orbetello. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona* (in stampa).

PANTANELLI D. (1886) - Molluschi dello stagno di Orbetello. *Boll. Soc. Malac. It.,* **12,** 89-95.

PISANO E., RELINI G. (1978) - I Briozoi della laguna di Orbetello. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona* (in stampa).

RELINI G., PISANO E. (1977) - Osservazioni preliminari sul fouling della laguna di Orbetello. *Atti IX Congr. Soc. It. Biol. Mar., Lacco Ameno d'Ischia* (*NA*), 352-362.

RELINI G., BIANCHI C. N. (1978) - Osservazioni sull'ecologia e sulla distribuzione dei Serpulidi (Annelida, Polichaeta) nella laguna di Orbetello. *Boll. Zool.,* **45,** 419-422.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. Relini, G. Matricardi

I CIRRIPEDI TORACICI DELLE LAGUNE DI ORBETELLO (*)

Riassunto — Sette specie di Cirripedi Toracici: *Balanus amphitrite* Darw., *B. perforatus* Brug., *B. eburneus* Gould, *B. improvisus* Darw., *Chthamalus stellatus* (Poli), *C. montagui* Southward, *Verruca stroemia* (Muller); sono stati rinvenuti nelle lagune (Feniglia e Giannella) di Orbetello (Toscana - Italia) durante tre anni di ricerche condotte con l'uso di pannelli di cemento amianto e con campionamenti dai substrati duri. Solo *B. amphitrite* si insedia nelle zone più interne fortemente eutrofiche.

Abstract — *Thoracic Cirripedes in the Orbetello Lagoons.* Seven species of Thoracic Cirripedes: *Balanus amphitrite* Darw., *B. perforatus* Brug., *B. eburneus* Gould, *B. improvisus* Darw., *Chthamalus stellatus* (Poli), *C. montagui* Southward, *Verruca stroemia* (Muller); have been found in the lagoons (Feniglia and Giannella) of Orbetello (Tuscany - Italy) throughout three years investigations carried out by both immersing non toxic panels and by sampling from hard substrata. Only *B. amphitrite* settles in the inner and very eutrophic zones.

Key words — Cirripedes, marine lagoons.

I Cirripedi Toracici, nonostante siano importanti componenti delle associazioni di substrato duro delle lagune di Orbetello, sono stati trascurati anche nei lavori di faunistica; ad esempio Apolloni (1931, a, b) ricorda soltanto che sui pali, insieme ad altri organismi, si rinvengono balani senza indicarne la specie.

Durante le ricerche svolte per tre cicli annuali, a partire dal settembre 1975, sugli organismi di substrato duro della Laguna di Orbetello, è stato possibile raccogliere numerosi dati sui Cirripedi sia mediante immersione di pannelli per periodi scalari di tempo da un mese ad un anno, sia mediante campionamento dai substrati duri esistenti nelle lagune. Per le metodiche e la descrizione delle associazioni di substrato duro rimandiamo a Relini e Pisano (1977, 1979) mentre per le caratteristiche abiologiche e biologiche di tali ambienti a Cognetti *et al.* (1978). In quest'ultimo lavoro sono riportati alcuni dati (riguardanti anche i Cirripedi) da noi messi a disposizione degli Autori che hanno descritto le associazioni di substrato duro.

Nella laguna sono state raccolte sette specie tutte appartenenti agli Opercolati: *Balanus amphitrite* Darw., *B. perforatus* Brug., *B. eburneus*

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Laboratori di Ecologia Animale e Biologia Marina, via Balbi 5, 16126 Genova.

(*) Parte del presente lavoro è stato svolto nell'ambito del Programma Finalizzato CNR « Promozione della qualità dell'ambiente - Zoocenosi delle acque costiere e lagunari ».

Gould, *B. improvisus* Darw., *Chthamalus stellatus* (Poli), *C. montagui* Southward, *Verruca stroemia* (Muller); non sono stati finora rinvenuti *B. trigonus* Darw. e *C. depressus* (Poli) che sono presenti, sia pur sporadicamente, lungo le vicine coste marine. Neppure i Lepadidi, in particolare *Lepas pectinata* Spengler e *L. anatifera* L. che sono le specie più frequentemente spiaggiate lungo il lato a mare dei tomboli, sono stati raccolti nelle lagune. La maggior parte di queste specie sono state segnalate a Civitavecchia (TARAMELLI *et al.,* 1973), che è la località tirrenica più vicina per la quale sono disponibili dati sui Cirripedi, e nella Laguna Veneta (RELINI *et al.,* 1972).

Solo *B. amphitrite,* si rinviene anche nelle zone più interne e fortemente inquinate delle due lagune; la sua assenza in alcune aree (ad es. lungo il tombolo della Feniglia) è da collegare alla mancanza di substrati duri. *B. perforatus* colonizza i substrati situati in vicinanza delle tre comunicazioni col mare (Nassa, Fibbia e Ansedonia) e si spinge lungo parte del canale navigabile che collega Nassa ad Orbetello, cioè nella zona sottoposta ad una buona vivificazione marina. *B. eburneus* è stato rinvenuto nel canale di Fibbia e nelle zone circostanti, nel canale di Ansedonia, occasionalmente nei pressi dell'abitato di Orbetello, in vicinanza della zona del depuratore. *B. improvisus* è stato ritrovato soltanto nella parte settentrionale della Giannella e nel canale della peschiera di Fibbia, cioè nella zona che maggiormente risente dell'apporto delle acque dolci. *C. stellatus* e *C. montagui* sono presenti a Nassa ed Ansedonia, due zone a caratteristiche molto simili a quelle marine. Le due specie sono particolarmente numerose alla base della « lanterna » più vicina alla peschiera di Ansedonia. *V. stroemia* è stata rinvenuta solo a Nassa ed in prevalenza sulla faccia dei pannelli non esposta alla luce.

B. amphitrite si insedia da maggio-giugno a settembre-ottobre mentre le larve di *B. perforatus* si attaccano di preferenza in primavera ed in autunno. Individui maturi (gonade femminile almeno con uova in segmentazione) di *B. amphitrite* erano presenti in laguna con maggior frequenza tra marzo e settembre, periodo in cui è stata però rilevata anche una alta percentuale di individui morti. Il periodo di maturità per *B. perforatus* riguarda soprattutto i mesi tardo primaverili ed estivi. Individui morti di questa specie si rinvengono lungo tutto l'arco dell'anno ma con maggior frequenza tra giugno e settembre. Nella Feniglia sono stati trovati a marzo Ctamali pronti per liberare naupli. Le dimensioni raggiunte dai Cirripedi lagunari sono considerevoli soprattutto per *B. amphitrite,* il diametro rostro carenale alla base del guscio arrivava a 18-20 mm in stagioni e zone diverse; in un mese raggiungeva 8-10 mm. I più grandi *B. perforatus*

avevano un diametro basale di 25 mm; le dimensioni degli esemplari di questa specie diminuiscono con l'allontanarsi dalle zone di entrata dell'acqua di mare; al contrario gli esemplari più grandi di *B. amphitrite* sono stati raccolti nelle zone più interne ed eutrofiche. I pochi *B. improvisus* raccolti non superano i 6 mm mentre i *B. eburneus* arrivavano a 20 mm soprattutto nella zona di Fibbia. Queste dimensioni sono ben lontane da quelle raggiunte da *B. eburneus* in altri ambienti estuariali (es. Delta del Po) e lagunari italiani (Alta Laguna Veneta e lago di Varano), ove sono stati rinvenuti individui con diametro basale fino a 30 mm e più. I più grandi individui di *C. stellatus* arrivavano a 9 mm mentre quelli di *C. montagui* a 7-8 mm.

La laguna di Orbetello è caratterizzata per quanto riguarda i Cirripedi dalla massiva presenza di una specie circumtropicale (*B. amphitrite*) comune in Mediterraneo nei porti (RELINI, 1969, RELINI e RELINI ORSI, 1970) e nelle zone fortemente antropizzate, mentre sono scarse due specie (*B. improvisus* e *B. eburneus*) tipiche di acque salmastre dessalate.

LETTERATURA CITATA

APOLLONI N. (1931a) - Studio sull'almirobiocenosi della laguna di Orbetello. *Rend. R. Acc. Naz. Lincei,* **13**, 931-936.

APOLLONI N. (1931b) - Ricerche faunistiche nella laguna di Orbetello. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **7**, 396-414.

COGNETTI G., DE FRAJA FRANGIPANE *et alii* (1978) - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle lagune di Orbetello. *Ingegneria Ambientale, Inquinamento e Depurazione,* **7**, 304-452.

RELINI G. (1969) - La distribuzione dei Cirripedi Toracici nei mari italiani. *Arch. Bot. Biogeogr. It.,* **14** (4), 168-186.

RELINI G., FRANCESCON A., BARBARO A. (1972) - Osservazioni sistematico-ecologiche sulla distribuzione dei Cirripedi Toracici nella Laguna Veneta. *Atti Ist. Veneto Sc. Lett. Arti,* **130**, 449-460.

RELINI G., PISANO E. (1977) - Osservazioni preliminari sul fouling della Laguna di Orbetello. *Atti IX Congr. Soc. It. Biol. Mar.* (Ischia), 351-353.

RELINI G., PISANO E. (1979) - Popolamenti di substrato duro nella Laguna di Orbetello. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.,* serie B, **86**, suppl. (1979), 48-54.

RELINI G., RELINI ORSI L. (1970) - Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: 5° I Cirripedi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **38** suppl., 125-144.

TARAMELLI E., BIANCHINI M., CHIMENZ C. (1973) - Osservazioni sui Crostacei Cirripedi del Porto di Civitavecchia e dintorni. *Atti V Congr. Naz. Soc. It. Biol. Mar.,* Ed. Salentina, Nardò, 1973, pp. 51-65.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

E. PISANO

OSSERVAZIONI SISTEMATICO-ECOLOGICHE SU ALCUNI BRIOZOI DELLA LAGUNA DI ORBETELLO

Riassunto — Vengono fornite informazioni su aspetti morfologici e sull'ecologia di alcune specie di Briozoi viventi nella laguna di Orbetello. Sono considerate due specie di Anasca incrostanti, *Conopeum seurati* (Canu) ed *Electra monostachys* (Busk) e quattro specie di *Bugula*: *Bugula neritina* (L.), *Bugula fulva* Ryland, *Bugula stolonifera* Ryland e *Bugula simplex* Hincks, quest'ultima non rinvenuta in precedenza in acque salmastre italiane. Viene segnalata la presenza nella laguna dell'Entoprocto *Barentsia benedeni* (Foettinger), una specie tipica di acque salmastre.

Abstract — *Sistematic and ecological notes on some Bryozoans from the Orbetello Lagoons.* Remarks on morphology and ecology of some species of Bryozoans living in the Orbetello lagoons are given. Two incrusting Bryozoans, *Conopeum seurati* (Canu) and *Electra monostachys* (Busk) and four species of *Bugula*: *Bugula neritina* (L.), *Bugula stolonifera* Ryland, *Bugula fulva* Ryland and *Bugula simples* Hincks are considered. *B. simplex* wasn't previously known in the Italian brackish waters. *Barentsia benedeni* (Foettinger), a typical brackish water Kamptozoan, is new in the Orbetello lagoons.

Key words — Bryozoa, lagoons.

Un nuovo ciclo annuale di ricerche (dal marzo 1978 al marzo 1979) nella laguna di Orbetello ha permesso di aggiungere due Chilostomi: *Bugula fulva* Ryland e *Bugula simplex* Hincks ed un Entoprocto: *Barentsia benedeni* (Foettinger), alla lista di Briozoi riportata in un precedente lavoro (PISANO e RELINI, 1978) e di fornire ulteriori informazioni su alcune specie. Per le notizie sull'ambiente e la metodologia di raccolta si rimanda a RELINI e PISANO (1977) e a PISANO e RELINI (1978).

Tra i Chilostomi Anasca, che sono il gruppo più numeroso, il genere più rappresentato è *Bugula,* presente con 4 specie, tutte probabilmente introdotte a Orbetello attraverso i canali navigabili in seguito agli aumentati traffici dei natanti, nel corso degli ultimi cinquanta anni.

Bugula neritina (L., 1758)

RYLAND, 1960; PRENANT & BOBIN, 1966; RYLAND & HAYWARD, 1977.

Si trova, in quantità diverse, quasi ovunque sui substrati duri ed è particolarmente abbondante nel periodo estivo, nella laguna della Feniglia.

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, via Balbi 5, 16126 Genova.

Gli zoeci hanno forma tipica e la loro lunghezza (lungh. max. misurata: 900 μ) supera in media i valori riportati in letteratura.

Bugula simplex Hincks, 1886

RYLAND, 1960, 1962, 1965; PRENANT & BOBIN, 1965; RYLAND & HAYWARD, 1977.

Non segnalata in precedenza a Orbetello nè in altri ambienti salmastri italiani, è limitata ad una zona molto vivificata dal mare, nel canale di Nassa. Colonie ovicellate erano presenti su substrati sperimentali immersi per 3 mesi e prelevati a dicembre.

Bugula fulva Ryland, 1960

RYLAND, 1960, 1962, 1965; PRENANT & BOBIN, 1965; RYLAND & HAYWARD, 1977.

Questa specie, già nota nella laguna (CARRADA e OCCHIPINTI, 1979), è stata rinvenuta solo in prossimità dei canali di Nassa e di Ansedonia; sembra sostanzialmente relegata a zone ben vivificate.

Bugula stolonifera Ryland, 1960

RYLAND, 1960, 1965; PRENANT & BOBIN, 1966; RYLAND & HAYWARD, 1977.

E' presente in tutte le aree studiate e molto abbondante anche in prossimità dell'abitato dimostrandosi euriecia e molto tollerante dell'inquinamento urbano. Le colonie provenienti da varie zone della laguna mostrano una certa variabilità a livello delle spine distali degli zoeci. Questi presentano tipicamente sull'angolo distale esterno una proiezione spiniforme ben sviluppata alla quale segue, prossimalmente, una spina più piccola; la spina sull'angolo distale interno è di regola di dimensioni minori delle precedenti. In alcune colonie di Orbetello frequentemente la spina interna è relativamente più sviluppata, le spine esterne possono essere di dimensioni ridotte, in numero di 2, qualche volta 3, e sono inserite allo stesso livello sul margine degli zoeci, risultando sovrapposte in visione frontale. In alcuni casi è quindi possibile confondere, per il carattere « spine » *Bugula stolonifera* con la specie affine *Bugula avicularia* (L.). Alcuni esemplari sono stati confrontati con campioni della collezione Bobin raccolti a Mentone da L. Joliet: le spine zoeciali di questi campioni sono molto vicine a quelle osservate nelle colonie atipiche di Orbetello.

Conopeum seurati (Canu, 1928)

PRENANT & BOBIN, 1966; RYLAND & HAYWARD, 1977.

E' presente durante tutto l'anno, con diminuzione del numero delle colonie nella tarda estate ed in inverno, in tutta la laguna. Si accresce su

ogni tipo di substrato adattandosi alle superfici più svariate e dimostrando una forte variabilità morfologica delle colonie e degli zoeci tanto che, in alcune condizioni (perdita dell'opercolo, assenza delle spine distali, deformazione degli zoeci), la determinazione può presentare qualche difficoltà. Quasi ovunque è associato ad *Electra monostachys;* è però più frequente di quest'ultima specie nelle zone maggiormente interessate da scarichi urbani ed in aree della laguna soggette ad irregolari apporti di acque fluviali (località Fibbia).

Electra monostachys (Busk, 1854)

RYLAND & HAYWARD, 1977; PRENANT & BOBIN, 1966 (= *Electra hastingsae*)

Incrosta le superfici più varie, in tutte le stazioni studiate, insieme a *C. seurati,* con analogo andamento stagionale; è abbondante nelle zone interne della laguna, ad eccezione delle aree molto vicine a scarichi urbani. Gli zoeci presentano tipicamente una spina mediana prossimale e due spine distali; in colonie molto giovani altre spine, curve e sottili, sono presenti lungo i margini dell'opesia. I campioni di Orbetello risultano alquanto simili ad esemplari della fauna britannica (HAYWARD, comunicazione personale).

Barentsia benedeni (Foettinger, 1887)

PRENANT & BOBIN, 1956.

Spesso in associazione con *Bowerbankia gracilis* Leidy, questo piccolo organismo è abbondante in zone molto vicine all'abitato. Non ancora segnalata ad Orbetello, questa specie vive nel lago di Patria (JEBRAM, 1976) ed è presente in alcune località del delta padano (ricerche personali in corso).

Ringraziamenti — Sentiti ringraziamenti vanno al dr. J.-L. d'Hondt per la collaborazione e l'aiuto ricevuti durante un soggiorno di studio presso il Lab. de Biologie des Invertébrés marins et Malacologie del Museo di Storia Naturale di Parigi.

LETTERATURA CITATA

CARRADA G. C., OCCHIPINTI AMBROGI A. (1979) - Contribution à la connaissance des Bryozoaires de la faune lagunaire de l'Italie continentale. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* **25-26** (3), 123-124.

JEBRAM D. (1976) - Bryozoa Ctenostomata in the lakes near Naples. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **40**, 73-82.

PISANO E., RELINI G. (1978) - I Briozoi della laguna di Orbetello. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona* (in stampa).

PRENANT M., BOBIN G. (1956) - Bryozoaires. I, Faune de France, **60**, Lechevalier, Paris, 398 pp.

PRENANT M., BOBIN G. (1966) - Bryozoaires, II, Faune de France, **68**, Lechevalier, Paris, 647 pp.

RELINI G., PISANO E. (1977) - Osservazioni preliminari sul fouling della laguna di Orbetello. *Atti IX Congr. Soc. It. Biol. Mar. Lacco Ameno d'Ischia (NA)*, 351-362.

RYLAND J. S. (1960) - The British species of *Bugula* (Polyzoa). *Proc. Zool. Soc., London,* **134**, 65-105.

RYLAND J. S. (1962) - Some species of *Bugula* from the bay of Naples. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **33**, 20-31.

RYLAND J. S. (1965) - Catalogue of main marine fouling organisms. **2**, Polyzoa, OECD, Paris, 82 pp.

RYLAND J. S., HAYWARD P. J. (1977) - British Anascan Bryozoans. *Synopses of the British fauna,* **10**, Academic Press, London, 188 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. DIVIACCO

REMARKS ON CRUSTACEANS AMPHIPODS OF THE ORBETELLO LAGOONS (GROSSETO)

Abstract — During the research carried out from 1975 to 1979 in the Orbetello Lagoons 20 species of Amphipods have been found. On the ground of their distribution they have been divided in 3 groups: marine species limited to the sea mouths; euryecious marine species which have penetrated to some extent in the lagoons; euryecious species common in brackish environments. The third group, quantitatively the most important, presents a high interest mainly in trophic chains regarding fishes of commercial importance.

Riassunto — *Osservazioni sui Crostacei Anfipodi delle Lagune di Orbetello (Grosseto)*. Nel corso delle indagini condotte nella Laguna di Orbetello dal 1975 al 1979 sono state rinvenute 20 specie di Anfipodi. In base alla loro distribuzione sono stati divisi in 3 gruppi: specie marine limitate alle foci a mare, specie marine euriecie penetrate parzialmente in Laguna, specie euriecie comuni in ambienti salmastri. Il terzo gruppo, quantitativamente il più importante, è quello che presenta il maggior interesse soprattutto nelle catene alimentari riguardanti specie ittiche di importanza commerciale.

Key words — Amphipods, lagoons.

The Orbetello Lagoon is divided in two parts (Giannella at NW and Feniglia at SE) from the isthmus on which the town of Orbetello is situated. The water changes with the Tyrrhenian Sea come through 3 mouths: Nassa at W and Fibbia at N, in Giannella, and Ansedonia at SE, in Feniglia. The salinity varies from 27‰ to 47‰ while the temperature varies from 0°C to 30°C. In Summer dystrophic crisis, which interests mainly the inner parts of the lagoon, causes the reduction of the concentration of dissolved oxygen, to almost 0 ml/l.

During the investigations carried out in these lagoons from 1975 to 1979, examining both natural and artificial substrata already existing, and also cement asbestos panels of standard dimensions immersed for 1, 3, 6, 9 and 12 months, 20 species of Amphipods have been collected. Informations on their distribution and ecology can be found in previous works (DIVIACCO and RELINI, 1978; DIVIACCO, 1979), while the present note reports some considerations on the presence of these crustaceans and on their importance in the economy of the lagoons.

For further information on the environment and on the methods see RELINI and PISANO (1977).

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Istituto di Anatomia Comparata, Università di Genova, via Balbi 5, Genova.

On the ground of distribution of the Amphipods, three groups of species can be recognized.

The first group includes marine species like *Amphithoe ramondi* (Audouin), *Colomastix pusilla* Grube, *Corophium acherusicum* Costa, *Dexamine spinosa* (Montagu), *Pereionotus testudo* (Montagu), *Caprella acanthifera* Leach, *Caprella equilibra* Say and *Pseudoprotella phasma* (Montagu), found only near sea mouths. *C. pusilla* was collected among Sponges, to which is commonly associated. *C. equilibra* is an euryecious species living generally in harbours and lagoons; at Orbetello nevertheless it probably cannot support the environmental variations of the inner zones, where moreover the hydroids species it prefers are absent, and occurs only in the zones under sea influence. Also *C. acherusicum,* one of the commonest species in other lagoons, lives in poor quantity only in these zones, probably because of competition with the similar species *Corophium insidiosum* Crawford. The presence of *P. phasma* is interesting because this species is typical of infra- and circalittoral concretions; at Orbetello it was found among hydroids of the genus *Eudendrium,* to which seem bound. To the mentioned species I add *Perioculodes aequimanus* (Kossman), found in the same zones by COGNETTI *et al.* (1978). The three mouths are not however influenced by the sea in the same way; the affinity calculated with the Sorensen method results relatively low between the zone of Nassa and those of Fibbia and Ansedonia; between the last two was found on the contrary a greater affinity. The Fibbia and Ansedonia canals in fact are long and narrow and permit a smaller exchange in comparison with that of Nassa. Through the Fibbia canal the fresh waters of the Albegna stream periodically come in. For the same reason in the Nassa zone the greatest species richness was found.

In the second group I have included *Corophium acutum* Chevreux, *Ischyrocerus inespectatus* Ruffo, *Jassa falcata* (Montagu) and *Orchestia mediterranea* Costa, marine euryecious species, partially penetrated in the lagoons. *I. inespectatus,* a little known species, is recorded for the first time in a brackish environment.

The third group includes euryhaline and eurythermal species, common in brackish or harbour waters, like *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, *Corophium insidiosum* Crawford, *Erichthonius brasiliensis* (Dana), *Erichthonius difformis* Milne Edwards, *Gammarus aequicauda* (Martynov), *Gammarus insensibilis* Stock, *Melita palmata* (Montagu), *Hyale crassipes* (Heller); the first two species were present in all the lagoons, followed from *E. brasiliensis, E. difformis, G. aequicauda, G. insensibilis.* The two species of *Gammarus* have partially overlapped distributions, but *G. insen-*

sibilis pushes into the zones submitted to « marine vivification », while *G. aequicauda* can live in the inner and most polluted waters.

The third group is the most interesting because contains the most abundant species, that can therefore influence more the benthic communities and the trophic chains. In gastric contents of some eatable fishes living in the lagoons (mainly *Anguilla anguilla*) the amphipods result in fact well represented, particularly with *M. gryllotalpa, C. insidiosum, Erichthonius* spp., *Gammarus* spp.

Acknowledgements — I wish to thank Prof. Giulio Relini for his advice and having permitted me to carry out this research.

LITERATURE CITED

COGNETTI G. et al. (1978) - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle lagune di Orbetello. I: Situazione ecologica e itticoltura. *Ingegneria ambientale. Inquinamento e depurazione,* **7**, 343-406.

DIVIACCO G. (1979) - Ecologia e distribuzione dei Crostacei Anfipodi nella Laguna di Orbetello. *Boll. Mus. Civ. St. nat. Verona* (in press).

DIVIACCO G., RELINI G. (1978) - Gli Anfipodi della Laguna di Orbetello. In: Atti X Congr. Soc. It. Biol. Mar., Ancona, *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona* (in press).

RELINI G., PISANO E. (1977) - Osservazioni preliminari sul fouling della Laguna di Orbetello. *Atti IX Congr. Soc. It. Biol. Mar., Ischia,* pp. 351-362.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. MATRICARDI

ECHINODERMI DELLA LAGUNA DI ORBETELLO

Riassunto — Sette specie di Echinodermi (*Holothuria polii* D. Ch., *Astropecten spinulosus* (Phil.), *Asterina gibbosa* (Penn.), *Amphipholis squamata* (D. Ch.), *Ophiothrix fragilis* (Abildg.), *Psammechinus microtuberculatus* (Blv.), *Paracentrotus lividus* (Lam.)) sono state raccolte in diverse parti delle Lagune di Orbetello, nel corso di due anni di ricerche. La diversa capacità di adattamento alle condizioni ambientali locali è causa della più o meno estesa distribuzione di queste specie in laguna. Per tutte comunque è evidente un legame più o meno diretto con la vivificazione marina.

Abstract — *Echinoderms of Orbetello lagoons* (*Grosseto, Italy*). Seven species of Echinoderms (*Holothuria polii* D. Ch., *Astropecten spinulosus* (Phil.), *Asterina gibbosa* (Penn.), *Amphipholis squamata* (D. Ch.), *Ophiotrix fragilis* (Abildg.), *Psammechinus microtuberculatus* (Blv.), *Paracentrotus lividus* (Lam.)) have been collected in several parts of Orbetello Lagoons (Grosseto, Italy), during a two years research. The different distribution of these species in the lagoon is the consequence of the capacity of adaptation of each species to the local environmental conditions. However the presence of these echinoderms is more or less directly connected with marine vivification.

Key words — Echinoderms, brackish water.

Nel corso di ricerche inerenti il macrobenthos della Laguna di Orbetello, condotte con particolare riguardo alle associazioni di substrato duro (RELINI e PISANO, 1979), nelle lagune di Giannella e Feniglia sono state raccolte sette specie di Echinodermi: *Holothuria polii* D.Ch., *Astropecten spinulosus* (Phil.), *Asterina gibbosa* (Penn.), *Amphipholis squamata* (D.Ch.), *Ophiothrix fragilis* (Abildg.), *Psammechinus microtuberculatus* (Blv.) e *Paracentrotus lividus* (Lam.).

A. squamata è stata rinvenuta lungo buona parte del canale navigabile che collega Orbetello a Nassa; lungo la costa del promontorio dell'Argentario che chiude a SW la laguna di Feniglia e lungo il margine sud-orientale della stessa laguna, da Ansedonia a Torre Dogni. E' presente anche a Fibbia, allo sbocco del canale che collega la laguna col fiume Albegna. Occasionalmente è comparsa in vicinanza dell'abitato di Orbetello. Specie di fondo sassoso o detritico più o meno fine, e di substrati duri, è comunemente rinvenuta su alghe (TORTONESE, 1965) ed è già stata segnalata in passato da altri Autori in ambienti lagunari (VATOVA, 1950). Il diametro del disco degli individui raccolti è mediamente compreso tra 1 e 3 mm.

O. fragilis presenta una distribuzione più localizzata. Può essere raccolta nel canale che mette in comunicazione la laguna di Giannella con

Viale Arezzo 8/1, 16146 Genova.

il mare e lungo parte del canale navigabile che collega Nassa a Orbetello. E' frequente pure ad Ansedonia, ma anche qui è strettamente legata agli ambienti ben vivificati dal mare. Il diametro medio del disco è di 5-7 mm. Anche questa specie, detritivora e microfaga, è frequente sia su fondi sassosi, detritici o sabbiosi, sia su substrato duro, spesso associata a spugne, alghe ecc., ed era già nota in ambienti mixoalini (VATOVA, 1950).

Le restanti 5 specie sono strettamente legate agli ambienti ben vivificati dal mare. Fra queste *P. lividus* ed *A. gibbosa,* presenti in abbondanza nel canale di Nassa, riescono a spingersi soltanto fino alle zone antistanti Punta degli Stretti. *P. lividus* è comune anche nel canale di Ansedonia dove ricopre un ruolo determinante sull'evoluzione del popolamento grazie all'azione meccanica di grattamento esercitata per nutrirsi. A Nassa, lungo il canale di comunicazione col mare o nelle zone di laguna immediatamente antistanti, è abbondante *H. polii*: questo oloturioide, di fondi detritici sabbiosi o fangosi, è presente spesso in corrispondenza di praterie di fanerogame, a partire da pochi centimetri di profondità, e raggiunge dimensioni notevoli (fino a 20 cm). *A. spinulosus* e *P. microtuberculatus* sono state rinvenute occasionalmente a Nassa, nella parte di laguna antistante l'imbocco del canale di comunicazione col mare. E' probabile che queste specie, note per essere comuni nelle praterie di fanerogame, siano penetrate in laguna sotto l'azione di cause esterne e fortuite e siano rimaste vincolate ad una zona dove gli apporti marini sono importanti.

Se per concludere riprendiamo una visione d'insieme della distribuzione degli echinodermi nelle Lagune di Orbetello (fig. 1), possiamo vedere come essa in generale riguardi zone caratterizzate da una più o meno intensa vivificazione marina. In base alle presenti osservazioni, nella laguna sono riconoscibili zone che corrispondono a quelle stabilite da precedenti autori (COGNETTI *et al.,* 1978) sulla base dei popolamenti macrobentonici e il tipo di substrato. Come indicato da questi autori esiste un gradiente di vivificazione marina che si sviluppa in direzione Nassa-Orbetello ed uno di inquinamento diretto in senso contrario. Il maggior numero di specie di Echinodermi (7 specie) si incontra nel canale di Nassa, ambiente molto simile a quello marino. *P. lividus, H. polii* e *O. fragilis* sono molto abbondanti sia nel predetto canale sia in quello di Ansedonia, un'altra zona a fisionomia marina. Nelle parti di laguna antistanti Nassa e Punta degli Stretti, caratterizzate da buona vivificazione marina e da substrati detritici più o meno fini, sono presenti 4 specie (*A. gibbosa, A. squamata, O. fragilis* e *P. lividus*). Per l'asteroide e l'echinoide questo è il limite massimo di espansione in laguna; è probabile che la sempre mino-

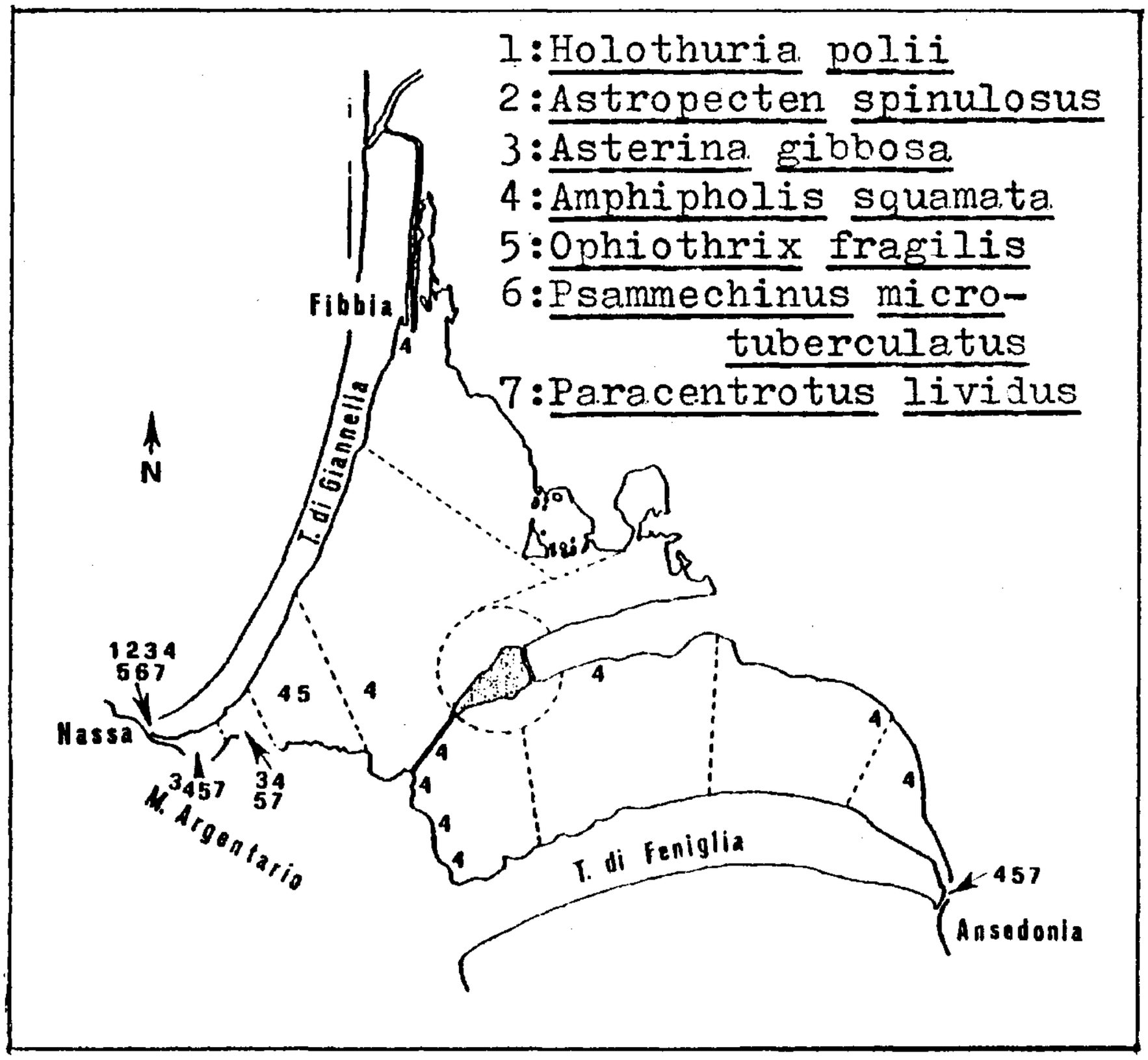


Fig. 1 - Distribuzione degli Echinodermi nelle Lagune di Orbetello.

re disponibilità di substrati adatti e le condizioni ambientali sempre più prossime a quelle lagunari abbiano un essenziale ruolo nella limitazione spaziale delle due specie. *O. fragilis* si può trovare anche un poco più all'interno insieme ad *A. squamata,* ma non si spinge oltre essendo probabilmente limitata dalle caratteristiche chimico-fisiche delle zone centrali della laguna. *A. squamata* risulta la specie a più ampia valenza ecologica fra le 7 raccolte, trovandosi anche nelle zone tipicamente lagunari sia della Giannella che della Feniglia. Questa ofiura è stata raccolta anche là dove si verificano apporti di acque dolci di una certa entità (Fibbia e Torre Dogni) dimostrando una notevole euriecia.

L'autore è particolarmente grato al Prof. E. Tortonese per il prezioso aiuto ed al Prof. G. Relini ed alla sua équipe per la gentile collaborazione.

LETTERATURA CITATA

COGNETTI G., DE FRAJA FRANGIPANE *et alii* (1978) - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico della Laguna di Orbetello. *Ingegneria ambientale, Inquinamento e Depurazione,* **7**, 304-452.

RELINI G., PISANO E. (1979) - Popolamenti di substrato duro nella Laguna di Orbetello. *Atti Soc. tosc. Sci. nat. Mem.*, ser. B, **86**, suppl. (1979), 48-54.

TORTONESE E. (1965) - Echinodermata. *Fauna d'Italia,* VI. Calderini, Bologna, 422 pp.

VATOVA A. (1950) - Gli Echinodermi della Laguna Veneta. *Nova Thalassia,* **1**, 13 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

D. BEDULLI, E. PERETTI

RECENT DEVELOPMENT OF THE MACROBENTHOS IN A BRACKISH LAGOON OF THE PO RIVER DELTA (*)

Abstract — The repopulation of a Po delta lagoon is described. After two years of recolonisation the macrobenthos consists essentially of a few Polychaetes which are considered opportunistic species and associated with the organic pollution.

Riassunto — *Evoluzione recente del popolamento macrobentonico in una laguna salmastra del delta del fiume Po.* E' stato seguito il ripopolamento di una laguna salmastra del delta del fiume Po. Dopo due anni di ricolonizzazione il popolamento macrobentonico è essenzialmente costituito da poche specie di Policheti considerate opportuniste e legate ad inquinamento organico.

Key words — Brackish lagoon, macrobenthos, recolonisation, opportunistic species.

The Sacca del Canarin is one of the lagoons in the Po river delta; it is to the south of the Po di Pila; its area is about 8.65 km^2 and the mean deepness is 1 m. The lagoon receives water from the Po, principally through a northern channel and has two wide mouths on the Adriatic Sea. Water dynamics inside the lagoon are extremely complicated as they depend on the tide, wind regime and fresh water flow which is proportional to that of the River Po. The bottom is black sulphide clayey silt, with sandy component in the southern part of the lagoon. The recorded lowest and highest temperatures are 7.0°C and 22.8°C respectively; the percent values of saturation of dissolved oxigen are always over 60%. The salinity of the lagoon varies considerably also in a day time; the values run from 29‰ to near 0‰, the lowest records in case of river floods. Seasonal samples were taken for two years (march 1977 - december 1978) in the central areas of the lagoon. Nine sampling stations were fixed and each station was sampled only once, with a 600 cm^2 Van Veen grab. Every sample was washed over a sieve of a 1.2 mm mesh.

The research supplied evidence for a repopulation of the Sacca del Canarin, as shown in Figure 1; in fact the 37 individuals/m^2 in march 1977 went to 1332 individuals/m^2 in december 1978. The extremely low density of populations in 1977 was primarily due to the very strong discharge from the Po in autumn 1976 and in the first part of 1977. This dischar-

Istituto di Zoologia, Via dell'Università 12, 41100 Parma.
(*) Research supported by an ENEL grant.

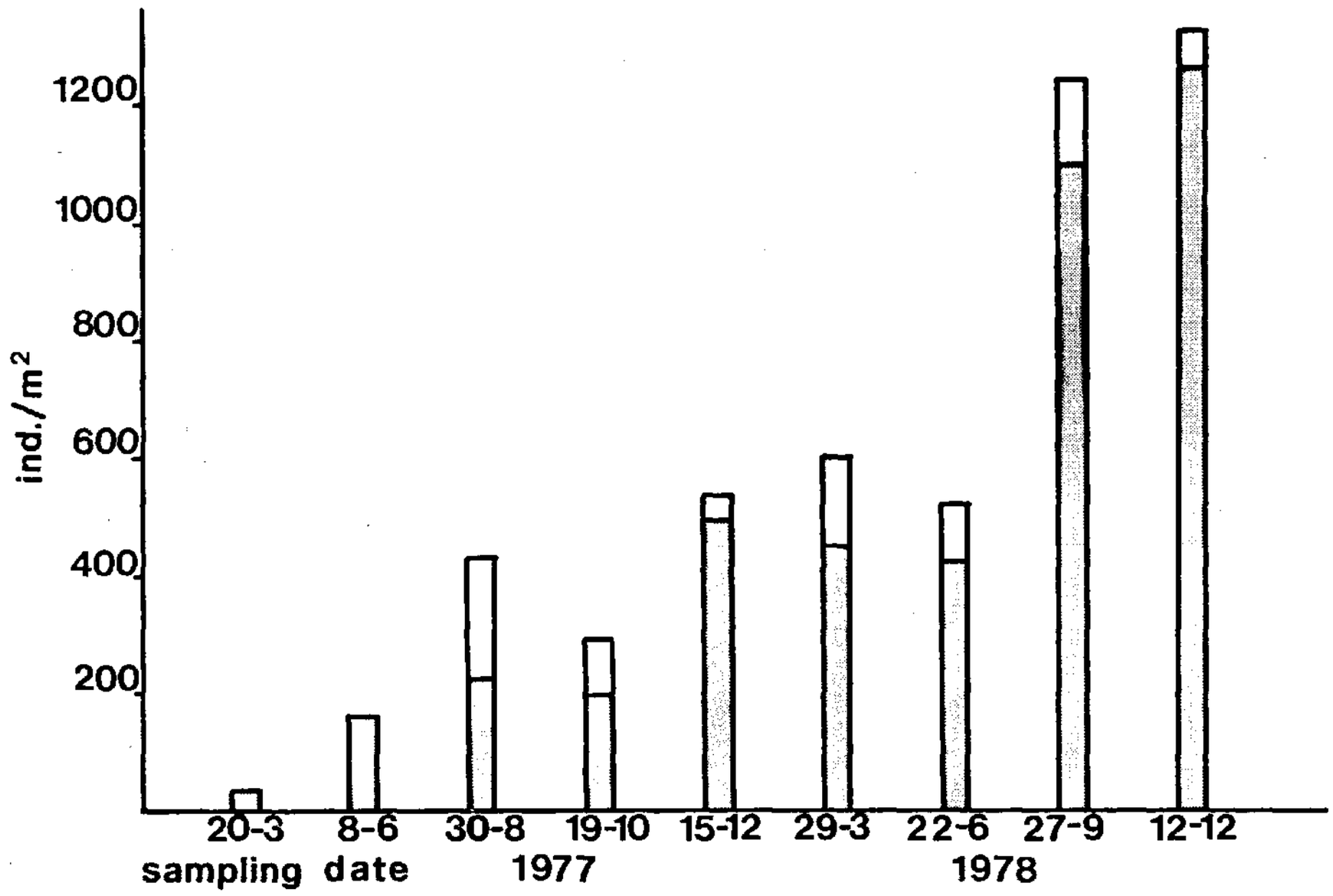


Fig. 1 - Number of individuals/m² by sampling period. The amount of Polychaetes is shaded.

ge also caused an unusually high eutrophication in the Northern Adriatic Sea (cfr. DEGOBBIS *et al.*, 1979). In the following year the river average flow decreased (see fig. 2): we think it helped the observed numerical in-

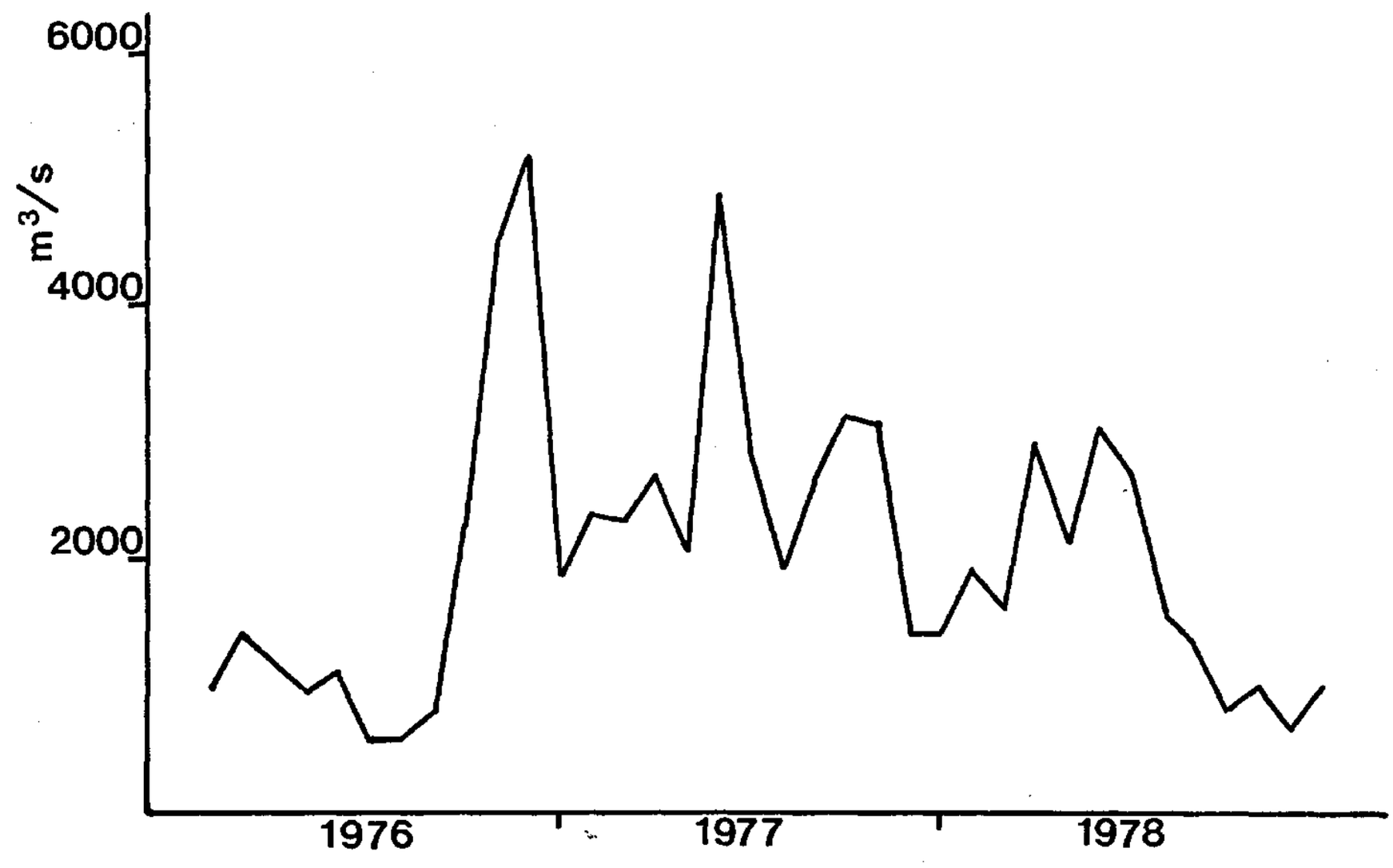


Fig. 2 - Po river flow recorded near Pontelagoscuro, 86 Km from the mouth.

crease. The populations increased among Polychaetes principally: in particular *Nereis* (*Neanthes*) *succinea* (Frey and Leuckart), whose percent rate with respect to the whole community varied from 50% to 99%. In the spring 1977 *N. succinea* was almost the only species found in the lagoon; in the last sampling in 1978 other two Polychaetes species showed a rather relevant density: *Heteromastus filiformis* (Claparede) and *Streblospio shrubsolii* (Buchanan); on the other hand the densities of the Polychaete *Polydora ciliata* (Johnston), the Crustacean *Corophium volutator* (Pall.) and the Bivalve *Crassostrea gigas* (Thunberg) were extremely low (For data on macrobenthos in the lagoon in preceeding years see BEDULLI and PARISI, 1978). The community is essentially constituted by a few species of Polychaetes, all deposit-feeders dwelling in environments with organic pollution (PEARSON and ROSENBERG, 1978; COGNETTI, 1978). Various authors consider all the above mentioned species colonists and opportunists (WOLFF *et al.*, 1977; DEAN and HASKIN, 1964), i.e. « species whose reproductive and growth characteristics fit them to take immediate advantage of a sudden environmental change » (PEARSON and ROSENBERG, 1978). Besides PEARSON and ROSENBERG, and RHOADS (1978) put in evidence that in the recolonisation of marine environments after a peak in abundance of opportunistic species, the populations progress towards the more stable « normal » community. In the Sacca del Canarin the community was essentially formed of opportunistic species even after one and a half year recolonisation. This is due to the environmental stress caused by fresh water flows from the river Po, which determine great jumps in salinity values, strong sedimentation and above all bottoms with high organic content. These factors prevent populations from developping and hence they keep the community at a continuous colonisation level.

LITERATURE CITED

BEDULLI D., PARISI V. (1978) - Osservazioni quantitative sul macrobenthos della Sacca del Canarin. *Ateneo Parmense, Acta Nat.*, **14**, 127-146.

COGNETTI G. (1978) - On some aspects of the ecology of the benthic littoral Polychaetes. *Boll. Zool.*, **45**, 145-154.

DEAN D., HASKIN H. H. (1964) - Benthic repopulation of the Raritan River estuary following pollution abatement. *Limnol. Oceanogr.*, **9**, 551-563.

DEGOBBIS D., SMODLAKA N., POJED I., SKRIVANIC A., PRECALI R. (1979) - Increased eutrophication of the Northern Adriatic Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, **10**, 298-301.

PEARSON T. H., ROSENBERG R. (1978) - Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. In: *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, Harold Barnes Ed., Aberdeen University Press, Aberdeen, pp. 229-312.

RHOADS D. C. (1978) - Disturbance and production on the estuarine seafloor. *Am. Sci.*, **66**, 577-586.

WOLFF W. J., SANDEE J. J. A., DE WOLFF L. (1977) - The development of a benthic ecosystem. *Hydrobiologia,* **52**, 1, 107-115.

WASS M. L. (1967) - Biological and physiological basis of indicator organisms and communities. Indicators of pollution. In: A.O. Theodore & F.J. Burgess Eds., *Pollution and marine ecology.* Intersciences Publishers, New York, pp. 271-284.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A. SOLAZZI

IL FITOPLANCTON: INTERAZIONI TRA ACQUE COSTIERE ED ACQUE SALMASTRE

Riassunto — Vengono prese in esame le interazioni delle acque costiere con quelle salmastre e l'importanza del fitoplancton in questi ambienti. Le acque marine a diretto contatto con le terre emerse, con i bassi fondali ecc., subiscono profonde modificazioni che influenzano la vita che in esse si svolge; ma a loro volta fanno risentire la loro azione negli ambienti deltizi e lagunari modificandone le caratteristiche oltreché fisico-chimiche anche biologiche.

Abstract — *Phytoplankton: under-shore and brackish water interactions.* The interactions between under-shore and brackish waters and the importance of phytoplankton in these environments are considered. The marine waters in contact with mainlands, with low depth, etc., undergo wide changes which affect their organisms. Moreover under-shore waters influence deltic and lagoon environments altering their physico-chemical and biological characteristics.

Key words — Phytoplankton, under-shore waters, brackish waters.

La biomassa vegetale planctonica che si sviluppa in un certo momento in una zona di mare è il prodotto di un insieme di fattori ambientali strettamente legati ed interdipendenti (SOLAZZI, 1974). Essi sono abbastanza stabili o per lo meno variano con una certa gradualità e con tempi lunghi in mare aperto, ma possono subire modificazioni repentine e profonde in ambienti costieri. E' ovvio che ciò derivi dalla vicinanza delle terre emerse e dai bassi fondali. Infatti la terraferma ha sempre influenzato l'habitat costiero con apporti di acque continentali derivanti o meno dal dilavamento delle superfici terrestri. Arrivano quindi in mare notevoli quantità di acque dolci che ne abbassano la clorinità; nel contempo vengono fluitati anche sali ed estratti di terra che modificano quei rapporti ionici che negli ambienti oceanici sono inalterati e, si pensava, inalterabili. Le modalità ed i tempi di rimescolamento di queste acque dolci, che essendo più leggere si stratificano in superficie, dipendono da vari fattori, sui quali non ci dilungheremo. Con esse vengono convogliati nell'ambiente costiero svariati microrganismi dulciacquicoli la cui sopravvivenza sarà inversamente proporzionale alla velocità di rimescolamento delle acque.

I fondali costieri agiscono come un condensatore che rilascia poi tutte quelle sostanze, sali nutritivi compresi, che ha accumulato nei sedimen-

Istituto di Botanica e Fisiologia Vegetale dell'Università - Padova.

ti. Quando questo fondale non è troppo profondo, il rilascio non necessita di particolari correnti e veloce è la diffusione delle sostanze liberate, con effetti che si risentono fino in superficie. Così pure alla limitata profondità si devono le rapide variazioni di temperatura che agiscono sugli organismi vegetali ed animali, accelerandone o deprimendone il metabolismo e di conseguenza influenzando la produzione. Tutto ciò provoca una diversificazione profonda tra le acque costiere e quelle di mare aperto, dove queste interferenze si risentono molto più lentamente o non si risentono affatto.

Le entità fitoplanctoniche che popolano gli ambienti sotto costa, per tutti i motivi testè detti, sono per la maggior parte ad ampia valenza ecologica e sopportano bene queste variazioni tanto più incisive quanto più repentine. Esse oltre a selezionare le specie resistenti, possono provocare « fioriture » di poche specie, o addirittura di una soltanto, che, anche se limitate nel tempo e nello spazio raggiungono sotto costa le più alte densità e decrescono verso il largo.

Nell'Adriatico, e precisamente sulla costa emiliano-romagnola dove queste fioriture sono oggetto di attenti studi, nel luglio 1976 sono state trovate 1.800.000 cellule di *Prorocentrum micans* per litro di acqua nella fascia costiera fino a 200 metri dalla battigia, mentre più lontano non si superavano le 200.000 cellule/litro. Sia queste come altre fioriture sono state attribuite tutte all'apporto fluviale che fertilizza le acque marine (Regione Emilia Romagna, 1979). Si potrà obbiettare a questo punto, che gli apporti di acque fluviali non sono sempre tali da sortire questi effetti e ciò è in parte vero, ma solo in parte. Non basta infatti che rallenti il corso dei fiumi e diminuisca la portata perché gli effetti della loro influenza vengano meno: gli effetti diminuiranno, si restringerà la zona di mare direttamente interessata, ma prima che nella zona di mare interessata si ristabilisca un equilibrio può passare un tempo anche lungo. Sempre in Adriatico, ad esempio, per tutto il 1977 si è assistito a continue piene del fiume Po che per oltre un anno ha avuto una portata superiore alla media degli ultimi 50 anni (Artegiani *et al.,* 1979), influenzando la fascia costiera italiana fin oltre Ancona, e modificando il normale susseguirsi delle popolazioni fitoplanctoniche.

In tutto questo periodo si sono susseguite fioriture di Diatomee, più esigenti delle Dinoflagellate dal lato trofico, che hanno beneficiato di tutti i nutrienti di cui le acque fluviali erano cariche, raggiungendo e superando, in vari momenti e stazioni, 6.000.000 cellule/litro. Di queste, in una stazione antistante Porto Recanati (Ancona), nell'ottobre (1977) a 4 metri di profondità e a 3 miglia dalla costa, il 65% era costituito da *Skeletonema costatum* ed il 23% da *Asterionella japonica* (Marzocchi *et al.,*

1979). E' logico pensare che questi fenomeni così evidenti in Adriatico, lo sarebbero stati meno in mari più aperti ma vi sarebbero stati comunque.

Ma se è vero quanto detto sopra, cioè che le acque continentali influenzano quelle marine, è altrettanto vero il contrario, cioè che le acque neritiche influenzano gli ambienti acquatici litoranei: gli stagni, le lagune ecc., che spesso si formano alla foce dei fiumi. In questi ambienti, a causa delle maree, entra acqua più o meno salata che ne modifica le condizioni fisico-chimiche e condiziona gli organismi che in essi vivono. Tale fenomeno è tanto più intenso ed esteso quanto più alta è la marea; nelle lagune più estese si possono distinguere infatti varie zone, tenendo conto del limite cui giungono gli apporti di acque marine: « laguna viva », quella parte di laguna soggetta agli influssi della marea ed alla sua vivificazione; « laguna morta », quella parte in cui questi effetti non si risentono e le acque sono per lo più stagnanti.

Da studi compiuti lungo il Porto-Canale, che mette in comunicazione la Laguna di Venezia con il mare, al fine di controllarne il bilancio biologico, l'azione del mare è verificabile tramite la diversità di carico fitoplantonico fra marea entrante ed uscente. Le acque uscenti dalla stazione di Porto-Canale subiscono una riduzione di carico del 20-50% in confronto con quelle entranti (Marchesoni, 1954). E' quindi dimostrato che le acque che entrano in Laguna con il sollevarsi della marea, sono più ricche di plancton di quelle che ne escono con l'abbassarsi di essa. Per ricchezza non si intende soltanto la densità cellulare (numero cellule/litro), ma anche la composizione specifica (numero di taxa), quest'ultima subisce in questi ambienti una severa selezione, dovuta alle particolari condizioni che fanno considerare gli stagni e le lagune costiere ambienti di « frontiera ». Un bilancio inverso hanno i nutrienti, infatti le acque che entrano in laguna a marea montante sono normalmente più povere di quelle che ne escono.

Per concludere vorrei ribadire lo stretto rapporto tra acque costiere e salmastre. Le acque costiere infatti traggono dalle acque salmastre, oltre che da quelle di dilavamento terrestre, tutti quegli elementi che le differenziano dalle acque oceaniche; d'altra parte le acque salmastre ricevono dalle acque costiere una continua vivificazione senza la quale sarebbero tutte destinate a diventare « lagune morte ».

LETTERATURA CITATA

Artegiani A., Solazzi A., Tolomio C., Marzocchi M., Favero P., Cavolo F. (1979) - Parametri fisico-chimici e fitoplancton in una stazione a sud del M. Conero (Zona

di ripopolamento). *Conv. Sci. Naz. Progr. Final. Oceanogr. Fondi Mar.* (CNR), 107-122.

MARCHESONI V. (1954) - Il trofismo della Laguna Veneta e la vivificazione marina. III. Ricerche sulle variazioni quantitative del fitoplancton. *Archo Oceanogr. Limnol.*, **9**, 153-285.

MARZOCCHI M., SOLAZZI A., TOLOMIO C., FAVERO P., CAVOLO F. (1979) - Composizione del fitoplancton in alcune stazioni costiere del medio e alto Adriatico occidentale (1977). *Atti Conv. Sci. Naz. Progr. Final. Oceanogr. Fondi Mar.* (*CNR*), 95-106.

REGIONE EMILIA ROMAGNA (1979) - I problemi dell'eutrofizzazione delle acque costiere nell'Emilia-Romagna. Assessorato amb. e difesa del suolo.

SOLAZZI A. (1974) - Produttività primaria in Mediterraneo. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, IV, 4, 5, 6, 101-120.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

F. CINELLI

POSSIBILITA' DI REALE SFRUTTAMENTO DEI VEGETALI MARINI DELLE COSTE ITALIANE

Riassunto — Diverse strade sono state seguite in Italia negli ultimi decenni per valutare e valorizzare le risorse vegetali marine: individuazione di specie adatte allo sfruttamento; messa a punto di tecniche di estrazione; prove in mangimistica e in floricoltura; prove di acquacoltura. I risultati dimostrano una potenzialità elevata allo sfruttamento di molte specie ma una scarsa consistenza degli stocks costieri. I popolamenti lagunari sembrano invece molto più promettenti.

Abstract — *Marine coastal vegetation in Italy and their exploitation.* In the recent past, a number of investigations have been carried out in order to assess the importance of italian marine vegetal resources in the view of their possible exploitation. The results show that several species are potentially exploitable although rare in natural sublittoral populations. The stocks existing in coastal lagoons seems, on the contrary, much more promising.

Key words — Coastal vegetation, acquacolture, marine vegetal resources.

La raccolta e lo sfruttamento dei vegetali marini ha sempre avuto, lungo le nostre coste, carattere di estrema sporadicità. Nei rari casi in cui tali risorse abbiano rivestito un qualche interesse, si è trattato di raccolte di poche specie utilizzabili in qualche ricetta culinaria locale (come le Ulvacee impiegate nel « fritto all'italiana » in Campania, o le insalate di alghe crude, dette « mauru », nella Sicilia orientale) oppure nella farmacopea popolare.

Uno sfruttamento di tipo industriale non è mai stato neppure tentato per i vegetali costieri, mentre qualche tentativo, a livelli veramente primordiali, è stato tentato con successo in alcune lagune costiere del Veneto o della Puglia. Questa situazione si è determinata soprattutto per due motivi fondamentali: da un lato gli stocks disponibili lungo le coste, a parte zone molto ristrette, sono sempre stati molto scarsi; dall'altro lato invece, le lagune costiere, ricche spesso in sali nutritivi, producono quantitativi elevati di materiale vegetale, a volte anche molto pregiato e la cui raccolta diviene quindi economicamente interessante.

Bisogna dire anche però che, fino ad alcuni decenni orsono, nessun serio tentativo di valutazione e di valorizzazione dei vegetali marini costieri era stato affrontato dai ricercatori del nostro paese. Successivamen-

Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli, 80070 Ischia Porto (Napoli).

te, dietro anche la spinta di individuare fonti alternative di proteine alimentari (la cui carenza è attualmente di oltre tre milioni di tonnellate annue) anche in Italia l'impegno di ricerca si è andato orientando in questo senso, anche e soprattutto ad opera dei Programmi Finalizzati del Consiglio Nazionale delle Ricerche decollati negli anni settanta.

A livello conoscitivo comunque, già negli anni sessanta, si possono trovare ricerche miranti ad individuare, in alghe ed in fanerogame marine, sostanze da impiegare per usi alimentari e per usi farmaceuti o cosmetici o come fertilizzanti , nonchè a mettere a punto le migliori tecniche di estrazione di tali sostanze (BALDISSERA NORDIO *et al.*, 1967; BERTI *et al.*, 1963; BRUNI e COASSINI LOKAR, 1968; CERMA, 1968; CERMA e CAPPELLO, 1965).

Attualmente le linee di ricerca che vengono perseguite riguardano soprattutto la valorizzazione di alcune specie mettendo in opera anche colture in zone lagunari. La tipicizzazione dei popolamenti vegetali dei mari italiani era anch'essa già iniziata negli anni sessanta con particolare riguardo alla estensione ed alla composizione specifica delle associazioni algali e fanerogamiche del medio e basso Tirreno ed anche del medio ed alto Adriatico (GIACCONE, 1969; PIGNATTI, 1962; SOLAZZI, 1966).

I dati più recenti sulle ricerche in corso sono quelli riferiti da SORTINO (1979), secondo il quale, sono risultate di notevole interesse e suscettibili di sfruttamento industriale le seguenti specie: *Ruppia maritima* L., tra le fanerogame, *Dunaliella salina* Teod., *Spirulina subsalsa* Oersted, *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf., *Gracilaria heteroclada* J. et G. Feld., *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamour., *Cystoseira crinita* Bory e *Dictyopteris membranacea* (Stack.) Batters tra le alghe. *Ruppia* risulta molto abbondante nelle lagune artificiali della provincia di Trapani e su di essa sono stati effettuati studi sulla composizione chimica, sulla appetibilità e digeribilità da parte di animali da allevamento. Sembra inoltre confermato che sia senz'altro possibile un suo sfruttamento industriale, almeno secondo i dati raccolti sul ciclo di sviluppo, sulla riproduzione artificiale e sulle tecniche di raccolta. Ceppi di *Dunaliella* e di *Spirulina,* prelevati in ambienti lagunari sono stati saggiati per quanto riguarda le esigenze ecologiche in vista di un loro massimo allevamento in campo da utilizzare quali alimenti per *Artemia salina* a sua volta impiegata in avanotteria. *Gracilaria verrucosa* presente in forma massiccia nelle lagune del trapanese (così pure nelle lagune costiere del centro e del nord-Italia) e *Gracilaria heteroclada* proveniente da popolamenti della costa meridionale della Sicilia, sono state coltivate nelle saline e saggiate per quanto riguarda i ritmi di accrescimento e le rese di sostanze pregiate (soprattutto agar). *Caulerpa prolifera,* saggiata per la mangimistica zootecnica, dove ha mostrato buo-

ne qualità, è risultata particolarmente abbondante, con estesi popolamenti naturali, nello stagnone di Marsala.

Cystoseira crinita e *Dictyopteris membranacea* sono risultate le uniche specie, di indubbio interesse per la floricoltura pregiata, i cui popolamenti naturali si prestano ad una raccolta diretta ed interessante dal punto di vista economico, per lo meno lungo alcune coste siciliane.

In ogni caso, ed è questa la conclusione a cui siamo arrivati analizzando oggettivamente i dati fin ad ora disponibili, lo sfruttamento dei vegetali marini delle coste italiane, a parte casi estremamente rari, rappresenta una operazione del tutto priva di interesse economico agli attuali rapporti tra costi di raccolta e ricavi dal prodotto ottenuto.

La soluzione più razionale, ed è questo il punto su cui conviene soffermarsi, è di rivolgere la maggior parte degli sforzi nella valorizzazione degli stocks presenti nelle zone lagunari costiere, naturali o artificiali che siano. Qui, come abbiamo visto, esistono le risorse più abbondanti che, opportunamente sfruttate sia favorendone lo sviluppo che impiantando sistemi di coltura adeguati alle condizioni ambientali ed introducendovi anche specie provenienti da popolamenti costieri, consentiranno di sfruttare in maniera razionale ed adeguata il patrimonio vegetale marino di cui disponiamo.

LETTERATURA CITATA

BALDISSERA NORDIO C., GALLARATI SCOTTI G., RIGONI M. (1967) - Valore nutritivo e possibilità di utilizzazione zootecnica di *Posidonia oceanica. Atti Conv. Naz. Attività subacquee,* **1**, 21-28.

BERTI T., FASSINA G., PIGNATTI S. (1963) - Attività antimicrobica di alghe della costa veneta. *Giorn. Bot. Ital.,* **70**, 609-612.

BRUNI G., COASSINI LOKAR L. (1968) - Sullo sfruttamento delle risorse del fondo marino. L'agar e gli agaroidi delle alghe rosse. *Pubbl. Facoltà di Economia e Commercio, Univ. di Trieste, Istituto di Merceologia,* Pubbl. n. **42**.

CERMA E. (1968) - Sfruttamento delle risorse del fondo marino. L'acido alginico e gli alginati delle alghe brune. *Boll. Soc. Adr. Sc.,* **56**, 97-108.

CERMA E., CAPPELLO M. (1965) - Il contenuto in acidi grassi di alcune alghe marine e *Zostera. Quad. Merceol.,* **4**, 2.

GIACCONE G. (1969) - Raccolte di fitobenthos sulla banchina continentale italiana. *Giorn. Bot. Ital.,* **103**, 485-514.

PIGNATTI S. (1962) - Associazione di alghe marine sulla costa veneziana. *Mem. Istituto Ven. Sc. Lett. Arti di Venezia,* **32**, 3.

SOLAZZI A. (1966) - Studio ecologico sulla vegetazione algale (macrofite) della riviera del M. Conero (Ancona). *Mem. Biogeogr. Adriatica,* **7**, 159-192.

SORTINO M. (1979) - Ricerche sulla valutazione e valorizzazione dei vegetali marini. *Atti I Convegno Naz. Progetto Finalizzato CNR « Oceanografia e Fondi marini »,* Roma, marzo 1979.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. Cavallini, F. Paesanti

NOTA SUL CICLO ANNUALE DELLE CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E DELLA CONCENTRAZIONE IN CLOROFILLA-A FITOPLANCTONICA DELLA SACCA DEGLI SCARDOVARI (DELTA DEL PO) (*)

Riassunto — Dal marzo 1978 all'aprile 1979 abbiamo rilevato nelle acque di superficie e di fondo della Sacca degli Scardovari (Delta del Po) i principali parametri chimicofisici e le concentrazioni di clorofilla-a fitoplanctonica. Abbiamo messo in evidenza come le diverse zone della sacca risentano in modo differente degli apporti dei rami del Po e dei flussi di marea. La zona Sud, più vicina alla bocca a mare, è risultata più variabile per molti parametri chimico-fisici e più povera di biomassa fitoplanctonica della zona Nord, eutrofica ed a lento ricambio idrico.

Abstract — *Notes on seasonal fluctuations of hydrological characteristics and phytoplankton chlorophyll-a in the Sacca degli Scardovari* (*Po River Delta*). From march 1978 to April 1979, 11 chemical parameters of the water were determined in the Sacca degli Scardovari, an embayment of the Po River Delta. The results allow to recognize two distinct zones: a suthern one, more exposed to tidal streams and fresh water inflows, shows a strong hydrological variability and low concentrations of phytoplankton chlorophyll-a and a more sheltered northern one, with a weak water renewal and constant salinity, in which high phytoplankton biomasses are recorded.

Key words — Brackish lagoon, nutrients, chlorophyll-a, seasonal fluctuations.

La Sacca degli Scardovari è una laguna aperta a Sud verso il mare, situata nel Delta del Po; la sua superficie è circa 30 km^2 e la profondità media 2 metri. Due idrovore vi versano, nella zona Nord, acque reflue da terreni agrari e perciò presumibilmente ricche di fertilizzanti. Dal marzo 1978 all'aprile 1979 abbiamo rilevato in 8 punti della sacca i principali parametri chimico-fisici e le concentrazioni di clorofilla-a fitoplanctonica delle acque di superficie e di fondo, con periodicità quindicinale da marzo a novembre e successivamente mensile. La similarità delle stazioni è stata misurata in termini di distanza di Mahalanobis (Poole, 1974) basandoci su 11 parametri (temperatura, salinità, alcalinità, pH, clorofilla-a, feopigmenti, O.D., ortofosfati, nitrati, nitriti, silice reattiva). Sulla matrice delle distanze abbiamo effettuato l'analisi a *cluster* con il metodo UPGMA (Sneath e Sokal, 1973). Dal dendrogramma si sono individuati 3 *clusters* che corrispondono a 3 zone differenti: una formata dalle due stazioni localizzate a Sud in prossimità della bocca a mare maggiormente influenza-

Istituto di Zoologia dell'Università, via L. Borsari 46, 44100 Ferrara.
(*) Ricerca effettuata nell'ambito del P.F. « Oceanografia e Fondi marini » del CNR (Contratto N. 78.01035).

te dalle maree e più vicine ai rami del Po, un'altra formata dalle tre centrali e l'ultima, a lento ricambio idrico, dalle tre site a Nord.

La salinità nella zona Sud è variata, spesso bruscamente, in un ampio intervallo (8‰ - 32‰); la maggior parte dei valori determinati nella zona Nord è invece compresa tra il 15‰ ed il 25‰. In febbraio, poco dopo il periodo di maggiore attività delle idrovore (dicembre '78, gennaio e febbraio '79), la salinità è rapidamente diminuita dovunque (10‰). L'andamento delle concentrazioni di clorofilla-a (fig. 1) è stato abbastan-

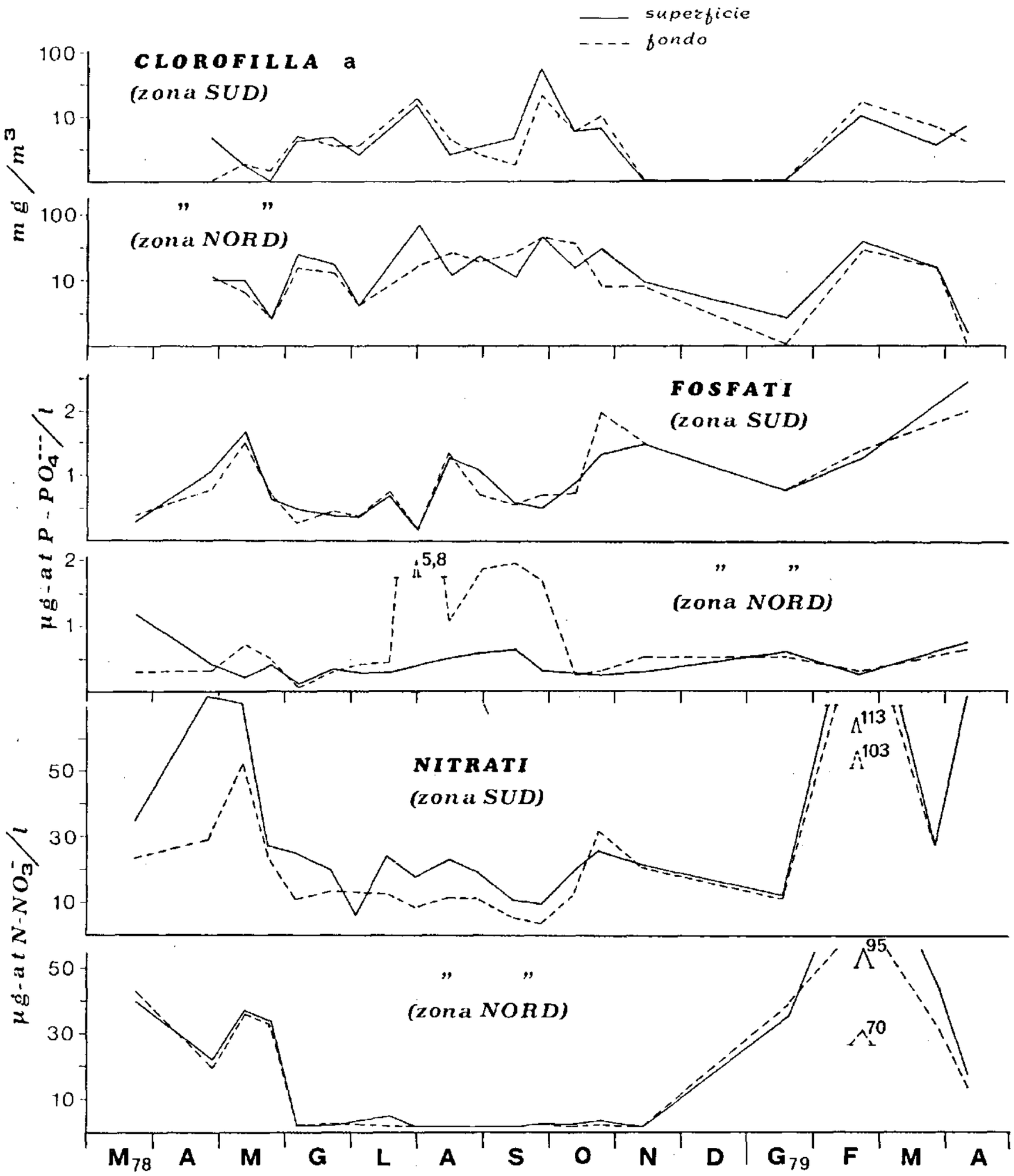


Fig. 1 - Andamenti di alcuni parametri nelle zone Sud e Nord.

za simile nell'area meridionale ed in quella settentrionale; in questa ultima le concentrazioni sono costantemente più elevate e le medie sono rispettivamente di 6,5 e 17,1 mg/m^3. I valori più alti li abbiamo osservati in agosto, settembre e febbraio. Le concentrazioni di fosfati (fig. 1) nella zona Sud sono variate, con andamento alquanto irregolare, in un intervallo abbastanza ampio (0,15 - 2,09 μg-at/l). Nelle acque della zona Nord raramente abbiamo trovato concentrazioni superiori ai 0,5 μg-at/l se si escludono gli alti valori trovati nelle acque più profonde nei mesi di luglio, agosto e settembre. L'andamento delle concentrazioni di nitrati (fig. 1) è stato molto simile nelle due zone; esse sono state costantemente maggiori nella zona Sud. Le medie annuali sono rispettivamente di 28,3 e 15,5 μg-at/l. Nella zona centrale della sacca gli andamenti dei vari parametri sono risultati intermedi a quelli descritti.

Correlazioni tra i dati medi dei vari parametri delle stazioni dei 3 *clusters* contro le portate del Po hanno evidenziato una correlazione negativa altamente significativa per la salinità e positiva per i silicati; per gli altri non sono significative. Le correlazioni contro lo scarico delle idrovore sono positive e significative per silicati, nitrati e nitriti e per gli altri non significative.

I parametri chimici delle acque sono risultati distribuiti regolarmente secondo un gradiente Sud-Nord dalla bocca a mare alla parte più interna della sacca. La zona meridionale sopporta costantemente una minore biomassa algale rispetto a quella settentrionale. Le concentrazioni dei nutrienti sono elevate in inverno ed in primavera e basse, soprattutto nella zona Nord, durante il periodo di crescita estivo-autunnale del fitoplancton. Il rifornimento di nutrienti algali è assicurato alla sacca da tre entrate: dalla bocca a mare, dallo scarico delle idrovore e dal riciclo dei materiali organici di cui è particolarmente ricco il sedimento della zona settentrionale (CEVIDALLI e CECCHERELLI, 1978). Le alte concentrazioni di fosfati solubili osservate nelle acque profonde della zona Nord in alcuni campioni estivi permettono di sottolineare questa via di recupero.

LETTERATURA CITATA

CEVIDALLI F., CECCHERELLI V. U. (1978) - Osservazioni preliminari sulla bionomia dei popolamenti meiobentonici della Sacca degli Scardovari (Delta del Po), con particolare riferimento ai Nematodi ed ai Copepodi. *Atti X Congresso S.I.B.M., Ancona; Quad. Lab. Tecnol. Pesca* (in stampa).

POOLE W. R. (1974) - An introduction to quantitative ecology. International Student edition, 532 pp.

SNEATH P. H. A., SOKAL R. R. (1973) - Numerical Taxonomy. Freeman and Company, 573 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C. Tolomio, M. Marzocchi, A. Solazzi, F. Cavolo. C. Salafia

POPOLAMENTI FITOPLANCTONICI IN UNA STAZIONE ANTISTANTE IL DELTA DEL PO (*)

Riassunto — Vengono riportati i risultati di una campagna di studi fitoplanctonici e idrologici effettuati, dal marzo all'ottobre 1978, in una stazione costiera di fronte al Delta del Po. Oltre all'analisi quali-quantitativa del fitoplancton sono stati esaminati a più livelli i seguenti parametri: trasparenza, luce, temperatura, clorinità, ossigeno disciolto, pH, azoto nitroso e nitrico, ortofosforo, silicio. La ricerca ha consentito di evidenziare l'eterogeneità della massa d'acqua e delle fitocenosi planctoniche. L'influenza delle acque continentali è in rapporto diretto con la portata del fiume: infatti esiste una certa correlazione tra questa e la intensità delle modificazioni provocate da tali apporti.

Abstract — *Phytoplankton in a station in front of the Po River Delta.* The results of phytoplanktonic and hydrologic studies in a sea station in front of the Po River Delta, which have been carried out from March to October 1978, are reported. Besides quali-quantitative analysis of phytoplankton, the following parameters at different levels were checked: transparence, light, temperature, chlorinity, dissolved oxygen, pH, nitrites, nitrates, orthophosphates and silicates. In the present work the heterogeneity both in water body and in phytoplankton has been pointed out. The influence of continental waters is directly correlated with the river flow, as the latter seems to influence proportionally the parameters cited above.

Key words — Phytoplankton, Po river Delta.

Il lavoro in esteso verrà pubblicato in *Nuova Thalassia.*

Istituto di Botanica e Fisiologia Vegetale dell'Università, Padova.
(*) Ricerche effettuate con il contributo CNR.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C. Tolomio, F. Cavolo, P. Favero, M. Marzocchi, A. Solazzi

DELTA DEL PO. II. RICERCHE FITOPLANCTONICHE E IDROLOGICHE NELLA SACCA DEL CANARIN (novembre 1977 - ottobre 1978)

Riassunto — Dal novembre 1977 all'ottobre 1978 sono proseguite le ricerche fitoplanctoniche e fisico-chimiche intraprese alla fine del 1976 in un piccolo bacino lagunare situato nell'area deltizia del fiume Po (Sacca del Canarin). I risultati hanno confermato che il forte idrodinamismo legato alle correnti di marea e alla portata fluviale causa una grande variabilità spaziale e temporale nelle caratteristiche ambientali di cui il fitoplancton risente in modo considerevole, anche se non sempre immediato. I popolamenti fitoplanctonici risultano in buona parte costituiti da forme neritiche a buon adattamento e, limitatamente ad alcuni prelievi, anche da forme oligoaline di origine continentale.

Abstract — *Po River Delta. II. Phytoplanktonic and hydrologic researches at the Sacca del Canarin* (*november 1977 - October 1978*). The research work on phytoplanktonic and physical-chemical characteristics of a small lagoon in the Po River Delta (Sacca del Canarin), started in the last months of 1976, was extended from November 1977 to October 1978. The large spatial and temporal variations, caused by tide and river flows, which affect markedly phytoplankton, even if not immediately, has been emphasized. Phytoplankton populations are mainly constituted by neritic and euryecious species and, limitedly to some samples, also oligohaline species of continental origin.

Key words — Phytoplankton, hydrology, Po river Delta.

Il lavoro in extenso verrà pubblicato in *Nuova Thalassia.*

Istituto di Botanica e Fisiologia Vegetale dell'Università, Padova.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M.G. Mazzocchi, I. Ferrari

VARIAZIONI A LUNGO E A BREVE TERMINE DELLO ZOOPLANCTON NELLA SACCA DEL CANARIN (DELTA DEL PO)

Riassunto — Lo zooplancton della Sacca del Canarin, una laguna del delta padano, è caratterizzato da basse densità in inverno e, generalmente, nei periodi di alta portata del fiume. In sacca le densità zooplanctoniche sono assai più contenute che nel mare antistante. Le variazioni a breve termine della composizione dello zooplancton in laguna sono in parte legate ai ritmi di marea. A marea decrescente sono dominanti i naupli di Cirripedi, che rappresentano gran parte dello zooplancton autoctono della sacca; a marea crescente presentano massimi di densità i Tunicati, i Copepodi e Cladoceri neritici e le larve di Policheti, Molluschi e Decapodi.

Abstract — *Long-term and short-term variations in zooplankton samples of Sacca del Canarin* (*Po River Delta*). Zooplankton of Sacca del Canarin, a lagoon of the Po River Delta, shows low density values during winter and, generally, during periods of high water flow of the river. Zooplankton density in lagoon is much lower than in the nearshore marine environment. Short-term variations of zooplankton composition appear related to the tidal fluctuations. At ebb tide Cirripedia nauplii, which represent the more important component of the autochthonous zooplankton in the lagoon, are dominant; at flood tide Tunicata, neritic Copepoda and Cladocera, and larvae of Polychaeta, Mollusca and Decapoda are at their maximum density.

Key words — Brackish lagoons, tide, zooplankton.

La Sacca del Canarin è una laguna salmastra situata tra i rami di Pila e di Tolle nel Delta del Po. Nel corso del 1978 è stata condotta una campagna di campionamenti al fine di studiare l'influenza dei fattori idrodinamici sulle variazioni di struttura dello zooplancton nella sacca. Prelievi mensili sono stati effettuati in diverse stazioni da gennaio ad ottobre; da marzo a maggio sono stati raccolti campioni anche in mare, a circa due miglia dalla linea di costa; in data 20 e 21 giugno e 20 e 21 luglio sono stati effettuati, inoltre, nell'arco di 24 ore, prelievi a breve termine in due stazioni (centro sacca e bocca a mare); in ciascuna di queste sono stati raccolti, a intervalli di tre ore, due distinti campioni, uno in superficie e uno in profondità. Sono stati adottati metodi di campionamento quantitativo con pompa e con bottiglia di Ruttner.

L'analisi delle serie di pescate mensili ha evidenziato un andamento stagionale delle densità complessive dello zooplancton caratterizzato da una netta depressione invernale; densità piuttosto contenute si hanno anche in primavera e in estate nei periodi di alta portata del Po. Le com-

Istituto di Zoologia dell'Università, strada dell'Università 12, 43100 Parma.

ponenti zooplanctoniche numericamente più importanti sono rappresentate da Rotiferi, dulcicoli e salmastri, di cui sono state identificate almeno 26 specie, e da naupli di Cirripedi. Nella stazione a mare c'è una rilevante presenza di Copepodi marini, *Acartia clausi* e *Oithona nana* in particolare. I Cladoceri neritici, soprattutto *Podon polyphemoides* e *Penilia avirostris,* sono discretamente abbondanti, sia in sacca che sulla bocca a mare, da giugno a ottobre. Il meroplancton, oltre alle larve di Cirripedi, il gruppo più importante dello zooplancton proprio della sacca, comprende anche larve di Policheti, di Molluschi e di Decapodi, presenti saltuariamente con modeste abbondanze. La forte variabilità stagionale delle densità dei vari gruppi sistematici è dovuta anche al fatto che i prelievi mensili non sono sempre stati effettuati alla stessa fase di marea. Al largo della costa si hanno densità molto più alte che in sacca, soprattutto per alcuni gruppi neritici come Copepodi e Tunicati (tab. 1).

	9-III-1978			20-IV-1978			16-V-1978		
	St. C	St. M	St. A	St. C	St. M	St. A	St. C	St. M	St. A
ROTIFERI	-	-	76	318	91	-	515	859	-
CLADOCERI DULCICOLI	-	-	-	45	15	-	121	25	-
COPEPODI DULCICOLI	-	-	-	15	15	-	106	25	-
NAUPLII COPEPODI	8	15	29508	61	455	1136	15	227	379
COPEPODI SALMASTRI	-	-	-	-	15	47	-	25	-
LARVE CIRRIPEDI	-	-	189	-	2061	379	652	1515	76
LARVE POLICHETI	-	15	152	-	30	-	-	379	76
LARVE MOLLUSCHI	-	-	227	-	61	521	-	101	265
CLADOCERI MARINI	-	-	-	-	30	95	-	-	341
COPEPODI MARINI	-	15	18371	15	1333	4025	-	379	5227
TUNICATI	-	-	38	-	-	47	-	-	76
ALTRI GRUPPI	-	15	-	15	45	47	-	-	38
TOTALE	8	60	48561	469	4151	6297	1409	3535	6478

TABELLA 1 - Densità zooplanctoniche (ind./m^3) nei campioni raccolti in superficie in centro sacca (St. C), sulla bocca a mare (St. M) e in mare a due miglia dalla costa (St. A).

I cicli di prelievi nictemerali sono stati effettuati a marea sizigiale e in condizioni idrologiche differenti; in giugno la portata del Po era molto più alta che in luglio; la salinità sul fondo, rilevata nelle stesse ore di prelievo dello zooplancton, nelle due stazioni variava dall'1 al 17‰ in giugno, dal 5 al 28‰ in luglio. I dati di densità e composizione dei popolamenti nelle serie di campioni raccolti durante i due cicli sono riportati

in Tabella 2. Copepodi marini, larve di Molluschi e di Policheti e Appendicolarie presentano andamenti spazio-temporali delle densità sostanzialmente analoghi: sono in aumento da giugno a luglio; sono più abbondanti

	GIUGNO				LUGLIO			
	St. C		St. M		St. C		St. M	
	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.
ROTIFERI	263	733	546	532	511	1107	1156	2482
CLADOCERI DULCICOLI	27	37	64	92	23	7	77	202
COPEPODI DULCICOLI	27	73	74	110	50	121	85	110
NAUPLII COPEPODI	34	4180	183	4015	173	4829	1020	9643
COPEPODI SALMASTRI	49	128	66	55	86	304	177	363
LARVE CIRRIPEDI	2920	6508	3845	5738	2050	2798	2925	2669
LARVE POLICHETI	10	367	118	1742	40	939	138	2442
LARVE DECAPODI	12	37	27	73	119	95	250	132
LARVE MOLLUSCHI	3	147	44	587	26	546	418	2112
CLADOCERI MARINI	232	605	668	1100	87	275	280	356
COPEPODI MARINI	37	1192	602	3942	88	1394	465	3366
TUNICATI	-	37	10	293	148	224	264	2442
ALTRI GRUPPI	35	110	56	238	32	194	45	330
TOTALE	3649	14154	6303	18517	3433	12833	7300	26649

TABELLA 2 - Densità medie (ind./m^3) dello zooplancton nei campioni raccolti durante i cicli del 20-21 giugno e del 20-21 luglio 1978 in centro sacca (St. C) e sulla bocca a mare (St. M).

						20-VII	21-VII		
ore	8.30	11.30	14.30	17.30	20	22.30	2	5	8
marea	cresc.	cresc.	decr.	bassa	cresc.	cresc.	decr.	decr.	cresc.
ROTIFERI	492	265	133	38	95	151	133	795	8301
CLADOCERI DULCICOLI	76	38	-	19	-	-	19	303	242
COPEPODI DULCICOLI	38	-	-	-	19	38	38	454	182
NAUPLII COPEPODI	492	3560	341	38	284	435	208	492	3332
COPEPODI SALMASTRI	417	114	38	-	114	398	114	38	364
LARVE CIRRIPEDI	114	151	1250	549	492	398	14248	8028	1091
LARVE POLICHETI	151	151	57	-	76	57	114	151	485
LARVE DECAPODI	-	38	19	19	-	1969	170	38	-
LARVE MOLLUSCHI	1212	985	170	19	189	57	19	76	1030
CLADOCERI MARINI	417	1060	76	38	76	246	133	227	242
COPEPODI MARINI	454	2158	265	19	38	246	189	454	364
TUNICATI	-	985	-	-	-	-	19	38	1333
ALTRI GRUPPI	-	189	38	38	-	38	38	-	61
TOTALE	3863	9694	2386	776	1382	4033	15441	11095	17025

TABELLA 3 - Densità zooplanctoniche (ind./m^3) nei campioni raccolti con pompa in superficie, nella stazione sulla bocca a mare, il 20 e 21 luglio 1978.

sulla bocca a mare che in centro sacca; presentano una netta stratificazione sulla verticale, con forti addensamenti negli strati d'acqua più profondi. Larve di Cirripedi e Cladoceri marini hanno invece densità più alte in giugno che in luglio, con una tendenza assai meno netta a un insediamento preferenziale nelle acque a maggiore salinità. Le variazioni a breve termine della composizione dello zooplancton sono in evidente rapporto con i ritmi di marea. Durante il ciclo di luglio, ad esempio, nella stazione sulla bocca a mare, in superficie, a marea decrescente e a bassa marea sono dominanti i naupli di Cirripedi; a marea crescente si hanno i massimi di densità per i gruppi oloplanctonici neritici (Copepodi, Cladoceri e Tunicati) e per le larve di Policheti, di Molluschi e di Decapodi (tab. 3).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

S. Fonda Umani, M. Specchi

DATI QUANTITATIVI SULLO ZOOPLANCTON RACCOLTO PRESSO LE DUE BOCCHE PRINCIPALI DELLA LAGUNA DI GRADO (ALTO ADRIATICO) (*)

Riassunto — Vengono riportati i dati quantitativi riferiti alla biomassa dei Cladoceri e dei Copepodi, frazione meglio rappresentata nel plancton, rilevati a marea entrante e a marea uscente attraverso le due « bocche » che collegano il mare con la laguna di Grado. Viene discussa brevemente l'influenza vivificante del mare e la possibilità che nella laguna si sviluppino specie di cui la laguna stessa sarebbe un centro di diffusione.

Abstract — *Quantitative data on the zooplankton collected at the two most important mouths of the lagoon of Grado* (*Northern Adriatic*). We report the quantitative data about the biomass of the most representative Cladocerans and Copepods in the plankton taken with the entering and going out tide through the mouths which link the sea with the lagoon of Grado. We discuss shortly the vivifying influence of the sea and the possibility that in the lagoon takes places the development of some species for which the lagoon could be a center of spreading.

Key words — Zooplancton, biomass, lagoon.

Le comunità zooplanctoniche del Golfo di Trieste vengono studiate da molti anni sia da un punto di vista qualitativo sia quantitativo; solo dal 1978 è stato preso in considerazione anche l'ambiente delle lagune di Grado e di Marano, strettamente connesse con le acque del Golfo di Trieste non solo dal punto di vista idrologico, perché con queste esse comunicano attraverso ampie bocche, ma anche sotto il profilo biologico. Infatti vi sono fra mare e lagune scambi di fito- e zooplancton e di detrito organico ed inorganico. La laguna sembra essere un serbatoio per alcune specie planctoniche largamente euriterme ed eurialine, che nella laguna troverebbero condizioni ottimali di sviluppo e per le quali essa sarebbe il centro di diffusione. Ben nota è inoltre l'importanza dell'ambiente lagunare per molte specie di pesci.

Molti Autori tra cui Imhof (1891), Carazzi e Grandori (1912), Ranzoli (1951) e Comaschi *et al.* (1969, 1971, 1972, 1975, 1976 e 1978) hanno discusso sull'apporto vivificante del mare. In generale, per quanto riguarda la laguna veneta, sembra che il suo arricchimento da parte del mare sia quasi costante.

Istituto di Zoologia ed Anatomia comparata dell'Università, via A. Valerio 32, Trieste.

(*) Ricerca effettuata con il contributo CNR, P.F. « Oceanografia e Fondi marini ».

Sono qui riassunti i risultati relativi a due anni di ricerche che sono state fatte presso le due « bocche » principali della laguna di Grado, per verificare le ipotesi di cui si è fatto cenno sull'apporto vivificante del mare e sul ruolo delle lagune quali centri di diffusione di specie planctoniche.

Le due bocche prese in considerazione sono quella di Primero, posta a sud-ovest della foce dell'Isonzo e la bocca di Grado, posta in prossimità dell'omonima cittadina. In tutte e due le bocche la velocità della corrente a marea entrante e a marea uscente è particolarmente sensibile. Alla bocca di Primero la salinità dell'acqua è notevolmente influenzata dalla vicinanza della foce del fiume Isonzo.

Le raccolte di plancton sono state fatte dal gennaio 1978 al dicembre 1979, con frequenza quindicinale, mediante rete modello Bongo 2 con reti di 236μ e 335μ di vuoto di maglia. La rete munita di flussometro veniva calata nel filo della corrente a marea entrante e a marea uscente.

Per la grande quantità di detrito organico ed inorganico in sospensione, e quindi per l'impossibilità di separare la componente planctonica da quella sestonica, si è pensato di esprimere la biomassa planctonica in funzione della sua componente più consistente e cioè i Copepodi e i Cladoceri. Per fare ciò sono stati calcolati i pesi secchi di alcune specie, tra le meglio rappresentate. Il metodo usato è stato descritto in un precedente lavoro (FONDA UMANI *et al.*, 1979). I risultati ottenuti sono riportati nella tabella che segue:

Penilia avirostris	0.0012	*Podon polyphemoides*	0.0016
Podon intermedius	0.0054	*Evadne spinifera*	0.0018
Evadne nordmanni	0.0016	*Evadne tergestina*	0.0017
Calanus helgolandicus	0.0710	*Paracalanus parvus*	0.0031
Pseudocalanus elong.	0.0049	*Ctenocalanus vanus*	0.0048
Clausocalanus sp.	0.0045	*Temora* sp.	0.0071
Centropages typicus	0.0192	*Oithona* sp.	0.0021
Acartia clausi	0.0046	*Oncaea* sp.	0.0021

(peso espresso in mg)

In ambedue le stazioni di Grado e di Primero, il plancton è composto essenzialmente da Copepodi, sempre prevalenti tranne che nei mesi estivi, in cui i Cladoceri — segnatamente *Penilia avirostris* — prendono il sopravvento. In alcuni casi sono percentualmente ben rappresentate anche le larve, soprattutto quelle di Molluschi e in altri, come nel dicembre 1979,

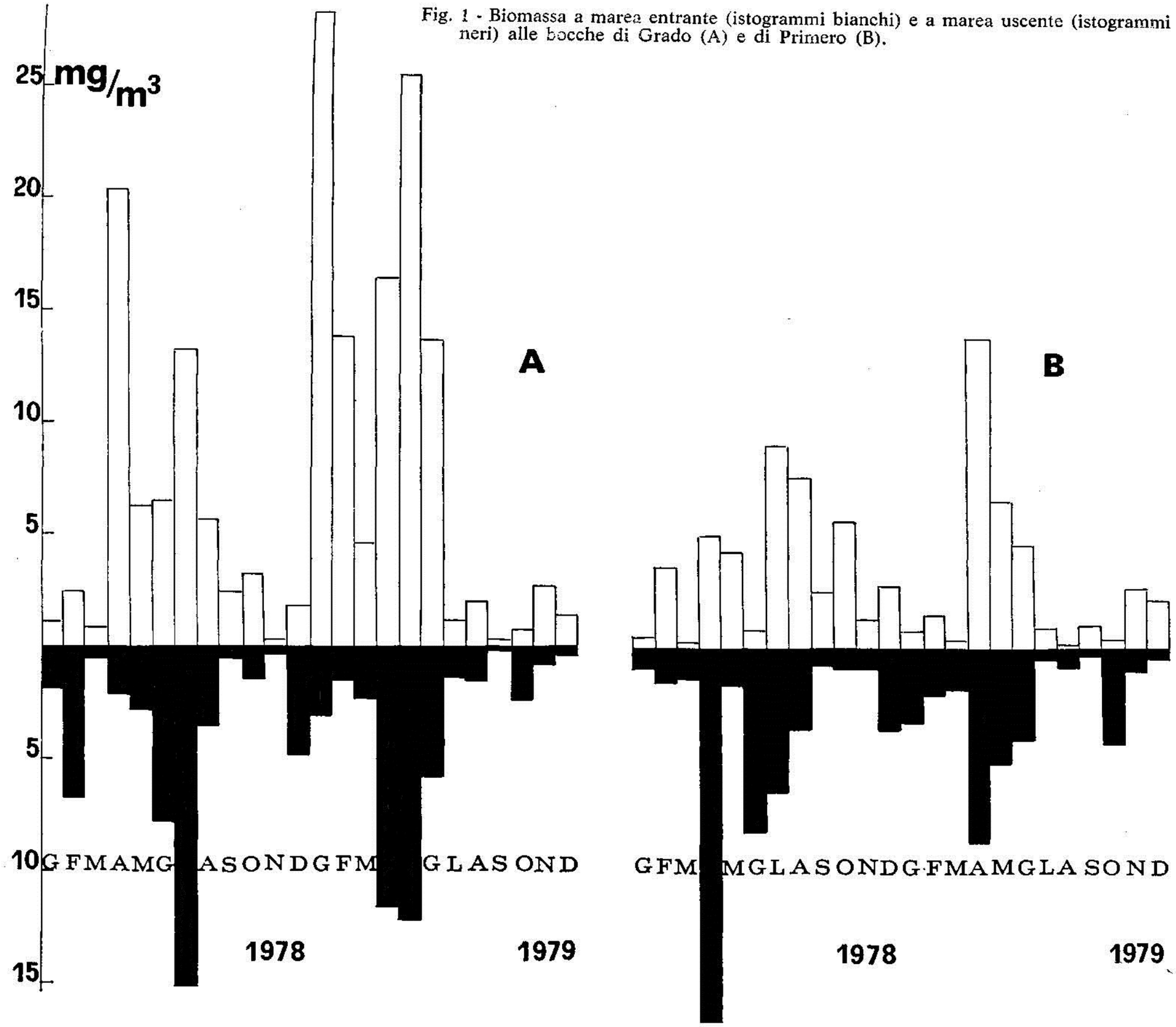


Fig. 1 - Biomassa a marea entrante (istogrammi bianchi) e a marea uscente (istogrammi neri) alle bocche di Grado (A) e di Primero (B).

prevalse di gran lunga il Dinoflagellato *Noctiluca miliaris*. Non sono state notate sostanziali differenze nella composizione media del plancton nelle due stazioni studiate.

Le differenze tra la biomassa del plancton, raccolta a marea entrante e a marea uscente, sono abbastanza sensibili. In ambedue i casi, sia a Primero che a Grado, non sempre la biomassa di Copepodi e di Cladoceri a marea entrante supera quella del plancton raccolto a marea uscente. Esistono cioè dei casi in cui la biomassa a marea uscente è più consistente di quella a marea entrante e questo in contrasto con quanto affermato dai vari autori che si sono occupati dello stesso problema nella laguna veneta. Queste differenze, riscontrate per due anni consecutivi, possono essere dovute alla diversa composizione del plancton che entra e che esce; quando la quantità in uscita è maggiore ciò può essere dovuto alla presenza di specie che in laguna hanno un alto grado di sviluppo. Un altro dato che sembra abbastanza interessante è il valore più alto della biomassa di Copepodi e di Cladoceri riscontrato alla bocca di Grado rispetto a quella di Primero. Ciò può essere spiegato considerando la severa selezione che il plancton marino e lagunare subiscono in un ambiente fortemente diluito dalle acque dell'Isonzo quale appunto quello della bocca di Primero. Le differenze riscontrate tra il plancton in entrata e in uscita possono anche essere determinate da condizioni favorevoli alla formazione di sciami che si verificano saltuariamente in rapporto con l'intensità della marea e con le diverse condizioni meteomarine.

LETTERATURA CITATA

CARAZZI D., GRANDORI R. (1912) - Ricerche sul plancton della Laguna Veneta. Soc. Coop. tipogr. Padova, 1-38.

COMASCHI A. (1972) - Studio sulla biomassa zooplanctonica nella Laguna di Venezia. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti,* **130**, 117-146.

COMASCHI A., FRANCO P., VOLTOLINA D. (1969) - Osservazioni sullo zooplancton nel porto-canale di Malamocco. Nota preliminare. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti,* **127**, 291-299.

COMASCHI SCARAMUZZA A. (1975) - I Cladoceri nel porto-canale di Malamocco. Dicembre 1969-Novembre 1970. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti,* **133**, 57-75.

COMASCHI SCARAMUZZA A. (1976) - Studio sulla biomassa zooplanctonica nella Laguna di Venezia. III. Dicembre 1969-Dicembre 1970. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti,* **134**, 47-73.

COMASCHI SCARAMUZZA A. (1978) - Osservazioni qualitative sullo zooplancton nella Laguna di Venezia. Novembre 1971-Novembre 1972. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti,* **136**, 13-31.

D'ANCONA U., FAGANELLI A., RANZOLI F. (1951) - Il trofismo della Laguna Veneta e la vivificazione marina. *Atti Soc. Int. Limnol. teor. appl.,* **11**, 88-99.

FONDA UMANI S., SPECCHI M., BUDA DANCEVICH M., ZANOLLA F. (1979) - Lo zooplancton raccolto presso le due bocche principali della Laguna di Grado. (Alto Adriatico-Golfo di Trieste). I. Dati quantitativi. *Boll. Soc. Adriatica Sc.*, **63**, 83-95.

FRANCO P., VOLTOLINA D., COMASCHI A. (1971) - Biomassa zooplanctonica nella Laguna di Venezia. I. Giugno 1960-Giugno 1961. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti*, **130**, 1-15.

IMHOF O. E. (1891) - Notizie sulla Fauna pelagica della Laguna di Venezia. *Neptunia*, **1**, 1-4.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C.M. De Angelis

SITUAZIONE E PROSPETTIVE DELL'ACQUACOLTURA LUNGO LE COSTE DELLA TOSCANA

Riassunto — Viene descritto brevemente lo stato attuale di manutenzione, ai fini della pesca, dei tre principali laghi costieri della Toscana: Massaciuccoli, Orbetello e Burano. E' quindi presa in considerazione la possibilità di allevamento di alcune specie ittiche negli ambienti salmastri della Toscana, tenendo conto di quelle che sono le caratteristiche fisiche delle sue acque. La Toscana è una regione che, per la quantità e qualità delle acque, si presta per un loro sfruttamento ai fini dell'acquacoltura intensiva e estensiva purché incentivate entrambe da impianti di riproduzione di specie pregiate. La presenza lungo le coste di impianti termoelettrici fa ritenere possibile lo sfruttamento delle acque di raffreddamento per alcuni tipi di acquacoltura intensiva.

Abstract — *Aquaculture along the Tuscan sea shores*: *situation and perspectives.* The situation of the three main coastal ponds of Tuscany (Massaciuccoli, Orbetello, Burano) in order to fishing is pointed out. The possibility to improve aquaculture along the coastal brackish waters of this region is also considered on the basis of physical conditions of the zone. Either for quality and quantity of water, Tuscany seems to be a region where intensive and extensive acquaculture, increased by artificial reproduction, will have a considerable development.

Key words — Acquaculture, water quality, brackish waters.

Introduzione

La situazione dell'acquacoltura in Toscana è caratterizzata da attività ben distinte. La prima è quella di allevamento di specie d'acque dolci sia per l'alimentazione che per semine di ripopolamento. La seconda è volta alla cattura del pesce novello che risale le foci dei corsi d'acqua; questa attività viene svolta tradizionalmente in numerosi posti, come ad esempio la foce dell'Arno, e ha una notevole organizzazione a livello commerciale, che fa capo a centri di raccolta interessati poi alla vendita del novellame. Le cieche sono il materiale più ricercato e sono vendute perfino per il ripopolamento delle acque lacustri del Garda e degli altri laghi dell'Italia del Nord. La terza attività è la vallicoltura nelle lagune di Burano e Orbetello, dove è condotta con notevole successo. In un terzo lago costiero, quello di Massaciuccoli, lo stato della pesca è invece in quasi totale abbandono. Procedendo da nord a sud troviamo dunque i seguenti bacini:

Stabilimento Ittiogenico, Largo Torrelunga, Brescia.

Il Lago di Massaciuccoli

Più di cento anni addietro il lago di Massaciuccoli comunicava col mare attraverso il canale della Burlamacca e la Fossa delle Quindici e, prima ancora, anche per mezzo di vari fossi detti la Maona, Malfante, Le Venti; riceveva invece acqua dolce da un certo rio Chiesa. Viene considerato un bacino un tempo invaso da trasgressione marina, successivamente isolatosi ma ancora comunicante col mare e solo in epoca recente da questo separato, quando le foci si sono interrate quasi completamente. Attualmente, per necessità idrauliche, confluiscono nel bacino una serie di canali e fossi d'acqua dolce.

Dista dal mare 4 Km; ha circa 700 ha di superficie; la profondità media sarebbe di circa 2 m, con un massimo di 4,5 m.

La salinità è bassissima; il tenore in Cl del lago varia da 0,26 a 0,86‰. Questo dato è tuttavia scarsamente indicativo; ben più importante dal punto di vista chimico è infatti la forte prevalenza di carbonati e dunque il fatto che le sue acque abbiano caratteristiche diverse da quelle marine (BRUNELLI e CANNUCCI, 1942).

Nel lago sono presenti varie specie ittiche d'acqua dolce, alcune delle quali sopravvivono numericamente solo in ragione dei ripopolamenti che vengono più o meno regolarmente effettuati. Stando alle statistiche, la pesca dei salmonidi è quasi nulla e quella delle anguille e dei lucci in netta diminuzione, mentre si mantiene abbastanza costante la pesca dei ciprinidi. Questo andamento denota una tendenza evolutiva del lago, che appare oggi in condizioni precarie per il progressivo svilupparsi delle vegetazioni di riva e di fondo.

Sarebbe necessario effettuare uno studio idrobiologico per conoscere l'attuale situazione e si dovrebbero programmare opere di risanamento ai fini di uno sfruttamento razionale delle specie ittiche acclimatabili di valore commerciale.

Lagune di Orbetello

I 2.700 ha di queste lagune sono interamente sfruttati ai fini della vallicoltura. Di salinità variabile tra il 27 ed il 47‰, presentano ottime condizioni per l'acclimatazione e l'accrescimento di varie specie ittiche, tra le quali, quantitativamente, primeggiano le anguille ed i muggini; la produzione delle spigole ed orate è invece piuttosto bassa.

Risolto dall'Amministrazione Comunale il problema degli scarichi fognari urbani che inquinavano la laguna, la sua produzione potrebbe es-

sere incrementata con opportune opere idrauliche il cui alto onere di impresa e manutenzione impone tuttavia una oculata riflessione.

Il caso di Orbetello rientra, a mio avviso, nel quadro di una rivalutazione del patrimonio nazionale, così come lo sono stati i lavori di sistemazione di altre lagune italiane. La manutenzione delle foci ed il ripristino del così detto canale navigabile, la sua eventuale prosecuzione al fine di facilitare gli scambi tra lagune e mare, la stazione di sollevamento delle acque, sono opere di bonifica peschereccia che servirebbero a dare un impulso al comprensorio lagunare la cui ubicazione geografica è straordinariamente felice (COGNETTI *et al.*, 1978a; DE FRAJA FRANGIPANE *et al.*, 1978).

Laguna di Burano

Burano è il più piccolo dei laghi costieri toscani. La foce è interrata e si apre naturalmente solo in seguito a violente mareggiate, nè, d'altra parte, sarebbe possibile tenerla aperta a lungo, dato che il fondo del lago è solo 50 centimetri al di sotto del medio marino.

L'apertura della foce è possibile solo per brevi periodi, mai nei periodi di siccità, quando le maree ed i venti sono propizi e favoriscono la rimonta del novellame.

L'attuale livello delle acque, 1-1,50 m, si mantiene a seguito delle piogge e degli apporti d'acqua dolce che arrivano al lago tramite gli impianti idrovori delle bonifiche di Capalbio e dal laghetto di S. Floriano. La salinità è relativamente alta (4-12‰), soprattutto in ragione dell'infiltrazione di acqua marina attraverso il tombolo che divide il lago dal mare.

I depositi portati dagli immissari, che si accumulano sul fondo e la crescente vegetazione di corona tendono ad invadere la laguna che, priva di una regolare foce a mare e soggetta al pericolo di inquinamento per eventuali scarichi urbani, necessita urgentemente di lavori di sistemazione idraulica.

Il ripopolamento viene fatto anche con semine artificiali di cefali, anguille e spigole.

Tra le specie d'acqua dolce, nelle zone vicine agli apporti della bonifica dove la salinità è più bassa (4-5‰), si pescano lucci, tinche, e persici a fine dilettantistico. La pesca di mestiere viene esercitata attivamente, anche se con risultati mediocri, non superando di molto i 60 Kg per ettaro. Bisogna tuttavia convenire che, considerate le condizioni e lo stato di degradazione ambientale di questo bacino, la produzione di Burano è accettabile, anche se potrebbe essere maggiorata (COGNETTI *et al.*, 1978 b).

Complessivamente la vallicoltura toscana deve considerarsi su di un livello nazionale medio se teniamo presente la superficie acquea in rap-

porto al suo razionale sfruttamento. Ci sono tuttavia i presupposti per portarla ad un rendimento superiore qualora si intraprendessero lavori atti al miglioramento dei bacini, ad un loro razionale sfruttamento, ad una sistemazione idraulica finalizzata allo sviluppo della pesca e dell'acquacoltura valliva.

Prospettive di sviluppo

Quanto al razionale sfruttamento delle altre zone umide costiere toscane, il problema appare di più difficile soluzione. Sorgono infatti questioni di salvaguardia dell'ambiente naturale che vanno considerate nel loro giusto valore. Le coste basse, dove già esistono residui di paludi o fitte canalizzazioni come quelle comprese ad esempio tra l'Arno e il Calambrone, potrebbero essere sfruttate per impianti di acquacoltura salmastra semi od intensiva, con spese ben più modeste di quelle che si fanno, per gli stessi scopi, in altre regioni italiane.

Se consideriamo le temperature medie delle acque delle lagune di Orbetello, si nota che da aprile a novembre, cioè per circa otto mesi all'anno, si mantengono al di sopra dei 15°C e che difficilmente superano anche in piena estate i 28°-30°C.

Le specie tipiche su cui si basa l'acquacoltura salmastra nel bacino mediterraneo sono l'anguilla, i muggini, le spigole e le orate. Queste specie hanno limiti di tolleranza abbastanza ampi ma, come è noto, le temperature ottimali alle quali si nutrono e crescono attivamente variano da minimi di 10°-15°C a massimi di 28°-30°C.

Anguilla anguilla è inattiva, e pertanto non cresce, in acque con temperature inferiori ai 10°C e superiori ai 26°C. Facendo un confronto temperatura dell'acqua - temperatura richiesta al fine di realizzare un accrescimento accelerato, risulta che in Italia centrale solo per circa 4 mesi le condizioni ambientali sono sfavorevoli alla coltura dell'anguilla, mentre per tutto il restante periodo dell'anno sarebbero sufficienti a mantenere un ritmo di nutrizione e di accrescimento normale. Impianti di acquacoltura intensiva potrebbero trovare quindi un'utile collocazione in questa regione. Dove le acque sono stagnanti, sarà necessario progettare impianti di sollevamento per l'immagazzinamento e di canalizzazione per lo scarico, ma ciò accade di norma quando si gestiscono acque a livello marino. In qualche zona, si potrebbe pensare di sfruttare anche i preesistenti impianti idrovori di bonifica, per alimentare vasche di piscicoltura intensiva.

Le esperienze di fecondazione artificiale che vengono portate avanti con successo a Orbetello suggeriscono la realizzazione di impianti di riproduzione per la spigola e/o l'orata, che potrebbero rifornire di pesce novello sia l'intensivo sia la vallicoltura.

Dato il buon punto in cui si trovano gli esperimenti di riproduzione in ambiente controllato cui si accennava è lecito sperare che tra non molto si riesca a tradurre i termini commerciali gli sforzi volti finora alla realizzazione di impianti sperimentali.

Una volta che la riproduzione ed il primo allevamento fosse facilmente realizzabile, anche con mangimi adatti e con una accorta vigilanza sanitaria, un impianto di riproduzione, a fianco ed in collaborazione con i preesistenti centri di raccolta del novellame, potrebbe realmente essere una solida attività atta a rifornire impianti di acquacoltura intensiva e centri di altre regioni.

Utilizzazione di acque calde

In questi ultimi anni è stata presa sempre più in considerazione la possibilità di usare le acque calde reflue delle centrali termoelettriche, per l'allevamento intensivo in ambiente controllato, specialmente durante il periodo invernale, quando le acque superficiali scendono al di sotto di determinati valori termici.

Numerosi esempi si hanno in vari paesi. In Scozia sono stati fatti esperimenti di allevamento su specie marine, quali la passera (*Pleuronectes platessa*) e la sogliola (*Solea solea*); in Inghilterra, con soddisfacenti risultati, sulla trota (*Salmo gairdneri* e *S. trutta*); in America sul pesce gatto (*Ictalurus punctatus*) e su *Homarus;* in Giappone sulla seriola (*Seriola quinqueradiata*) (Sylvester, 1975; Nash e Sylvester, 1975). In Italia, l'ENEL ha impostato attualmente un programma di ricerche sull'uso delle acque di raffreddamento reflue da impianti termoelettrici, per l'allevamento di specie d'acqua dolce.

Nell'ambito di questo programma Bronzi (1979), riportando quanto è stato fatto nel canale di scarico della centrale termoelettrica « La Casella » sul Po (Piacenza), riferisce che l'accrescimento di esemplari di carpa (*Cyprinus carpio*) è stato notevole. Partendo da carpette di un'estate, di 9 g circa, in 14 mesi di allevamento (413 giorni) la media degli esemplari ha raggiunto la taglia di 1.100 g (alcuni anche 2.700 g), con una mortalità del 3,3%, durante il periodo di acclimatazione. Ciò significa che in 24 mesi si è avuto uno sviluppo individuale che, in allevamento non riscaldato, si ha in circa 3 anni.

L'uso di acque calde favorisce dunque nei mesi invernali l'accrescimento di alcune specie ittiche che, quando la temperatura diminuisce al disotto dei 10°C, riducono l'alimentazione e presentano addirittura diminuzione ponderale.

All'uso razionale di acque calde nell'allevamento deve peraltro unirsi una alimentazione artificiale adeguata ed un carico ottimale delle vasche.

Considerato l'andamento del mercato ittico italiano, l'allevamento dell'anguilla dovrebbe rappresentare un ottimo investimento, se verranno superati alcuni problemi tecnici di alimentazione e stabulazione.

Riguardo la stabulazione, bisogna distinguere l'allevamento in gabbie galleggianti e quello in vasche. Entrambi i metodi sono possibili e validi; quello in gabbie evidentemente è più economico non essendo necessario costruire impianti stabili (FORREST, 1976).

Per l'anguillicoltura un impianto di vasche alimentato da acque reflue da acciaieria, è attualmente in funzione a Calvisano (Brescia), con risultati che sembrano commercialmente soddisfacenti.

Diverso è il discorso invece quando si parla di acque di raffreddamento reflue da impianti termonucleari; recenti studi mostrano infatti che minute quantità di ioni radioattivi vengono liberati negli effluenti riscaldati (SYLVESTER, 1975).

Essendo presenti anche in Toscana alcune importanti centrali termoelettriche, sarebbe invece opportuno che pure in questa Regione venisse presa in considerazione la possibilità di usare le acque dell'effluente termico delle centrali per acquacoltura, al fine di facilitare la crescita delle specie di valore commerciale anche durante il periodo in cui le acque risultano scarsamente adatte all'allevamento, a causa della loro bassa temperatura.

Tutte queste iniziative dovrebbero permettere alla Regione, già notoriamente attenta all'evolversi turistico culturale ed economico di una zona altamente produttiva della sua fascia costiera, di promuovere e incrementare un'attività nuova alla quale il futuro promette ampi sviluppi.

LETTERATURA CITATA

BRUNELLI G., CANNICCI G. (1942) - Il lago di Massaciuccoli. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **18**, 5-63.

BRONZI P. (1979) - Esperienze preliminari in Italia di piscicoltura termica mediante gabbie galleggianti. *Riv. Ital. Piscic. Ittiopatol.*, **14**, 4-12.

COGNETTI G., *et alii* (1978a) - Situazione ecologica e ittiocoltura. In: Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle lagune di Orbetello. *Ingegneria ambientale*, **7**, 343-406.

COGNETTI G., DE ANGELIS C.M., ORLANDO E. (1978b) - Situazione ecologica del Lago di Burano (Grosseto). *WWF, Roma, Serie Atti e Studi*, **3**, 23 pp.

DE FRAJA FRANGIPANE G., BRAMBATI A., GIACCONE A., OLIVOTTI R. (1978) - Interventi di risanamento e protezione. In: Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle Lagune di Orbetello. *Ingegneria ambientale*, **7**, 407-452.

FORREST D. M. (1976) - Eel capture, culture, processing and marketing. *Fishing News, Farnham*, 205 pp.

SILVESTER J. R. (1975) - Biological considerations on the use of thermal effluents for finfish aquaculture. *Aquaculture*, **6**, 1-10.

SYLVESTER J.R., NASH C.E. (1975) - Thermal tollerance of eggs and larvae of Hawaian stripped mullet *Mugil cephalus*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **104**, 144-147.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. GIANNINI (*), R. VITALI (**), G. GANDOLFI (*)

STUDIO QUANTITATIVO SUL POPOLAMENTO ITTICO DI UN AMBIENTE SALMASTRO NEL DELTA DEL FIUME PO (SACCA DEL CANARIN)

Riassunto — E' stata effettuata un'indagine quantitativa sulla produzione ittica della Sacca del Canarin, nel Delta del Po. Per i principali attrezzi da pesca impiegati nella zona sono stati controllati il « quantitativo di pescato per unità di sforzo » (CPU) e il « numero di unità di sforzo applicate » (NUS); il valore del pescato totale è stato fornito dal prodotto di questi due parametri. Gli attrezzi più efficaci sono risultati la rete da sbarramento fisso, in autunno, ed il tramaglio, in primavera. Per un ciclo di 10 mesi è stata stimata una produzione di circa 26 kg/ha, alquanto bassa se confrontata con dati di letteratura.

Abstract — *A quantitative study of the fish population of a Po river delta lagoon* (*Sacca del Canarin*). The fish production of a Po river delta lagoon (Sacca del Canarin) was quantitatively studied. For the main local fishing gears, the « catch per unit effort » (CPU) and the « number of unit effort » (NUS) were surveyed; the total catch was estimated by the product of these two parameters. The barrage-net, in autumn, and the trammel, in spring, resulted the most efficient gears. For a 10 months survey, a production of about 26 kg/ha was estimated, a low value in comparison with data from literature about similar sites.

Key words — Brackish-water, production, fishery.

Nell'ambito delle indagini svolte nel Delta del Po in vista dell'entrata in funzione della Centrale Termoelettrica di Porto Tolle sono state svolte, a partire dal 1972, ricerche qualitative sul popolamento ittico della Sacca del Canarin. Allo scopo di stabilire il quadro di riferimento attuale, indispensabile per valutare le eventuali modificazioni che si verificheranno in seguito all'entrata in funzione dell'impianto, si è reso necessario effettuare anche uno studio di tipo quantitativo. A tal fine si è considerato come parametro utile per conoscere la produzione ittica della Sacca la stima del pescato commerciale annuo con i principali tipi di attrezzo normalmente utilizzati nella zona. Ciò può essere realizzato valutando in ambiti spaziali e temporali definiti, da una parte il cosiddetto « quantitativo di pescato per unità di sforzo » (CPU), e dall'altra il « numero di unità di sforzo applicate » (NUS) ed ottenere, dal loro prodotto e sotto certe condizioni, il valore del pescato totale. Alla fine di ciascun anno di indagini

(*) Istituto di Zoologia dell'Università, strada dell'Università, Parma.
(**) Laboratorio Centrale ENEL-DCO, via Bixio 39, 29100 Piacenza.

si potrà così disporre, per le diverse specie e per i diversi metodi di pesca, di tabelle di dati aventi i termini generici:

CPU_{ij} - realizzazione i-esima del quantitativo di pescato per unità di sforzo nello strato j-esimo;

NUS_{kj} - realizzazione k-esima del numero di unità di sforzo praticate entro lo strato j-esimo, in un periodo di tempo pari alla durata dell'unità di sforzo.

Per ragioni di semplicità degli sviluppi successivi si è accettata l'ipotesi, probabilmente non lontana dalla realtà, che le due variabili CPU_{ij} e NUS_{kj} siano, nello strato j-esimo, tra loro indipendenti. Ciò ha consentito, una volta stimati separatamente i valori CPU_j e NUS_j medi entro lo strato j-esimo, di ottenere un indice del pescato riferito a un periodo di tempo pari alla durata di un'unità di sforzo dal prodotto: $P^I_j = CPU_j \cdot NUS_j$. Il pescato totale nello strato è stato calcolato dalla: $P_j = c \cdot P^I_j$ essendo « c » il numero di periodi di tempo pari alla durata dell'unità di sforzo contenuti nello strato. Il pescato complessivo annuo della Sacca (sempre per la singola specie e metodo di pesca), è stato fornito dalla relazione:

$$P = \sum_{j=i}^{n} P_j.$$

I dati presentati si riferiscono al primo ciclo di indagini, dal marzo al dicembre 1978.

Piano di campionamento - Ai fini della valutazione del pescato sono stati considerati i seguenti metodi di pesca: sbarramento fisso autunnale, bertovello, tramaglio, rete per latterini, pesca sportiva con canna. Non è stato possibile estendere il controllo ad altri attrezzi utilizzati in zona, come gli sbarramenti temporanei, per cui era necessario ottenere concessioni di pesca dalle cooperative locali. Per il tramaglio, la rete per latterini, la pesca con canna, il CPU è stato controllato in stazioni fisse, mentre per lo sbarramento autunnale il pescato totale è stato rilevato direttamente dai dati di mercato, che in questo caso permettono di risalire precisamente alle zone di provenienza del materiale ittico. I controlli del CPU e del NUS sono stati effettuati con frequenza trisettimanale.

Risultati del controllo del CPU - Le campagne di indagine per il controllo del CPU sono state 13. In totale sono state campionate 20 specie ittiche; di esse 3 (*Carassius carassius* L., *Cyprinus carpio* L., *Scardinius erythrophthalmus* L.) sono tipicamente dulcicole e sono state catturate in primavera, in condizioni di alta portata del fiume, presso la sponda ovest e in cen-

tro Sacca, dove maggiore è l'apporto di acqua dolce. Tra le specie marine, non tipicamente eurialine, prevalgono l'acciuga (*Engraulis encrasicholus* L.) e il gò (*Zosterisessor ophiocephalus* Pall.); entrambe catturate con regolarità, anche se in quantità limitata. Gli attrezzi utilizzati si sono dimostrati, come previsto, selettivi verso le varie specie: nel tramaglio prevalgono numericamente le passere (*Platichthys flesus luscus* Pall.), che però sono superate in peso dalle cheppie (*Alosa fallax nilotica* Geoffr.); la rete da latterini cattura quasi esclusivamente latterini (*Atherina boyeri* Risso) e il bertovello anguille (*Anguilla anguilla* L.) e *Gobius niger* L. Lo sbarramento fisso autunnale è l'attrezzo meno selettivo, catturando indiscriminatamente gli individui delle varie specie in movimento da e verso il mare.

Risultati del controllo del NUS - L'attrezzo più usato in Sacca è stato lo sbarramento temporaneo, che in autunno ha ceduto il posto allo sbarramento fisso; il bertovello ha fatto registrare la sua presenza lungo tutto l'arco dell'anno, anche se la sua utilizzazione è calata notevolmente in autunno. La frequenza di utilizzazione del tramaglio e della rete per latterini è stata massima in primavera, mentre è scesa notevolmente in estate e autunno. La pesca sportiva con canna è stata effettuata principalmente nei giorni festivi.

Stima della produzione ittica - Le stime del pescato stagionale e totale della Sacca del Canarin, effettuate sulla base dei valori di CPU e di NUS osservati, sono riportate nella Tabella 1. L'attrezzo di gran lunga più efficace

Metodo	Primavera (q.li)	Estate (q.li)	Autunno (q.li)	Totale (q.li)
Bertovello	3,7	3,7	0,4	7,8
Tramaglio	36,3	1,3	0,3	37,9
Rete per latterini	0,8	—	—	0,8
Canna (feriali)	1,2	2,0	0,3	3,5
Canna (festivi)	4,2	15,8	3,5	23,5
Sbarramento fisso	—	—	77,9	77,9
Totale	46,2	22,8	82,4	151,4

TABELLA 1 - Stime stagionali del pescato nella Sacca del Canarin.

è risultato lo sbarramento fisso, che ha fornito da solo il 51% del pescato in termini di peso; tra gli altri, il tramaglio fisso ha dato la maggior resa, ma limitatamente alla primavera, mentre in estate il 69% del pescato tota-

le in peso è derivato dall'attività di pesca con canna. Secondo i nostri calcoli la produzione ittica nel periodo marzo-dicembre '78, escludendo la parte nord della Sacca, in fase di progressivo interramento e non più utilizzabile ai fini alieutici, risulta essere di circa 26 Kg/ha, nettamente inferiore a quella rilevata da Rossi (1978) in ambienti analoghi (100 Kg/ha · anno). Questo valore basso può essere attribuito sia al fatto che, essendo il primo anno di ricerca, non è stato possibile considerare tutti gli attrezzi usati normalmente nella zona, sia agli effetti negativi delle particolari condizioni idro-meteorologiche del periodo considerato.

LETTERATURA CITATA

Rossi R. (1978) - Analisi di una serie pluriennale di dati di pesca nella Sacca degli Scardovari (Delta del Po). Atti X Congr. SIBM, Ancona - *Quad. Lab. Tecnol. Pesca* (in stampa).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A.R. CHIEREGATO, I. FERRARI, R. ROSSI

IL REGIME ALIMENTARE DEGLI STADI GIOVANILI DI ORATA, BRANZINO, BOTOLO E LOTREGANO NELLA SACCA DI SCARDOVARI (*)

Riassunto — E' stata studiata l'evoluzione del regime alimentare di avannotti di orata, di branzino e di due specie di Mugilidi (*Liza ramada* e *Liza aurata*) catturati nella Sacca di Scardovari (Delta del Po) dal febbraio al luglio 1978. La dieta è costituita prevalentemente da zooplancton negli stadi di più piccola taglia (L.S. < 30 mm). Oltre queste dimensioni gli avannotti di branzino si nutrono principalmente di macroplancton, mentre gli avannotti delle altre tre specie presentano una dieta basata su elementi bentonici sia vegetali che animali. Gli Insetti adulti sono peculiari del regime alimentare dei Mugilidi.

Abstract — *The feeding habits of early stages of* Sparus auratus *L.,* Dicentrarchus labrax *L.,* Liza ramada *Risso and* Liza aurata *Risso in the Sacca di Scardovari* (*Po River Delta*). A study was carried out on the stomach contents of early stages of *Sparus auratus, Dicentrarchus labrax, Liza ramada* and *Liza aurata* catched in the Sacca di Scardovari from February to July 1978. The diet is mainly represented by zooplankton in juvenile fishes of < 30 mm standard lenght. The feeding habits change when standard lenght is over such size: fries of *D. labrax* feed mainly on macroplankton; those of the other species show a diet composed of benthic organisms both algae and animals. Adult Insects are found only in stomach contents of mullets.

Key words — Brackish water, juvenile fishes, feeding habits, stomach contents.

Il novellame costituisce una importante risorsa biologica del mare costiero, in particolare del litorale Nord Adriatico. Larve ed avannotti di molte specie ittiche eurialine immigrano dal mare aperto nei bassi fondali lungo le coste. Nelle lagune del Delta del Po, di cui una delle più estese è la Sacca di Scardovari, gli avannotti sono catturati da pescatori specializzati e venduti ai piscicoltori delle valli e degli allevamenti dell'entroterra. Nel Delta vengono soprattutto pescati avannotti di orata (*Sparus auratus* L.), di branzino (*Dicentrarchus labrax* L.) e di Mugilidi; questi ultimi sono principalmente rappresentati da botoli (*Liza ramada* Risso), verzelate (*Liza saliens* Risso) e lotregani (*Liza aurata* Risso) (GANDOLFI *et al.*, 1978; CHIEREGATO *et al.*, 1978).

Lo studio della dieta naturale del novellame riveste un duplice interesse: da un lato permette di acquisire importanti conoscenze sulla biologia delle specie e in particolare sul loro ruolo nella struttura trofica degli ecosistemi; dall'altro può fornire utili informazioni riguardo ai problemi del-

Istituto di Zoologia dell'Università, via L. Borsari 46, 44100 Ferrara.
(*) Ricerca effettuata nell'ambito del P.F. « Oceanografia e Fondi marini » del CNR (contratto N. 78.01035).

l'alimentazione degli stadi giovanili negli allevamenti. In questa ricerca sono presentati i risultati dell'analisi dei contenuti gastrici di avannotti di orate, branzini, botoli e lotregani, campionati nella Sacca di Scardovari dal febbraio al luglio 1978, con frequenza mediamente quindicinale. Sono state usate tratte lunghe tirate con barca a motore, le stesse che vengono correntemente usate dai novellanti e consentono pescate su grandi volumi d'acqua anche in centro sacca. Dai campioni di novellame sono stati estratti, in maniera casuale, subcampioni di almeno 10 avannotti per ogni specie. Le specie dei Mugilidi sono state identificate in base al numero e alla forma dei ciechi pilorici (FARRUGIO, 1977). E' stato esaminato l'insieme dei contenuti gastrici degli avannotti costituenti ciascun subcampione; complessivamente, sono stati esaminati i contenuti gastrici di 354 avannotti (116 di orata, 73 di branzino, 86 di botolo e 79 di lotregano). I dati raccolti hanno consentito di caratterizzare l'evoluzione del regime alimentare di ciascuna delle quattro specie nel periodo considerato.

Sparus auratus - Gli avannotti catturati da febbraio ad aprile hanno una lunghezza standard (L.S.) media inferiore a 31 mm; nella loro dieta assumono notevole importanza sia forme zooplanctoniche (nectochete, naupli di Cirripedi, Calanoidi) sia forme zoobentoniche (Arpacticoidi ed Anfipodi). Nelle orate di taglia maggiore catturate in giugno (L.S. media 45 mm) ma soprattutto in quelle catturate in luglio (L.S. media 79 mm) si osserva una dieta a nettissima prevalenza di elementi bentonici sia vegetali (frammenti di macrofite) sia animali (Anfipodi e Policheti).

Dicentrarchus labrax - Da febbraio ad aprile gli avannotti hanno una L.S. inferiore a 20 mm e si cibano esclusivamente di naupli di Cirripedi, di Copepodi e di piccoli Arpacticoidi bentonici. Nei contenuti gastrici degli avannotti di dimensioni maggiori catturati in giugno (L.S. media 36 mm) e in luglio (L.S. media 62 mm) tendono a scomparire le forme meioplanctoniche e meiobentoniche, sostituite da prede di più grosse dimensioni, in particolare da larve di Decapodi, larve di Pesci e Misidacei; questi ultimi nei campioni di luglio compaiono con una media di 35 individui per stomaco.

Liza ramada - Da febbraio a maggio la L.S. è inferiore a 30 mm e la dieta è quasi esclusivamente planctofagica comprendendo nectochete, naupli di Copepodi e di Cirripedi, Calanoidi marini e Ciclopoidi dulcicoli. Nel regime alimentare dei botoli di giugno (L.S. media 39 mm) e di luglio (L.S. media 52 mm) sono prevalenti Nematodi ed Arpacticoidi e mi-

croalghe bentoniche. Gli Insetti adulti sono scarsamente abbondanti ma sono rappresentati nella dieta di tutte le classi di taglia esaminate.

Liza aurata - La L.S. media da febbraio a maggio passa da 25 a 29 mm; in questo periodo gli avannotti si nutrono principalmente di zooplancton (nectochete, naupli di Cirripedi, Copepodi marini e dulcicoli) ma anche di Anfipodi e, saltuariamente, di Insetti adulti. In giugno la L.S. media dei lotregani è 50 mm e la loro dieta ha una composizione nettamente diversa rispetto ai mesi precedenti essendo costituita da Policheti, alghe bentiche, animali meiobentonici; molto importante è la presenza degli Insetti adulti che compaiono con una media di 20 individui per stomaco.

In Figura 1 è rappresentata schematicamente la composizione della dieta degli avannotti delle quattro specie. Negli stadi di più piccola taglia (L.S. $<$ 30 mm) il regime alimentare, per tutte le specie considerate, è

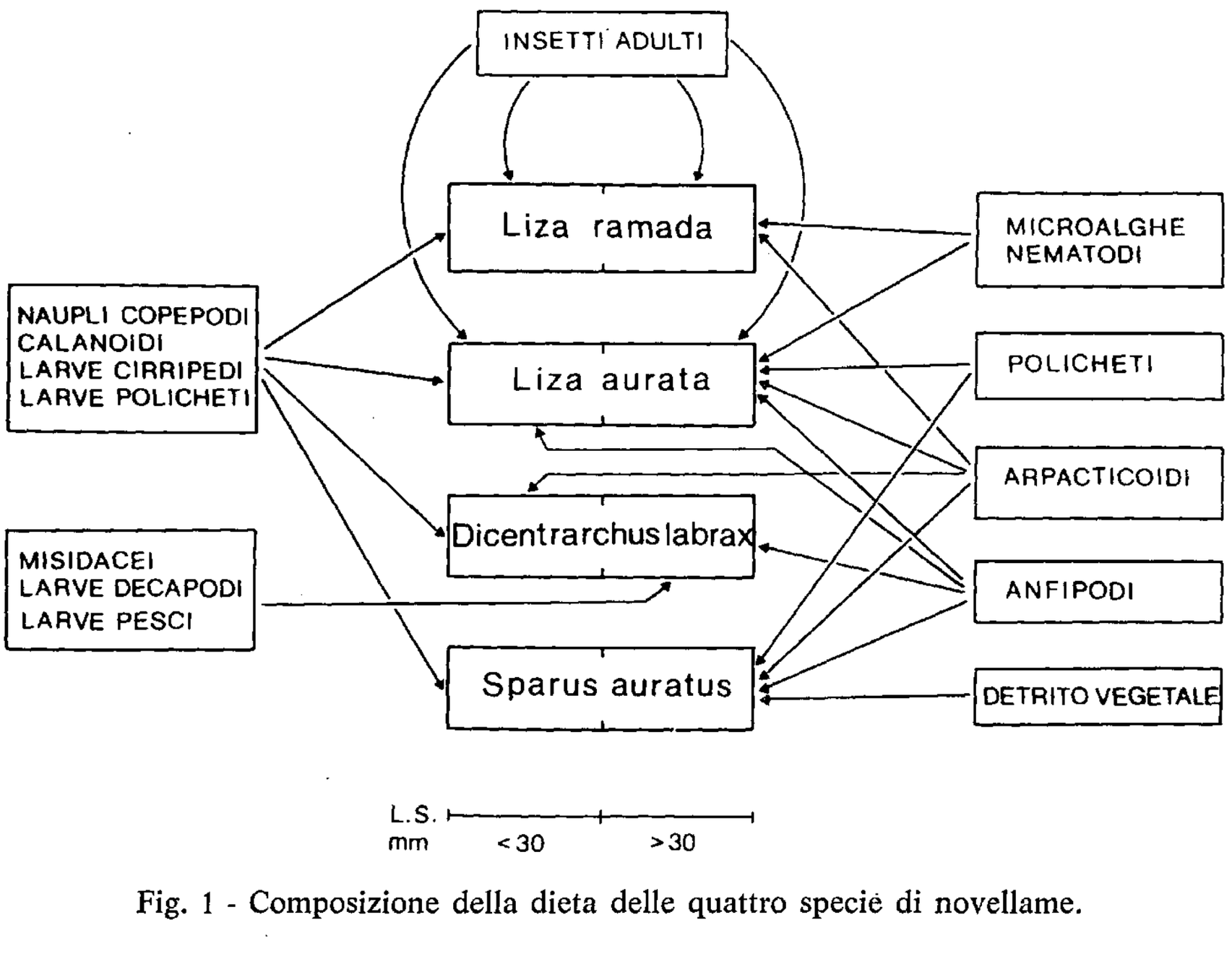


Fig. 1 - Composizione della dieta delle quattro specie di novellame.

prevalentemente a zooplancton; la dieta degli avannotti di taglia più grande è caratterizzata dalla prevalenza di forme macroplanctoniche nei branzini e di elementi bentonici sia vegetali che animali nelle altre tre specie.

LETTERATURA CITATA

CHIEREGATO A. R., FERRARI I., ROSSI R. (1978) - Ricerca preliminare sul regime alimentare di avannotti di orata, branzino e muggini nella Sacca di Scardovari (Delta del Po). Atti X Congresso S.I.B.M. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona* (in stampa).

FARRUGIO H. (1977) - Clés commentées pour la détermination des adultes et des alevins de Mugilidae de Tunisie. *Cybium* 3e Série, **2**, 57-73.

GANDOLFI G., ROSSI R., TONGIORGI P. (1978) - Osservazioni sulla montata del pesce novello lungo le coste italiane. Atti X Congresso S.I.B.M. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona* (in stampa).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C. Costa, R. Minervini

LE SPECIE ITTICHE DEL LAGO DI SABAUDIA DI PREVALENTE INTERESSE ECONOMICO.

NOTA I - UNA METODICA PER L'ALLEVAMENTO INTENSIVO DI *DICENTRARCHUS LABRAX* (L.) E *DIPLODUS SARGUS* (L.)

Riassunto — Nel presente lavoro viene descritta una metodica di allevamento intensivo del sarago (*Diplodus sargus*) in monocoltura ed in policoltura con la spigola (*Dicentrarchus labrax*). Per tale allevamento si sono adoperate vasche in terra i cui ricambi idrici sono stati affidati agli spontanei movimenti d'acqua che si verificano nel sistema mare-lago costiero. Vengono quindi analizzate le rese anche in relazione ad alcuni aspetti etologici delle specie prese in esame.

Abstract — *Fishes of commercial importance in the Lake of Sabaudia. Note I - A methodology for intensive breeding of seabream* Diplodus sargus (*L.*) *and seabass* Dicentrarchus labrax (*L.*). This paper deals with a methodology for intensive breeding of seabream (*Diplodus sargus*) both in monoculture and policulture with seabass (*Dicentrarchus labrax*). Water flow in rearing ponds was due to the spontaneous movements of water masses between the sea and the coastal lake. An analysis of production is given also in relation to the ethology of the cultured species.

Key words — *Diplodus sargus, Dicentrarchus labrax,* aquaculture.

L'Istituto di Idrologia ed Acquacoltura « G. Brunelli » ha svolto presso l'Azienda Vallicola del Lago di Sabaudia alcune prove tendenti a mettere a punto una coltura di spigole (*Dicentrarchus labrax*) e di saraghi (*Diplodus sargus*). Di tali specie infatti, è possibile catturare ai lavorieri dell'Azienda, durante una montata tra ottobre e novembre, giovani esemplari di entrambe le specie di taglia media intorno ai 42 g.

Nell'autunno 1977 sono stati catturati circa 2.600 saraghi e 1.800 spigole. Questi sono stati successivamente così ripartiti in due vasche: 1.400 saraghi e 1.800 spigole sono stati posti in una vasca in terra di 85 x 5 m circa e con una profondità oscillante da 0,5 ad 1 m, denominata « Canale 1 », al fine di provare la coltura mista di entrambe le specie. I rimanenti 1.200 saraghi sono stati posti in una vasca uguale alla precedente, « Canale 2 », al fine di confrontarne l'accrescimento con quelli in coltura mista.

Le vasche di allevamento erano comunicanti, tramite un sistema di canalizzazione, da una parte col mare, dall'altra, più direttamente, con il lago. Di conseguenza i ricambi idrici sono sempre stati sottoposti a due para-

Istituto di Idrobiologia ed Acquacoltura « G. Brunelli » c/o l'Azienda Vallicola del Lago di Paola, via Casali di Paola, Sabaudia (Lt).

metri: i flussi di marea e le condizioni atmosferiche. Anche nei periodi meno favorevoli ai movimenti d'acqua si sono avuti almeno due ricambi al giorno. Si vengono a creare quindi nelle vasche di allevamento condizioni chimico-fisiche estremamente variabili a seconda della provenienza dell'acqua. La salinità infatti ha subito sbalzi, anche più volte nello stesso giorno, da valori intorno ai 15‰ fino a 38‰. Per le temperature invece si sono avute oscillazioni giornaliere contenute nei 3°-4°C, con medie mensili comprese tra 9,8°C (gennaio-febbraio con punte minime di 8°C) e 27,3°C (agosto con punte massime di 29°C). Durante le giornate più calde si è provveduto alla insufflazione di aria compressa in diverse zone delle vasche.

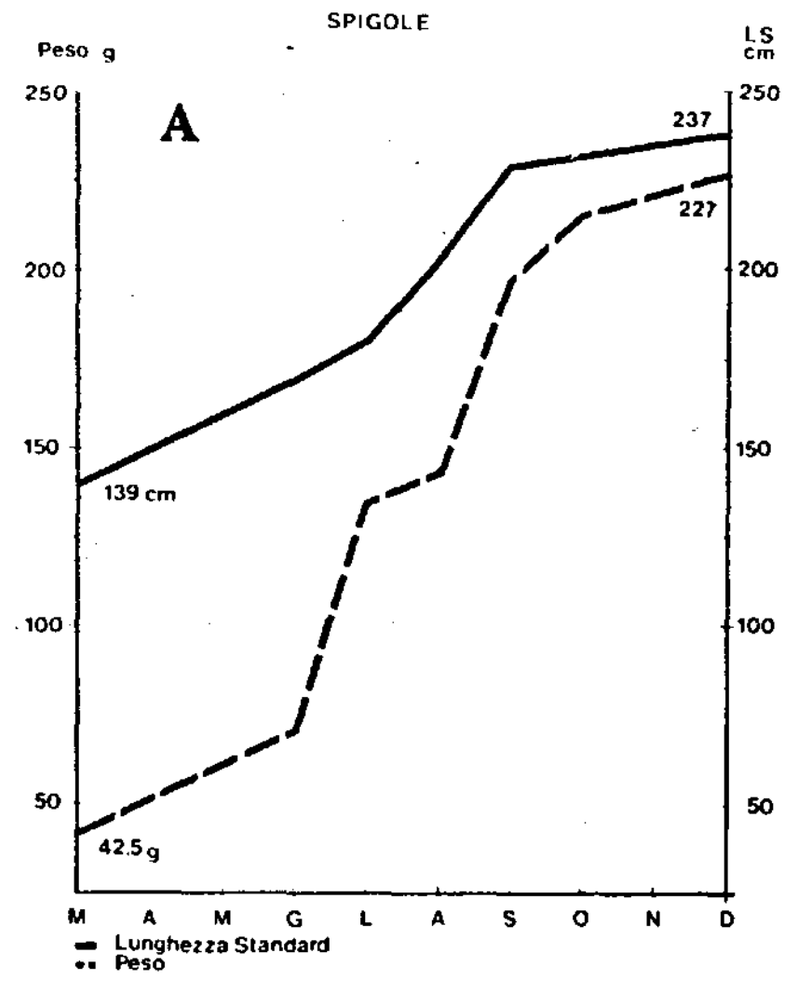
Gli esemplari in allevamento sono stati alimentati con sottoprodotti della pesca a strascico, prevalentemente a base di pesce, tritati e somministrati giornalmente in una sola volta, al mattino.

Nel grafico della Figura 1A sono rappresentate le linee di crescita della spigola. Si è preferito adottare la lunghezza standard poichè tale misura ci consentiva di utilizzare anche pesci con la pinna codale danneggiata dalla cattura. Il grafico indica due massimi di crescita delle spigole da giugno a luglio e da settembre ad ottobre, cioè con temperature medie oscillanti tra 22° e 25°C. Ad agosto è evidente una flessione dovuta probabilmente alla temperatura di 28°C, troppo alta per un regolare accrescimento. Nel grafico della Figura 1B sono rappresentate le linee di crescita, dei saraghi del Canale 1, che mostrano un incremento ponderale da giugno a agosto; segue poi un calo in peso a settembre e a ottobre e una ripresa nei mesi di novembre e dicembre.

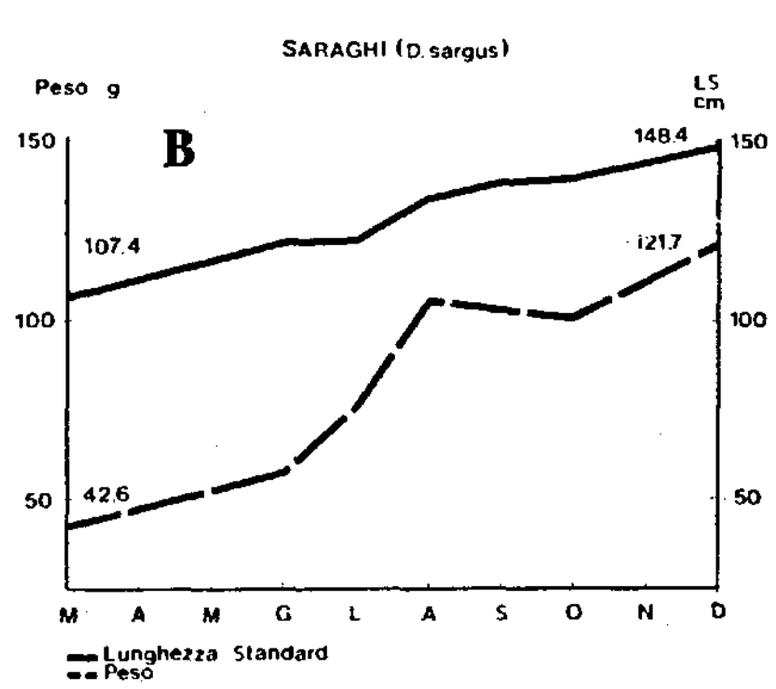
Nella seconda vasca, quella con i soli saraghi, si è avuto invece un accrescimento più regolare; infatti nella Figura 1C si nota che il massimo accrescimento si è avuto, come per la spigola del Canale 1, nei mesi di giugno-luglio e settembre-ottobre.

Mettendo a confronto gli incrementi ponderali della spigola e del sarago del Canale 1 (fig. 1D) notiamo che nei due periodi di massimo accrescimento della spigola, cioè giugno-luglio e settembre-ottobre, vi è da parte del sarago un incremento ponderale modesto o addirittura un calo in peso come si è verificato a settembre e ad ottobre, mentre si nota un recupero ad agosto, quando cioè si rileva una flessione nell'incremento ponderale della spigola.

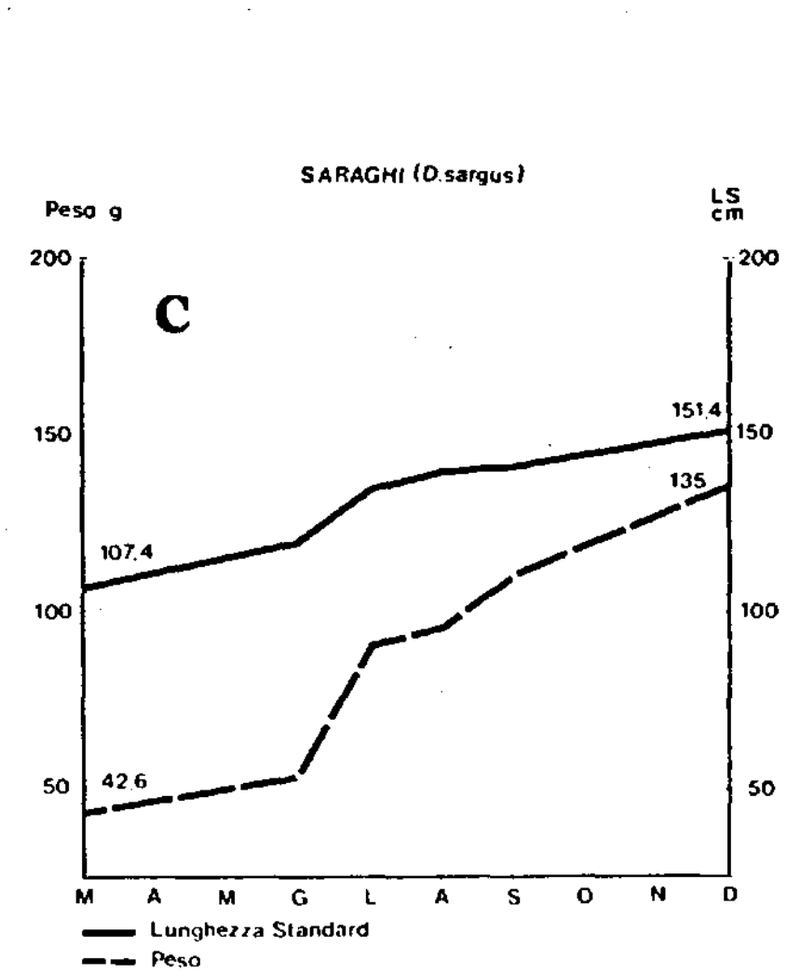
Dall'esame dei grafici si può avanzare l'ipotesi che il sarago, subendo in qualche maniera l'influenza della spigola, « sfrutti » i periodi critici di quest'ultima per recuperare in peso. I motivi che determinano questa situazione di inferiorità del sarago, sembrano riportabili alle diverse abi-



CANALE 1 : LS E PESO MEDIO MENSILI



CANALE 1 : LS E PESO MEDIO MENSILI



CANALE 2 : LS E PESO MEDIO MENSILI

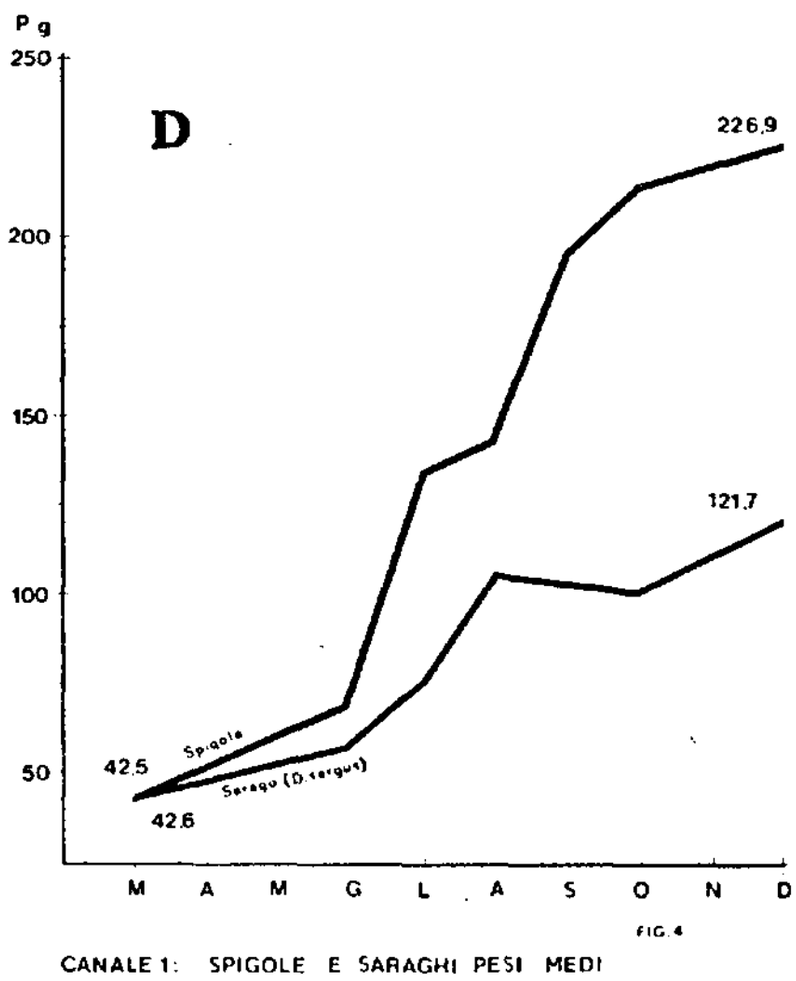


FIG. 4

CANALE 1: SPIGOLE E SARAGHI PESI MEDI

Fig. 1 - Rappresentazione grafica dell'accrescimento ponderale e lineare del sarago e della spigola nelle diverse condizioni sperimentali.

tudini alimentari delle due specie. Infatti, mentre la spigola ingloba quanto più cibo può al momento della somministrazione giornaliera, il sarago è solito mangiare poco ma in continuazione e alterna al pesce somministrato bocconi di alghe filamentose che trova in vasca, come è emerso dall'esame di alcuni contenuti gastrici.

Nel mese di dicembre 1977 i saraghi in monocoltura, cioè nel Canale 2, sono cresciuti mediamente 13,3 g più di quelli allevati con le spigole, e ciò con un incremento ponderale maggiore del 17%.

Sempre nel dicembre 1977, alla fine della prova, si è avuto nella vasca in policoltura una densità di Kg 1,32 per m^2, con un indice di conversione dell'alimento fresco pari a 6,36 : 1.

Le spigole di 227 g di peso medio sono state commerciate all'ingrosso a L. 8.000/Kg ed i saraghi a L. 6.000.

Concludendo si può quindi affermare, dopo 13 mesi di allevamento, che, in coltura mista, ad un buon accrescimento delle spigole ne corrisponde uno meno buono dei saraghi. Ciò è probabilmente dovuto al diverso modo di alimentarsi delle due specie, in accordo con i principi di una buona policoltura che prevedono appunto che si favorisca l'accrescimento della specie di maggior interesse economico senza crearle problemi di competività, soprattutto dal punto di vista alimentare. Si potrebbe migliorare anche l'accrescimento del sarago somministrando l'alimento nelle vasche più volte al giorno, ma ciò creerebbe sprechi ed un maggior onere per il personale dell'Azienda.

D'altra parte nelle due vasche si è notato che i saraghi sono soliti formare uno, al massimo due grossi branchi lasciando pressochè vuota la maggior parte dello spazio a loro disposizione. Tale consuetudine fortemente gregaria, sembrerebbe essere la premessa migliore per allevare il sarago in intensivi molto densi.

Inoltre, ci sembra opportuno sottolineare l'importanza dei ricambi idrici ottenuti in vasca mediante lo sfruttamento dei movimenti d'acqua che avvengono, senza impiego energetico, nel sistema mare-lago. Tali ricambi infatti non sembrano aver influenzato negativamente l'accrescimento delle specie prese in esame, nonostante la presenza di sbalzi termici e salini che si sono verificati nel corso della prova.

LETTERATURA CITATA

BERNABÉ G. (1976) - Rapport technique sur la ponte induite et l'elevage des larves du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) et de la dorade *Sparus aurata* (L.). *FAO, Etud. Rev. CGPM,* **55**, 63-116.

BERNABÉ G., PARIS J., TERREYRE C. (1977) - Première production significative de loups portions d'élevage. *Piscic. Fr.,* **52**, 47-48.

MINERVINI R., COSTA C. - Tre anni di esperienze per un allevamento economico degli stadi larvali della spigola (*Dicentrarchus labrax*). *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.,* (in stampa).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

L. PAGGI (*), P. ORECCHIA (*), G. CANCRINI (*), N. CATALINI (**),
R. MINERVINI (***)

LE SPECIE ITTICHE DEL LAGO DI SABAUDIA DI PREVALENTE INTERESSE ECONOMICO. NOTA II. OSSERVAZIONI PARASSITOLOGICHE (****)

Riassunto — E' stata condotta una ricerca orientativa sugli elminti parassiti di alcune specie ittiche presenti nel Lago di Sabaudia o Lago di Paola (Latina) poiché la loro individuazione, la conoscenza della loro biologia e del loro ruolo patogeno poteva avere un interesse anche pratico in quanto uno di noi (Minervini) aveva iniziato prove di acquacoltura nel Lago.

Le specie ittiche esaminate sono: *Anguilla anguilla* (59 esemplari) *Mugil cephalus* (27), *Liza aurata* (20), *Liza ramada* (9), *Chelon labrosus* (28), *Dicentrarchus labrax* (37) e *Diplodus sargus* (24).

I trematodi monogenei reperiti nelle branchie erano rappresentati dalle seguenti specie: in *Mugil cephalus, Metamicrocotyla cephalus* (7/27), *Microcotyle mugilis* (9/27) e *Ligophorus mugilinus* (1/27); in *Liza ramada, Microcotyle* sp. (2/9); in *Liza aurata, Ligophorus vanbenedenii* (12/20); in *Chelon labrosus, Ligophorus angustus* (12/28); in *Dicentrarcus labrax, Diplectanum aequans* (34/37), *Udonella lupi* (3/37) e *Microcotyle labracis* (3/37); in *Diplodus sargus, Polylabris diplodi* (7/24).

I trematodi digenei rinvenuti nell'intestino sono stati riferiti alle seguenti specie: in *Anguilla anguilla, Deropristis inflata* (15/59); in *Mugil cephalus, Saccocoelium tensum* (10/27), *Saccocoelium obesum* (6/27), *Haploporus vanbenedeni* (4/27) e *Dicrogaster contractus* (2/27); in *Chelon labrosus, Saccocoelium tensum* (10/28), *Saccocoelium obesum* (7/28), in *Haploporus vanbenedeni* (3/28) e *Dicrogaster contractus* (1/28); in *Liza aurata, Saccocoelium tensum* (4/20) e *Saccocoelium obesum* (2/20); in *Liza ramada, Saccocoelium tensum* (8/9), *Saccocoelium obesum* (4/9), *Haploporus vanbenedeni* (4/9) e *Dicrogaster contractus* (2/9); in *Diplodus sargus, Diphterostomum sargus annularis* (3/24); in *Dicentrarchus labrax, Cainocreadium labracis* (9/37), *Timoniella praeteritum* (30/37), *Acanthostomum imbutiforme* (9/37) e *Labratrema minimus* (6/37).

E' stata ritrovata in *Mugil cephalus* un'unica specie di nematode (6/27) da noi ritenuta specie nuova è attribuita al genere *Cucullanus.*

Gli acantocefali sono stati identificati come appartenenti alla specie *Neochinorhynchus agilis* (4/28) e rinvenuti in *Chelon labrosus.*

Il ruolo patogeno esercitato dalle specie parassite è stato valutato osservando l'incidenza e l'intensità delle infestazioni e con uno studio istologico effettuato mediante allestimento di sezioni in serie degli organi parassitati.

Per quanto riguarda i trematodi monogenei dei generi *Diplectanum* e *Ligophorus*

(*) Istituto di Parassitologia, Università di Roma.
(**) Istituto di Anatomia Comparata, Università di Roma.
(***) Istituto di Idrobiologia e Pescicoltura « Gustavo Brunelli », Sabaudia.
(****) Il lavoro in extenso è in corso di redazione.

sono state rilevate alte incidenze e intensità. Questi dati, unitamente alla conoscenza del ciclo biologico dei parassiti che si compie senza ospite intermedio e del ruolo patogeno esplicato a livello branchiale, hanno evidenziato i pericoli di infestazioni soprattutto da *Diplectanum aequans* in relazione all'acquacoltura della spigola. Così pure è stata rilevata l'azione patogena delle specie dei generi *Metamicrocotyla* e *Microcotyle* che è stata da noi documentata in particolare per la specie *Metamicrocotyla cephalus.* E' stato osservato che il parassita, oltre a nutrirsi di sangue, provocava lesioni a carico della porzione apicale delle lamelle branchiali secondarie.

Per quanto si riferisce ai trematodi digenei è stata documentata l'azione patogena delle seguenti specie: *Deropristis inflata, Haploporus vanbenedeni, Dicrogaster contractus* e *Timoniella praeteritum* che è apparsa principalmente legata all'attacco delle ventose orale e ventrale allo strato epiteliale della mucosa intestinale. Solo nel caso di *Timoniella praeteritum,* per la presenza di una corona di spine sulla ventosa orale, si è potuto osservare una azione più intensa dovuta alla penetrazione delle spine fino alla lamina propria. Tenendo conto di questi risultati, delle intensità delle infestazioni generalmente basse (5-10 parassiti per ospite) e della complessità dei cicli biologici con due o più ospiti intermedi, i rischi di un'infestazione da parte di queste specie negli allevamenti sono da ritenersi trascurabili almeno in base ai dati ottenuti nel momento in cui è stata condotta l'indagine.

Abstract — *Commercial fishes from Sabaudia Lake. Note II. Parasitological survey.* A preliminary survey on the helminth fauna of commercial fishes from Sabaudia Lake (Latina - Italy) has been undertaken also in relation with attempts made to culture on large scale *Dicentrarchus labrax* and *Diplodus sargus* in the waters of the lake.

The following species have been examined: *Anguilla anguilla* (59 specimens), *Mugil cephalus* (27), *Liza aurata* (20), *Liza ramada* (9), *Chelon labrosus* (28), *Dicentrarchus labrax* (37), *Diplodus sargus* (24).

The monogenea recorded are: *Metamicrocotyla cephalus* (2/27), *Microcotyle mugilis* (9/27) and *Ligophorus mugilinus* (1/27) from *Mugil cephalus; Microcotyle* sp. (2/9) from *Liza ramada; Ligophorus vanbenedeni* (12/20) from *Liza aurata; Ligophorus angustus* (12/28) from *Chelon labrosus; Diplectanum aequans* (34/37), *Udonella lupi* (3/37) and *Microcotyle labracis* (3/37) from *Dicentrarchus labrax; Polylabris diplodi* (7/24) from *Diplodus sargus.*

The digenea reported are: *Deropristis inflata* (15/59) from *Anguilla anguilla; Saccocoelium tensum* (10/27), *Saccocoelium obesum* (6/27), *Haploporus vanbenedeni* (4/27) and *Dicrogaster contractus* (2/27) from *Mugil cephalus; Saccocoelium tensum* (10/28), *Saccocoelium obesum* (7/28), *Haploporus vanbenedeni* (3/28) and *Dicrogaster contractus* (1/28) from *Chelon labrosus; Saccocoelium tensum* (4/20) and *Saccocoelium obesum* (2/20) from *Liza aurata; Saccocoelium tensum* (8/9), *Saccocoelium obesum* (4/9), *Haploporus vanbenedeni* (4/9) and *Dicrogaster contractus* (2/9) from *Liza ramada; Diphterostomum sargus annularis* (3/24) from *Diplodus sargus; Cainocreadium labracis* (9/37), *Timoniella praeteritum* (30/37), *Acanthostomum imbutiforme* (9/37) and *Labratrema minimus* (6/37) from *Dicentrarchus labrax.*

One species of nematode *Cucullanus* sp. from *Mugil cephalus* (6/27) is probably new. The presence of *Neoechinorhynchus agilis* (4/28) from *Chelon labrosus* is recorded.

The pathological effects of parasite on the host has been evaluated considering the incidence and intensity of infection and histological changes in the gills and gut of the fishes examined.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

F. LUMARE

STUDIO COMPARATIVO DI METODOLOGIE DI RIPRODUZIONE INDOTTA SU *PENAEUS KERATHURUS*, FORSKÄL 1775 (DECAPODA, NATANTIA) (*)

Riassunto — Cinque lotti di *Penaeus kerathurus* sono stati posti in differenti condizioni sperimentali (intensità luminosa, fotoperiodismo, lunghezza di fotofase, ablazione unilaterale del peduncolo oculare, alimentazione) ai fini di valutarne l'influenza sulla maturazione delle gonadi e quindi sulla riproduzione. L'esperimento ha posto in evidenza che: il metodo dell'ablazione unilaterale del peduncolo oculare è più efficiente, comportando più brevi tempi di latenza e numero più elevato di riproduzioni, rispetto a lotti condizionati con il fotoperiodismo; è possibile indurre la maturità sessuale e quindi la riproduzione anche in assenza di fotoperiodismo; le condizioni di fotoperiodismo estivo (14.000 lux; L 16/D 8) risultano più vantaggiose che non quelle di fotoperiodismo invernale (lux 4.000; L 8/D 16); nel determinismo della riproduzione la qualità dell'alimento gioca un ruolo fondamentale.

Abstract — *Comparative studies on spawning stimulation in* Penaeus kerathurus, *Forskäl 1775* (*Decapoda, Natantia*). Five females *Penaeus kerathurus* stocks were exposed to different experimental conditions (lux, photoperiod, photophase, unilateral eyestalk ablation, feeding) to verify spawning responses. Experiments pointed out: unilateral eyestalk ablation is more effective in spawning and latency period shorter than in controlled photoperiod stimulation; availability continuous lighting is enough to induce sexual maturity and spawning; summer lighting (14,000 lux; photoperiod L 16/D 8) is more profitable than winter lighting (4,000 lux; photoperiod L 8/D 16); the rule of feeding in reproduction is basic.

Key words — *Penaeus kerathurus*, eyestalk ablation, photoperiod, spawning.

INTRODUZIONE

Una più approfondita conoscenza dei meccanismi che regolano la riproduzione di *Penaeus kerathurus* per stimoli indotti costituisce un presupposto essenziale per meglio programmare gli allevamenti produttivi. Tale aspetto della biologia del gambero acquista particolare rilievo nel nostro Paese in cui i fattori climatici consentirebbero una estensione della possibilità di allevamento del Peneide anche ad alcune aree delle regioni centrali, e non solo a quelle meridionali il cui clima mite è ben rispondente alle esigenze colturali dell'animale.

Precedenti studi hanno posto in evidenza l'elevata capacità riproduttiva di *P. kerathurus*, dopo intervento di ablazione unilaterale del peduncolo

Istituto per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune - CNR - Via Fraccacreta 1, Lesina.

(*) Ricerca effettuata nell'ambito del Progetto Finalizzato « Consolidamento, sviluppo e conversione dell'acquacoltura nazionale », sottoprogetto « Crostaceicoltura » - CNR.

oculare, con ripetute emissioni di uova fertili (aumento della fecondità relativa di oltre il 300%), alto numero di uova emesse (78.000 ± 6.909; $\bar{x}$ ± ES), percentuale di schiusa (67%) paragonabile a quella di animali catturati in natura) (LUMARE, 1979).

MATERIALE E METODI

Esemplari di *P. kerathurus* di classe di età 1^+ e 2^+, catturati in mare, sono stati distribuiti secondo una scelta casuale in 5 vasche cilindriche (∅ = 2,00 m; h = 0,65 m), disposte in serra e fornite di doppio fondo sabbioso. Questo agiva da filtro biologico (30-45 ricicli nelle 24 ore), tramite sistema *air lift,* dell'acqua marina che veniva ricambiata giornalmente per una quantità pari a 2,5 volte il proprio volume. Un movimento centripeto della massa d'acqua consentiva lo scarico dei detriti al centro delle vasche. Ciascuna vasca è stata approntata tenendo conto dei seguenti parametri:

Vasca n° 13: in camera oscura, provvista di sorgente luminosa artificiale con fotofase di 24 ore (L 24/D O) ed intensità luminosa pari a 650 lux. Alimentazione a base di *Carcinus maenas* e *Mytilus galloprovincialis.* In questa vasca è stato sperimentato l'effetto di assenza di fotoperiodismo sulla riproduzione.

Vasca n° 14: a fotofase estiva con luce artificiale e naturale invernale (14.000 lux) e fotoperiodo pari a L 16/D 8. Alimentazione come la precedente.

Vasca n° 15: fotoperiodo naturale invernale (L 8/D 16) ed intensità luminosa intorno a 4.000 lux. Riproduttrici con ablazione unilaterale del peduncolo oculare. Alimentazione come le precedenti.

Vasca n° 16: fotoperiodo naturale invernale (L 8/ D 16) con intensità luminosa di 4.000 lux e alimentazione come le precedenti. Lotto di « controllo ».

Vasca n° 17: fotoperiodo naturale invernale (L 8/D 16) con intensità luminosa di 4.000 lux. Alimentazione a base di carne del bivalve *Venus gallina.* Lotto predisposto per valutare l'effetto di un'alimentazione qualitativamente insufficiente sulla riproduzione.

Le vasche sono state condizionate termicamente intorno a 23 ± 3°C. Periodicamente venivano effettuati rilevamenti dei principali parametri chimici (O_2 pH, S°/$_{oo}$, N-NH_4^+, N-NO_2^-, N-NO_3^-, P-PO_4^{---}), sull'intensi-

tà luminosa registrata sul fondo e sugli animali (numero, sesso, stato di fecondazione e grado di maturità sessuale). Le avvenute riproduzioni fertili venivano rilevate attraverso il giornaliero controllo della presenza eventuale di larve nelle vasche di sperimentazione.

I lotti sono stati distribuiti con una densità media iniziale pari a circa 12,5 gamberi/m^2. Si rimanda alle Tabelle 1 e 2 per il quadro sommario delle caratteristiche fisico-chimiche e biologiche nelle vasche di sperimentazione.

Tank no.	t °C	S‰	O_2 mg/l	pH	$N\text{-}NH^+_4$ µg/l	$N\text{-}NO^-_2$ µg/l	$N\text{-}NO^-_3$ µg/l	$P\text{-}PO^{\equiv}_4$ µg/l
13	23± 2	35.5± 0.5	6.79± 0.36	7.68± 0.07	174.13± 77.96	6.88± 6.14	521.89± 323.71	32.78± 17.74
14	23± 2	35.5± 0.5	6.91± 0.32	7.74± 0.15	170.40± 58.28	7.56± 7.28	551.51± 447.08	29.09± 19.57
15	23± 2	35.5± 0.5	6.81± 0.32	7.74± 0.14	176.28± 87.26	8.43± 9.79	730.13± 357.92	44.86± 19.56
16	23± 2	35.5± 0.5	6.90± 0.28	7.76± 0.14	185.22± 110.88	8.45± 11.72	834.81± 527.49	49.31± 23.29
17	23± 2	35.5± 0.5	6.39± 0.24	7.13± 0.41	188.31± 104.24	12.40± 17.91	450.42± 271.22	13.14± 5.38

TABELLA 1 - *Penaeus kerathurus.* Condizioni chimico-fisiche dell'acqua delle colture sperimentali. I dati sono espressi come $\bar{x} \pm DS$.

TABLE 1 - *Physico-chemical conditions of experimental colture water; data expressed as* $\bar{x} \pm DS$.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Fecondazione

Nel corso dei periodici controlli si è avuta particolare cura nel rilevare lo stato di fecondazione delle riproduttrici. Da una situazione iniziale particolarmente favorevole (81,4%, valore medio percentuale di femmine fecondate) si è verificato un decremento della percentuale di fecondazione in tutti gli stocks di riproduttrici, pur rimanendo i maschi perfettamente maturi. Ciò è stato attribuito allo stress indotto dalle nuove ed improvvise situazioni di sperimentazione; successivamente infatti si è manifestato un adattamento rilevabile attraverso un graduale aumento del numero di femmine fecondate (fig. 1).

Tank no.	Experimental period	Number od breeders				Death rate(%)		Photoperiod	Lux	Eyestalk ablation	Feeding (2)
		Initial		Final				Light source			
		♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂				
13	4.10.78 18.1.79	24	15	22	14	8.33	6.66	L 24/ D 0 Artificial	650	No	C.m. M.g.
14	4.10.78 18.1.79	24	15	22	14	8.33	6.66	L 16/ D 8 Artificial+ nat.(winter)	14,000	No	C.m. M.g.
15	4.10.78 18.1.79	27	15	15 (1)	11 (1)	44.44 (1)	26.66 (1)	L 8/ D 16 Natural(winter)	4,000	Yes	C.m. M.g.
16	4.10.78 18.1.79	24	15	23	14	4.16	6.66	L 8/ D 16 Natural(winter)	4,000	No	C.m. M.g.
17	4.10.78 18.1.79	22	15	15	14	31.81	6.66	L 8/ D 16 Natural(winter)	4,000	No	V.g.

TABELLA 2 - *Penaeus kerathurus.* Condizioni sperimentali e trattamento dei riproduttori. (1) L'alta mortalità dipese essenzialmente da errori tecnici. (2) C.m. = *Carcinus maenas*; M.g. = *Mytilus galloprovincialis*; V.g. = *Venus gallina.*

TABLE 2 - Penaeus kerathurus. *Experimental conditions and treatment of breeders.* (*1*) *High mortality due to technical mistake mainly.* (*2*) *C.m.* = Carcinus maenas; *M.g.* = Mytilus galloprovincialis; *V.g.* = Venus gallina.

E' da rilevare, tuttavia, che nella vasca sottoposta ad una fotofase di 24 ore (vasca 13) la percentuale di fecondazione, dopo circa 2 mesi, risultava pari a zero. Poiché di regola l'accoppiamento dei Peneidi avviene nelle ore notturne, la mancanza di oscurità ha evidentemente inibito il comportamento riproduttivo. Successivamente è subentrato un adattamento a tale regime atipico e gli accoppiamenti sono ripresi malgrado la percentuale sia rimasta comparativamente la più bassa.

I più alti livelli di fecondazione sono quelli relativi al lotto che ha subito l'ablazione del peduncolo ed a quello di controllo, ambedue con fotoperiodi invernali.

La popolazione della vasca 17 ha fatto registrare valori mediamente bassi che indicherebbero l'effetto negativo della dieta sull'accoppiamento e quindi sulla fecondazione.

Maturità sessuale e riproduzione

Nel corso dei controlli si è tenuto soprattutto conto degli stadi di sviluppo e di maturità delle gonadi femminili valutati sulla base dell'esame esterno. Sono stati inclusi nella percentuale di femmine mature gli esemplari i cui ovari si presentavano dal II al IV stadio.

E' da rilevare che nella vasca sottoposta ad una fotofase di 24 ore, e

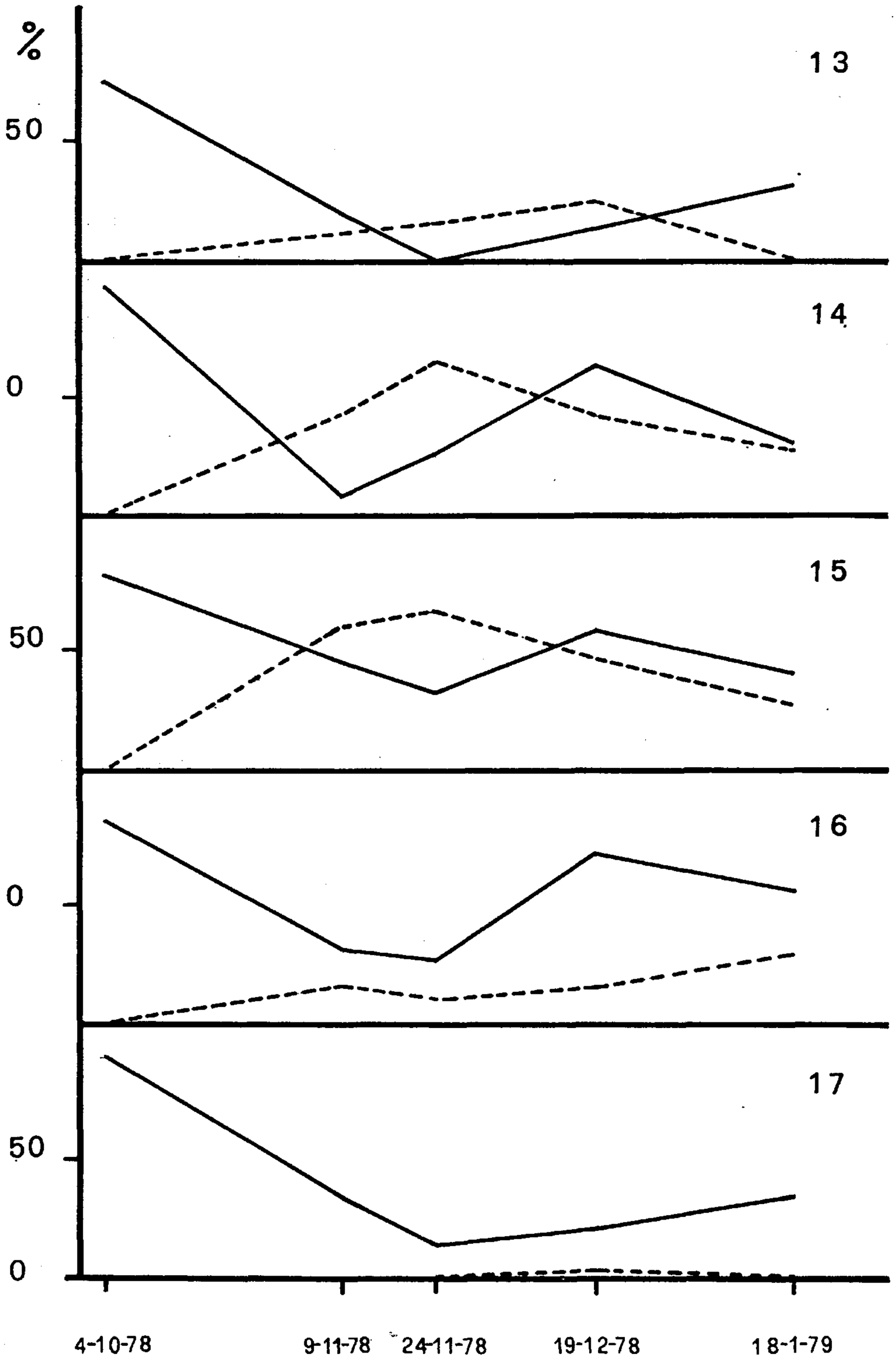


Fig. 1 - *Penaeus kerathurus*. Fluttuazioni nel tasso di accoppiamento e di maturità degli ovari negli stocks di riproduttrici. ------ = tasso di accoppiamento; ——— = tasso di maturità degli ovari.

Fig. 1 - Penaeus kerathurus. *Fluctuations in the mating and the maturation of ovaries rate of the breeder stocks.* ------ = *mating rate;* ——— = *ovaries maturity rate.*

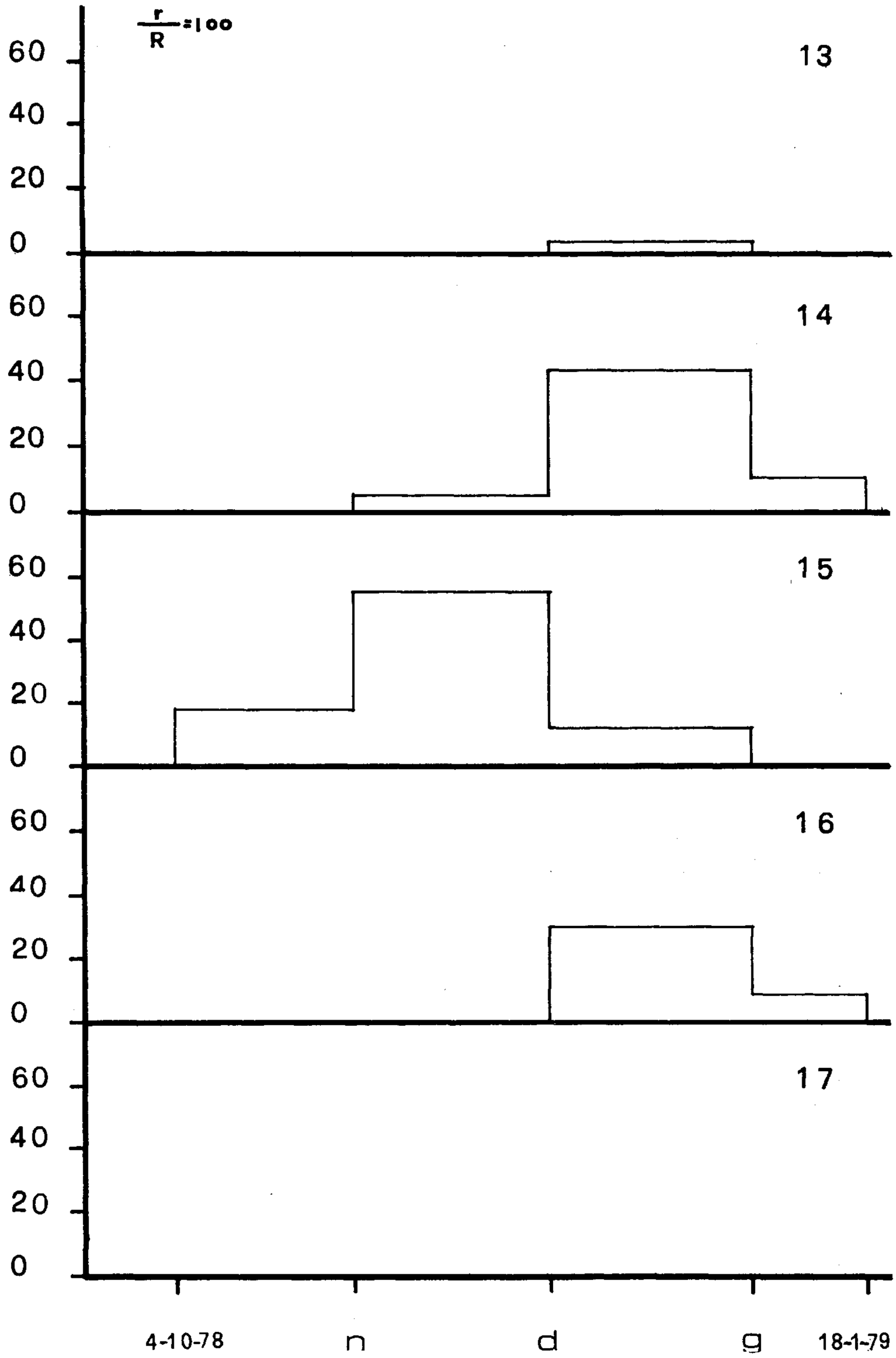


Fig. 2 - *Penaeus kerathurus.* Distribuzione mensile delle deposizioni fertili espresse come r/R . 100; r = deposizioni fertili; R = riproduttrici.

Fig. 2 - Penaeus kerathurus. *Distribution of montly fertile spawnings expressed as r/R . 100; r = fertile spawnings, R = breeders.*

quindi priva di fotoperiodismo, il numero di femmine mature è ben rappresentato e ciò contrasta con i dati della letteratura corrente che condiziona, di norma, il determinismo della riproduzione dei Peneidi al fotoperiodismo.

Tra la popolazione di riproduttrici della vasca 13 è stata rilevata la presenza di esemplari giunti al massimo grado di maturità sessuale anche se il rilevamento di larve è riferibile ad un solo caso (fig. 2). Tale esiguo livello di riproduzioni fertili potrebbe essere, tuttavia, spiegabile con la bassa percentuale di femmine fecondate.

Dai dati riportati sembrerebbe che il fotoperiodismo, sebbene non sia determinante ai fini della riproduzione, svolga comunque un'azione sinergica; ciò è deducibile confrontando i dati della vasca 13 con quelli della 14 (L 16/D 8; 14.000 lux). La vasca 16, sottoposta ad un fotoperiodismo invernale (L 8/D 16; 4.000 lux) ha presentato una media bassa di riproduttrici mature e un ritardo nell'inizio del processo di ovogenesi. I risultati registrati nella vasca 17 evidenziano, infine, in modo particolarmente marcato, l'incidenza negativa del tipo scadente di alimentazione sulla riproduzione con il valore più basso di percentuale di femmine mature e con nessuna riproduzione.

La popolazione che ha subito il taglio unilaterale del peduncolo oculare (vasca 15) mostra la media più elevata del valore percentuale di femmine mature, dato esaltato dal breve tempo di latenza (periodo compreso tra l'inizio dell'esperimento e prima riproduzione fertile): 23 giorni contro i 50 della vasca 14; 68 della vasca 16 e 82 della vasca 13. Anche il numero delle riproduzioni fertili, in valore assoluto e relativo, risulta maggiore nello stock epeduncolato.

Alimentazione

Il regime era costituito, come già detto, nelle prime quattro vasche da *Mytilus galloprovincialis* e femmine ovigere di *Carcinus maenas;* nell'ultima vasca solo da carne di *Venus gallina.*

Sebbene sia oltremodo complesso trarre delle conclusioni definitive circa l'influenza della qualità dell'alimento sulla riproduzione, abbiamo rilevato per il lotto 17 percentuali minime di femmine sessualmente mature. Questo stock di animali, pur trovandosi in condizioni ambienali simili alle altre vasche, tranne i parametri oggetto di studio, ha manifestato diffuse epizozie da *Leucotrix* sp. (specialmente sulle branchie) con conseguente elevata mortalità; la popolazione ha presentato, inoltre, segni evidenti di malattia da batteri chitinolitici.

I risultati sembrerebbero dimostrare, pertanto, che il tipo di alimento giochi un ruolo molto importante sul determinismo della riproduzione oltre che sullo stato generale di salute. CHOE (1971) aveva già posto in evidenza lo scarso accrescimento in peso e lunghezza di *Penaeus japonicus* alimentato con carne di bivalvi del tipo « vongola ».

CONCLUSIONI

Le esperienze di induzione alla ovodeposizione nei Peneidi, al di fuori dei cicli riproduttivi naturali, risalgono ad alcuni anni addietro. Alcuni autori si sono orientati verso l'ablazione bilaterale e unilaterale del peduncolo oculare (IDYLL, 1971; ARNSTEIN e BEARD, 1975; ALIKUNI *et al.*, 1975; WEAR e SANTIAGO, 1976; AQUACOP, 1977; PRIMAVERA, 1977, LUMARE, 1979) ottenendo recentemente, soprattutto nel secondo caso, interessanti risultati. Altri ricercatori hanno preferito indirizzarsi, invece, verso un controllo rigoroso di alcuni parametri ambientali (LAUBIER-BONICHON e LAUBIER, 1976; LAUBIER-BONICHON, 1978; CAUBER *et al.*, 1976).

L'insieme dei dati raccolti nel corso della presente esperienza evidenzia aspetti di particolare rilievo sia ai fini dell'individuazione di una metodologia preferenziale per indurre l'ovulazione in *Penaeus kerathurus* e sia, più in generale, della ecofisiologia della riproduzione nei Peneidi.

Circa il primo aspetto, di natura essenzialmente pratica, dobbiamo rilevare la validità del metodo dell'ablazione del peduncolo oculare ai fini della riproduzione rispetto al sistema di controllo attraverso il fotoperiodismo programmato.

I vantaggi dell'epeduncolazione unilaterale, anche in condizione di illuminazione invernale in serra, si possono così riassumere:

a. periodo di latenza molto breve; tale riduzione può essere agevolata da un'alimentazione appropriata, eventualmente a base di granchi ovigeri i quali già potrebbero contenere eventuali principi attivi della riproduzione. La riduzione del periodo di latenza comporta, ovviamente, economie di gestione anche se, inevitabilmente, l'epeduncolazione determina una certa mortalità (17,8% nel presente esperimento);
b. percentuale relativamente elevata di femmine fecondate e quindi elevata probabilità di riproduzioni fertili;
c. percentuale elevata di riproduttrici mature e quindi numero elevato di riproduzioni.

In merito al quadro dell'ecofisiologia di *P. kerathurus,* relativamente all'interdipendenza ed influenza di fotoperiodismo, temperatura ed alimen-

tazione sulla riproduzione, si è potuto evidenziare la funzione determinante della qualità dell'alimento. La temperatura, certamente gioca un ruolo primario nella dinamica del fenomeno riproduttivo mentre sembrerebbe che debba essere ridimensionata la funzione del fotoperiodismo, funzione posta in risalto in lavori precedenti su *P. japonicus* (LAUBIER-BONICHON, 1978), anche se ad essa si deve riconoscere un probabile significato di sinergismo.

A suffragio di quanto rilevato, è stato segnalato recentemente il raggiungimento della maturità sessuale di Peneidi anche in condizioni di completa oscurità (AQUACOP, 1977).

LETTERATURA CITATA

AQUACOP (1977) - Reproduction in capacity and growth of *Penaeus monodon* Fabricius in Polynesia. *Proc. Annu. Meet. World Maricult. Soc.*, **7**, 927-45.

ARNSTEIN D. R., BEARD T. W. (1975) - Induced maturation of the prawn *Penaeus orientalis* Kishinouye in the laboratory by means of eyestalk removal. *Aquaculture*, **5**, 411-12.

ALIKUNHI K. H., POERNOMO A., ADISUKRESNO S., BUDIONO M., BUSMAN S. (1975) - Preliminary observations on induction of maturity and spawning in *Penaeus monodon* Fabricius and *Penaeus merguiensis* De Man by eyestalk estirpation. *Bull. Shrimp. Cult. Res. Cent.*, **1** (1), 1-11.

CHOE S. (1971) - Body increases during molt and molting cycle of the oriental brown shrimp *Penaeus japonicus. Mar. Biol.*, **9**, 31-37.

CAUBER J. L., LAFON R., RENE F., SALES C. (1976) - Maturation et ponte chez *Penaeus japonicus* en captivité, essai de controle de cette reproduction a Maguelone sûr les côtes françaises. In: FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan 26 May-2 June 1976, FAO-FIR: AQ/Conf/76/E.49, 1-17.

IDYLL C. P. (1971) - Induced maturation of ovaries and ova in Pink shrimp. *Commer. Fish Rev.*, **33** (4), 20.

LAUBIER-BONICHON A., LAUBIER L. (1976) - Reproduction controlée chez le crevette *Penaeus japonicus.* In: FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan 26 May-2 June 1976, FAO-FIR: AQ/Conf/76/E.38, 1-6.

LAUBIER-BONICHON A. (1978) - Ecophysiologie de la reproduction chez la crevette *Penaeus japonicus.* Trois années d'experience en milieu contrôlé. *Oceanol. Acta*, **1** (2), 135-50.

LUMARE F. (1979) - Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. *Aquaculture*, **18**, 203-14.

PRIMAVERA J. H. (1978) - Induced maturation and spawning in five-month-old *Penaeus monodon* Fabricius by eyestalk ablation. *Aquaculture*, **13**, 355-59.

WEAR R. G., SANTIAGO A. Jr. (1976) - Induction of maturity and spawning in *Penaeus monodon* Fabricius 1798, by unilateral eyestalk ablation (Decapoda, Natantia). *Crustaceana*, **31** (2), 218-20.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. PALMEGIANO (*), M.G. SAROGLIA (**)

UTILIZZAZIONE DI SCARICHI TERMICI IN CROSTACEICOLTURA. RAPPORTO TRA TASSO DI ACCRESCIMENTO E « CARRYING CAPACITY »

Riassunto — Si tratta di uno studio preliminare tendente a verificare alcuni vantaggi nell'utilizzo di effluenti termici in gambericoltura. I risultati mostrano come sia possibile almeno raddoppiare il carico usuale di 25 gamberi m^{-2}, inoltre l'acqua della centrale termoelettrica permette un utilizzo degli impianti per due cicli di produzione annuali.

Abstract — *Shrimp farming in thermal effluents. Relationship between carrying capacity and growth rate.* A preliminary study of thermal farming was carried out at Torre Valdaliga (Roma). Results are showing the possibilities to double the usual density of 25 shrimp m^{-2} and to carry on two production cycles a year by utilizing warm water benefits during winter time.

Key words — Wasteheat utilization, shrimp culture, temperature.

Gli impianti di crostaceicoltura estensiva del Sud-Est Asiatico possono produrre attorno a 90 g m^{-2} per anno, mentre gli impianti giapponesi di gambericoltura intensiva producono in media 300 g m^{-2} per anno (BARDACH *et al.*, 1972, SHIGUENO, 1975; LUMARE e PALMEGIANO, 1978).

La produzione ottenuta da SHIGUENO (1979) di 1.7 kg m^{-2} con *Penaeus japonicus* è al momento attuale da considerarsi eccezionale. La massima densità comunemente adottata è al momento di 25 gamberi m^{-2} (SHIGUENO, 1975; BARDACH *et al.*, 1972; PILLAY, 1972).

Gli obiettivi del presente lavoro erano verificare: 1. la possibilità di caricare gli impianti con carichi superiori a 25 gamberi m^{-2}; 2. l'utilizzazione degli impianti per due cicli di produzione ogni anno, utilizzando per la crescita anche il periodo invernale.

A tale scopo sono state allestite presso l'impianto termoelettrico di Torre Valdaliga (Civitavecchia), dove dal 1980 sarà in servizio una stazione marina di acquacoltura termica, vasche esterne alimentate dagli effluenti della centrale, caricate con densità di 25, 40 e 90 *Penaeus kerathurus* m^{-2}.

L'allevamento è iniziato nell'ottobre 1978. Le vasche della superfi-

(*) Laboratorio per lo Sfruttamento delle Lagune - CNR, via Fraccacreta 1, Lesina.
(**) ENEL - Direzione Studi e Ricerche - Centro Ricerca Termica e Nucleare - Milano.

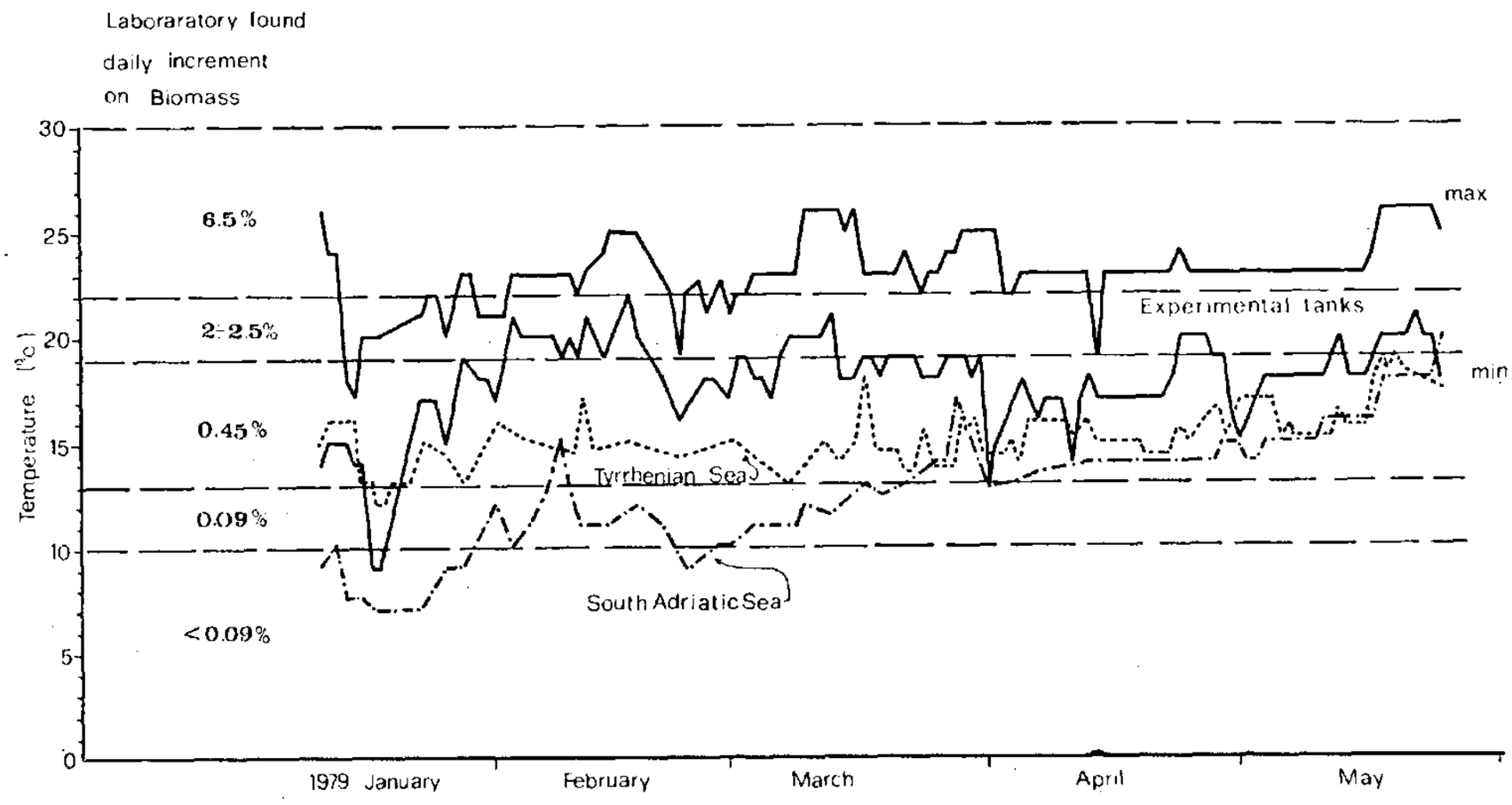


Fig. 1 - Incremento percentuale giornaliero della biomassa ottenuto in laboratorio per *Penaeus kerathurus* a differenti temperature, sovrapposto all'andamento delle temperature (min. e max. giornalieri) misurate nelle vasche sperimentali di Torvaldaliga, e in mare sulla costa tirrenica e su quella dell'Adriatico meridionale (giornalmente a mezzogiorno) durante l'inverno 1979.

Fig. 1 - Daily biomass increment found in laboratory for Penaeus kerathurus *at different temperatures, laid upon temperatures measured inside Torre Valdaliga experimental tanks (max and min daily) Tyrrhenian Sea coast and South Adriatic sea coast (daily at noon), during winter 1979.*

cie di 3 m^2 avevano un tempo di ricambio del 90% dell'acqua calcolato in 3 ore circa. La temperatura era controllata giornalmente con termometri di massima e minima. I gamberi erano alimentati con scarti della pesca (mitili, sarde ecc.) provenienti da mercati ittici. Giornalmente erano registrate le mute e la mortalità eventuale, oltre al consumo di cibo. Mensilmente veniva controllata la crescita in subcampioni di animali.

In Figura 1 si possono osservare, con gli incrementi giornalieri in biomassa ottenuti a diverse temperature presso il Laboratorio di Lesina, le temperature registrate nel Sud Adriatico, Medio Tirreno e vasche sperimentali durante l'inverno 1978/79. In Figura 2 sono rappresentati gli incrementi individuali medi in peso, calcolati mensilmente per le tre densità di carico. In Figura 3 tali incrementi, relativi ad ogni mese, sono confrontati con le temperature registrate in vasca.

In conclusione si può osservare come la densità di 90 gamberi m^{-2} possa essere considerata accettabile, benchè si siano avuti problemi durante la conduzione di tale vasca. A 40 gamberi m^{-2}, una diminuzione in crescita individuale rispetto alla densità inferiore è ancora largamente compensata dalla biomassa totale per m^2 ottenuta. Inoltre è evidente, anche dall'a-

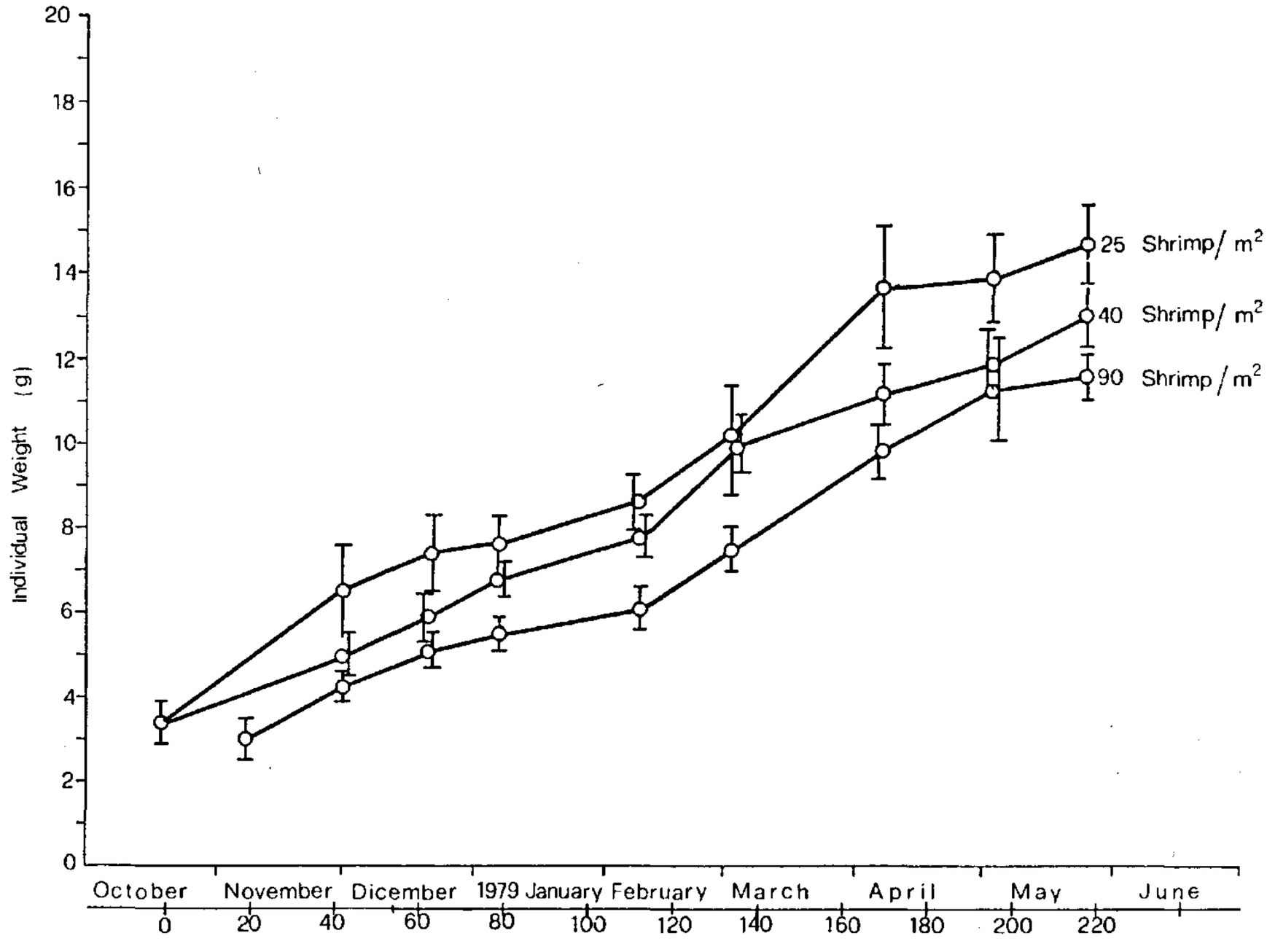


Fig. 2 - Crescita invernale di *Penaeus kerathurus* allevato a varie densità nell'effluente termico di Torvaldaliga.

Fig. 2 - Winter time growth of Penaeus kerathurus *reared into Torre Valdaliga thermal effluent at different animal densities, during winter 1978-79.*

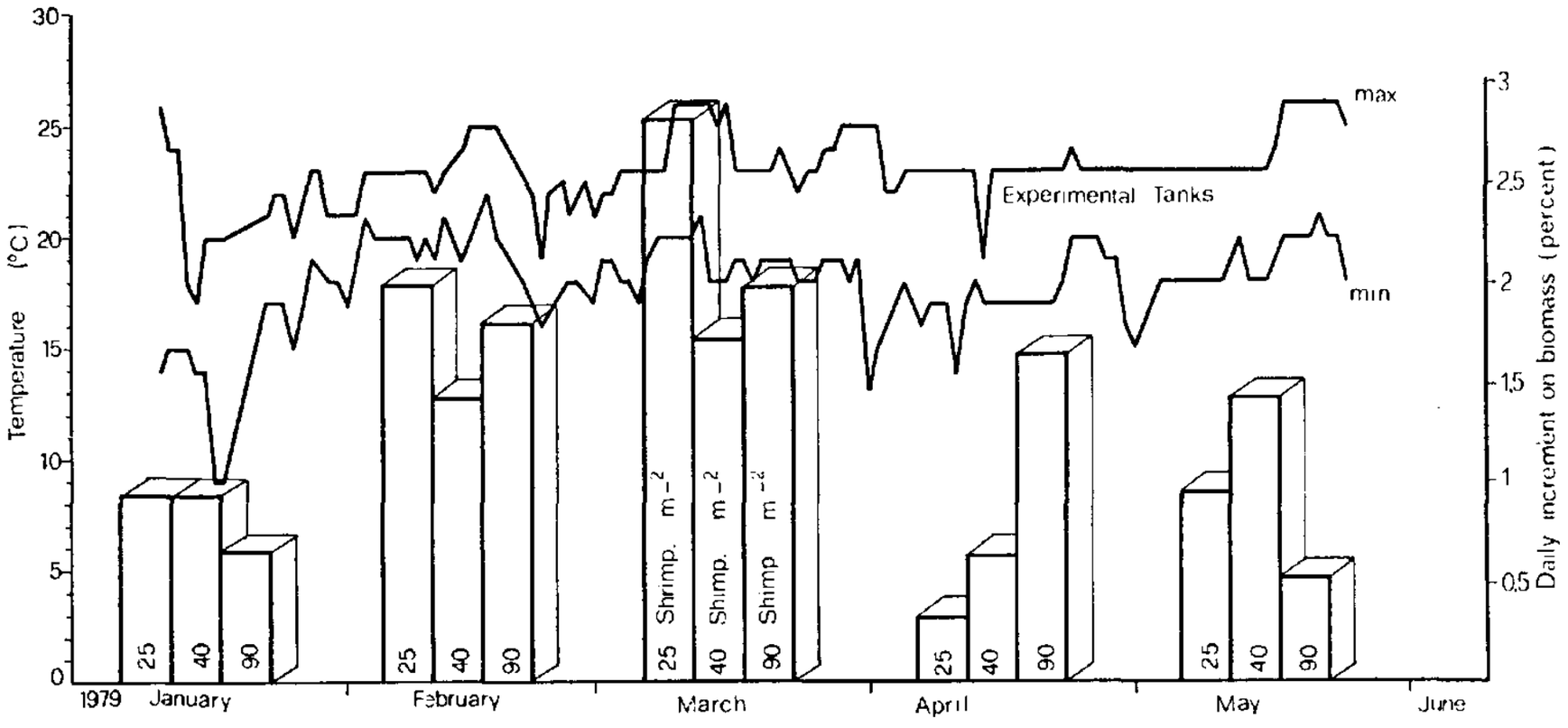


Fig. 3 - Relazione tra temperatura e « incremento percentuale giornaliero della biomassa » calcolato per ogni mese per le tre densità.

Fig. 3 - Relationship between temperature and « daily percent biomass increment » calculated for each month, for the three shrimp densities.

nalisi delle temperature marine, come la produzione invernale ottenuta nell'effluente caldo permetta di programmare, nell'impianto di acquacoltura termica, due cicli annuali di produzione, con raccolta di gamberi da circa 14 grammi (12-13 cm), in maggio-giugno e settembre-ottobre. Naturalmente oltre all'induzione di maturità si renderà necessario un periodo di « svezzamento » in « avannotteria » di uno-due mesi prima della loro introduzione nelle vasche di « ingrasso ».

LETTERATURA CITATA

BARDACH J. E., RYTHER J. H., MC LARNEY W. O. (1972) - Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. John Wiley & Sons, London, pp. 602-610.

LUMARE F., PALMEGIANO G. (1978) - Rapporto tecnico e scientifico su una visita effettuata ad impianti di allevamento di *Penaeus kerathurus* in Giappone. Rapporto n. 1: 1-40, CNR-LSBL.

PILLAY T. V. R. (1972) - Coastal Aquaculture in the Indo-Pacific Region. FAO Roma, pp. 282-312.

SHIGUENO K. (1975) - Shrimp farm in Japan. AITEP, Tokio, 1-53.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

P. Breber, G.B. Palmegiano

UOVA DI *SEPIA OFFICINALIS* L. SEMINATE NELLA LAGUNA DI LESINA A SCOPO DI PESCA: PRIME ESPERIENZE

Riassunto — Nonostante *Sepia officinalis* non entri spontaneamente nella laguna di Lesina dal mare, è stato appurato che seminandovi le uova si produce in pochi mesi un quantitativo commerciale del cefalopode. Nel luglio 1978 sono stati seminati 172 kg di uova che hanno reso entro ottobre 900 kg di seppie di taglia media 32 g. In laboratorio è stato osservato che sono necessari valori non inferiori a 20°C e 25‰ S per avere una buona sopravvivenza in laguna. Dall'esame del contenuto stomacale è stato visto che la seppia in laguna non si nutre di specie pregiate e quindi non danneggia le altre voci dell'industria ittica.

Abstract — *A crop of* Sepia officinalis *L. obtained in Lesina lagoon by the sowing of eggs: first results.* It has been observed that *Sepia officinalis* never enters into Lesina Lagoon from the sea but by the sowing of eggs it is nontheless possible to produce a commercial crop of the species. In July 1978 172 kg of eggs were sown which gave 900 kg of cuttlefish with a mean size of 32 g. In vitro observation indicated that 20°C and 25‰ S are the minimum values necessary in the lagoon for success in this operation. The examination of stomach contents revealed that the cuttlefish in the lagoon do not prey on the other commercial species present.

Key words — *Sepia officinalis,* artificial crop, Lesina lagoon.

Sepia officinalis è segnalata tra gli organismi che penetrano negli stagni costieri dal mare (Mangold-Wirz, 1963), ma nella laguna di Lesina ciò in pratica non si verifica mai. I pescatori di Lesina hanno però scoperto che è possibile ottenere ugualmente un pescato commerciale di seppia seminando in laguna quantitativi di uova raccolte in mare durante il periodo di riproduzione. Lo scopo del presente lavoro è: 1. di definire gli aspetti quantitativi di questa originale ed interessante pratica; 2. cercare di dare una risposta ad alcuni interrogativi di natura ecologica sollevati da tale operazione, ovverosia conoscere l'adattamento della specie a salinità inferiori a quella marina; 3. appurare se il cefalopode, animale predatore, danneggia le altre specie oggetto di commercio presenti in laguna.

Metodi

La ricerca è consistita fondamentalmente nell'immissione in laguna di una quantità nota di uova, nella misurazione dell'accrescimento di taglia delle seppie nate da questa semina e nella stima del prodotto globale.

Laboratorio per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune, CNR, via Fraccacreta 1, 71010 Lesina (Foggia).

Le uova necessarie sono state reperite in primavera ed in estate, quando le seppie si avvicinano alla costa per la riproduzione. In questo periodo i pescatori calano in mare nasse per la cattura dei cefalopodi e queste sono per le seppie un substrato attraente per la deposizione delle uova. Su ogni nassa le seppie degongono diversi chilogrammi di uova alla settimana e, considerando che ogni ciurma di pescatori cala centinaia di tali congegni, la raccolta è stata perciò assai agevole. Le uova reperite giorno per giorno venivano seminate senza indugio in laguna in un punto dove l'influenza del mare si fa maggiormente sentire per la prossimità del canale di comunicazione Acquarotta. Infatti, la preoccupazione principale era constatare fino a che punto *S. officinalis* poteva adattarsi alle variazioni di salinità dell'ambiente lagunare. Secondo dati raccolti nell'arco di due anni, nella zona prescelta per la semina, si ha una fluttuazione di salinità di 14°/$_{oo}$, con un minimo primaverile di 15°/$_{oo}$ ed un massimo nella tarda estate di 29°/$_{oo}$. Per verificare sperimentalmente la tolleranza della seppia ad abbassamenti di salinità sono state condotte tre prove in laboratorio. Con la prima si è voluto individuare il grado minimo di salinità tollerato, osservando il tasso di schiusa di uova poste in acqua ai valori di salinità di 35, 30, 25, 20, e 15°/$_{oo}$. I cinque lotti di 50 uova, tenute sospese su appositi cestelli, vennero posti in altrettanti recipienti della capacità di 40 litri. L'ossigenazione dell'ambiente era mantenuta mediante aria insufflata. Il grado di salinità desiderato si otteneva diluendo acqua di mare (35°/$_{oo}$ S) con acqua dolce di rubinetto. Si è avuto cura di usare uova di taglia grande (MANGOLD-WIRZ, 1963) e provenienti dallo stesso grappolo. La durata dell'esperimento è stata di 14 giorni, fissata in base al tempo massimo osservato per la schiusa delle uova tenute in acqua di mare (35°/$_{oo}$ S). La temperatura dell'acqua, pari a quella ambientale, era costante intorno a 20°C. La seconda prova è stata in tutto simile a quella sopra descritta, con la differenza che invece di uova sono state impiegate seppie appena nate, e invece della schiusa è stato osservato il tasso di sopravvivenza dopo 24 ore. Ambedue le prove sono state ripetute tre volte.

Individuata in questo modo la soglia minima di salinità tollerata da *S. officinalis* a temperatura costante, si è voluto vedere se al variare di questo secondo parametro variasse il limite di tolleranza. Tre lotti di 50 uova sono stati posti in altrettanti recipienti da 40 litri alle temperature di 17, 20, e 23°C e al valore minimo di salinità individuato nelle prove precedenti. In parallelo una prova di controllo è stata condotta a S 35°/$_{oo}$.

Per valutare il tasso d'accrescimento delle seppie nate da uova seminate nel luglio 1978 è stato condotto un campionamento mensile in

agosto, settembre ed ottobre, su materiale pescato in laguna a scopo commerciale. Sono stati misurati il peso dell'animale intero e la lunghezza del sepium. Per apprezzare pienamente il tasso d'accrescimento delle seppie in laguna era tuttavia necessario attuare un confronto con la taglia raggiunta nel primo anno di vita da esemplari di seppia catturati in mare. In ciascuno dei mesi di agosto, settembre, ottobre, novembre e dicembre sono stati perciò misurati due campioni di 50 esemplari presi a 7 e a 30 m di profondità, estratti dal pescato totale di un peschereccio di Termoli. In novembre è stato fatto un campionamento più ampio con 6 lotti di 50 seppie presi in un ciclo di 24 ore a 22, 25, 29, 46, 57 e 67 m di profondità. Tra le varie generazioni di seppie presenti nel pescato sono stati individuati i nati dell'anno mediante l'analisi della distribuzione delle taglie.

La stima della quantità di seppie prodotta dalla semina delle uova è stata fatta in base alle catture dei pescatori, le cui reti hanno caratteristiche tali da permettere la completa raccolta di tutti gli individui entro novembre.

Necessario era anche conoscere la dieta di *S. officinalis* in laguna; essendo un predatore, bisogna considerare infatti la possibilità che alimentandosi di qualche specie ittica pregiata annullasse l'utile commerciale dell'operazione. A tal fine sono stati esaminati i contenuti stomacali di 50 esemplari presi in laguna.

Risultati

Nel corso del mese di luglio 1978 sono stati seminati nella laguna di Lesina 172 kg di uova. Campionamenti casuali ripetuti hanno permesso di calcolare che un chilogrammo contiene circa 2600 unità; il numero di uova immesse è stato quindi valutato in almeno 450.000.

Dalla fine di agosto alla fine di ottobre sono stati pescati circa 900 kg di seppie corrispondenti a 25-30.000 individui e ad una sopravvivenza del 5-7%.

In Figura 1 è illustrata la distribuzione delle taglie (lunghezza del sepium) nei tre mesi di campionamento; in corrispondenza del valore è riportato il relativo peso ricavato dalla regressione lunghezza del sepium / peso dell'animale intero riportata in Figura 2. Il peso medio per la classe di grandezza più frequente è passato da 26 g in agosto, a 34 g in settembre e a 35,5 g in ottobre. In Figura 3 è riportato l'andamento del peso con i rispettivi limiti fiduciari ($\bar{x} \pm t_{0,05}s'_x$) per i punti rilevati; è netta

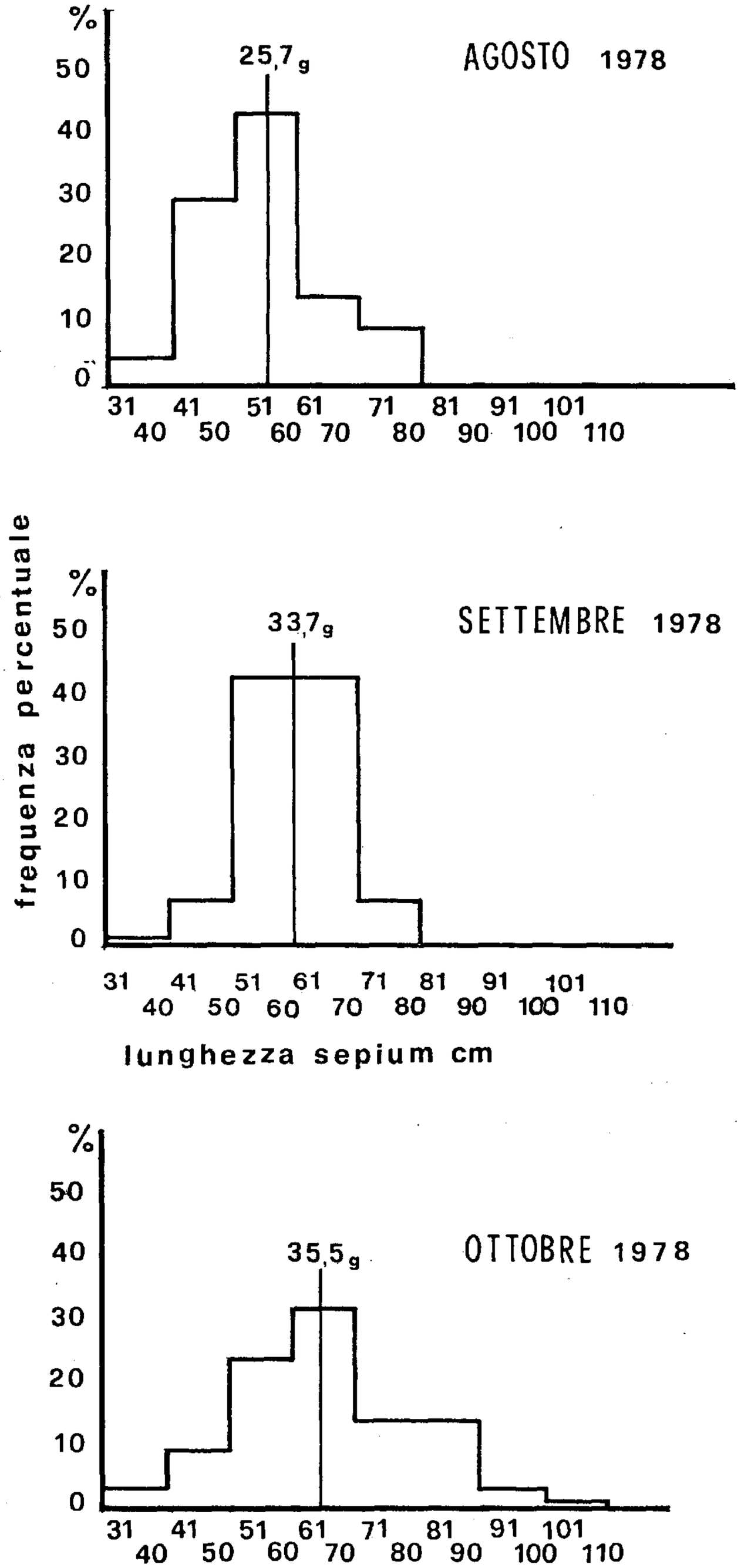


Fig. 1 - Distribuzione delle taglie (lunghezza sepium) di *Sepia officinalis* cresciute in laguna, durante tre mesi successivi. In corrispondenza del valore modale è riportato il relativo peso.

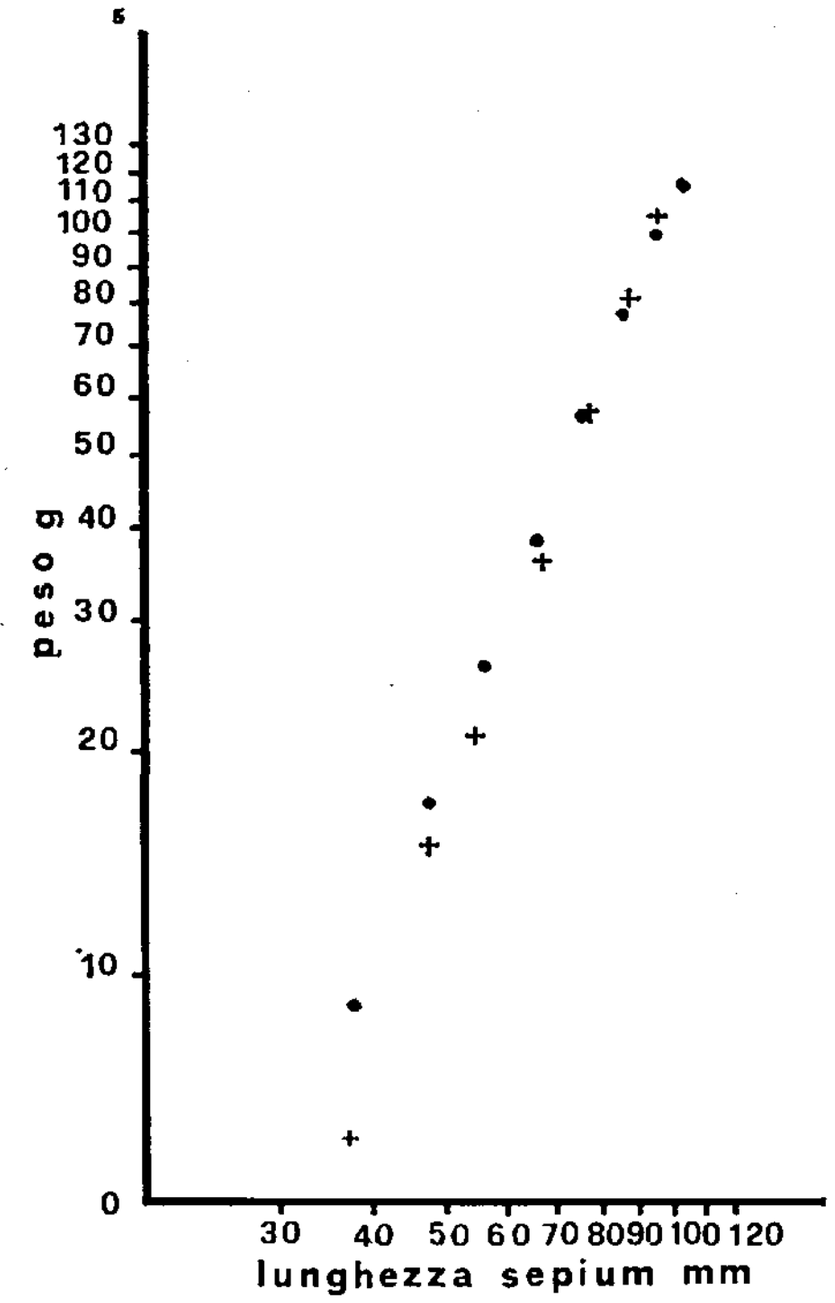


Fig. 2 - ● ● ● = regressione lunghezza sepium/peso animale per le seppie cresciute in laguna. + + + = regressione lunghezza sepium/peso animale intero per le seppie cresciute in mare.

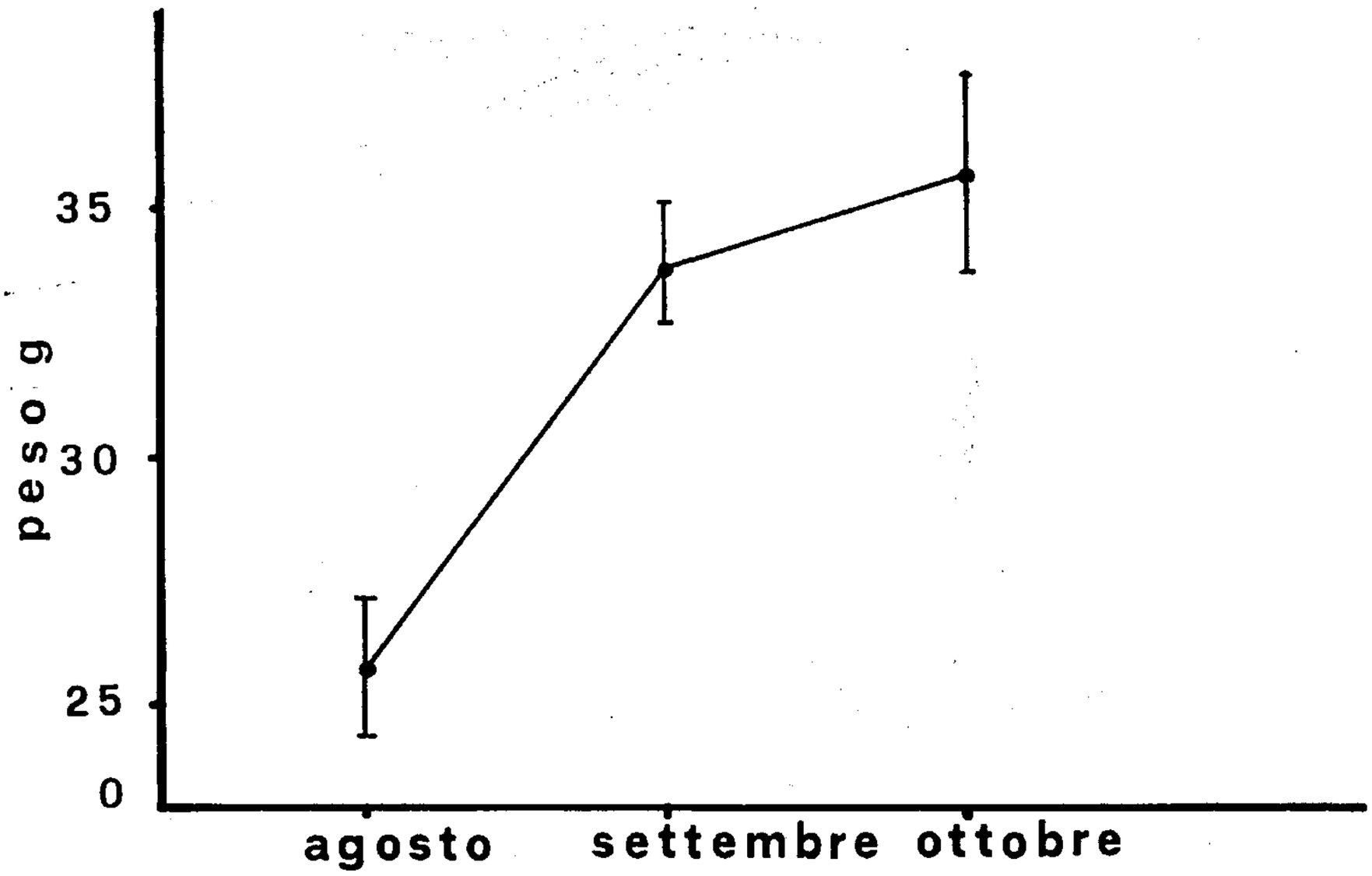


Fig. 3 - Incremento ponderale delle seppie cresciute in laguna in tre mesi successivi.

la flessione dell'incremento ponderale nel periodo fine settembre - fine ottobre. Confrontando il tasso d'accrescimento delle seppie in laguna con quello delle seppie in mare si rileva che è maggiore il primo. In Figura 2, oltre alla regressione lunghezza sepium/peso della seppia in laguna, è riportata anche quella delle seppie in mare e si può notare che nelle taglie più piccole, ovvero all'inizio del periodo d'accrescimento, sono più grasse le seppie di laguna a parità di lunghezza. Calcolando i relativi tassi d'accrescimento istantanei

$$\frac{(K = l_n \text{ lunghezza finale} - l_n \text{ lunghezza iniziale})}{n^o \text{ di giorni}}$$

si ricava 0,0008 per le seppie in mare e 0,0028 per le seppie in laguna. Questa differenza nel tasso d'accrescimento è probabilmente da ascrivere al diverso andamento della temperatura in mare ed in laguna (fig. 4). Infatti, in luglio e agosto la laguna di Lesina è nettamente più calda, in settembre la temperatura è praticamente la stessa nei due corpi d'acqua, mentre in ottobre si verifica l'inversione di tendenza con la temperatura marina più elevata di quella lagunare. Per questa ragione le seppie in laguna crescono all'inizio più rapidamente ma alla fine della stagione vengono raggiunte da quelle in mare (BOLETZKY, 1974).

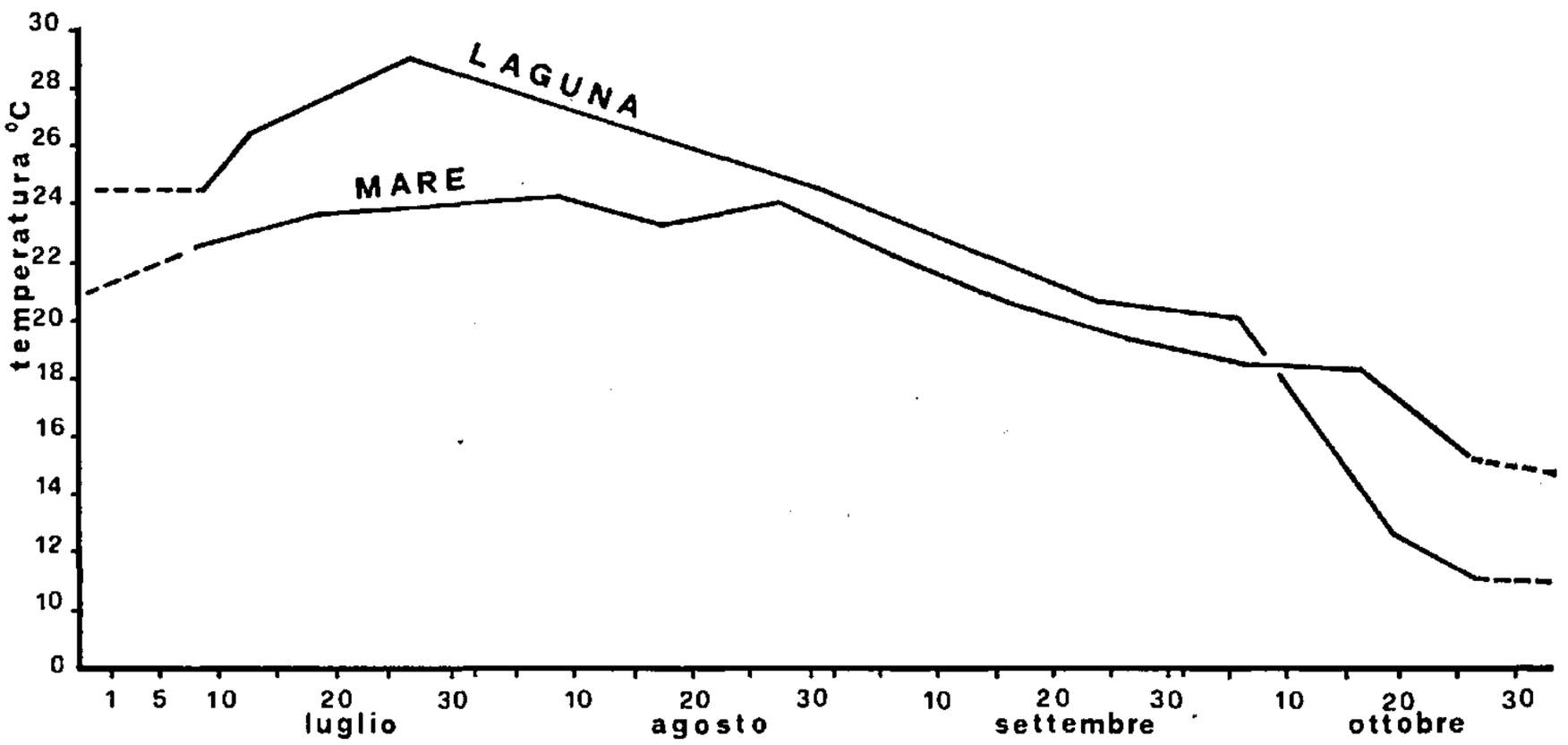


Fig. 4 - Andamento della temperatura in mare ed in laguna.

Le prove di schiusa a diverse condizioni di temperatura e salinità hanno indicato in 20°C e in 25°/$_{oo}$ di salinità i rispettivi valori minimi per ottenere una schiusa soddisfacente.

Le seppie non si alimentano in laguna di specie pregiate; infatti, la

componente principale del contenuto stomacale è costituita da anfipodi, presenti nel 45% dei casi, mentre le specie ittiche erano rappresentate da *Atherina sp.* (20%) e da *Aphanius sp.* (20%), oltre ad un altro 15% di specie non identificate.

Conclusioni

La ricerca sperimentale conferma la validità della pratica di seminare uova di seppia nella laguna di Lesina per ricavarne un pescato commerciale. I valori di salinità e temperatura che si hanno in laguna durante il periodo dell'operazione non costituiscono fattori limitanti. Il cefalopode non danneggia le altre specie presenti oggetto di pesca. Sulla resa finale, che la quantità numerica delle seppie pescate corrisponde al 5-7% del numero delle uova immesse, non è possibile per ora dare un giudizio quantitativo ma, in considerazione della semplicità e del basso costo dell'operazione, si può in pratica ritenere che tutto il pescato rappresenti un utile netto. La pratica sopra descritta potrebbe essere estesa ad altre lagune, previo attento esame delle condizioni dell'ambiente e dell'industria ittica praticata.

Ringraziamenti. Desideriamo ringraziare in particolar modo M. Bilio per gli utili suggerimenti sugli aspetti biometrici e statistici e V. Biscotti per essersi occupato della raccolta delle uova e dei contatti con i pescatori di Lesina.

LETTERATURA CITATA

Boletzky S.v. (1974) - Elevage de céphalopodes en aquarium.*Vie Milieu,* **24** (2A), 309-340.

Mangold K. (1966) - *Sepia officinalis* de la Mer Catalane. *Vie Milieu,* **17** (2A), 961-1011.

Mangold-Wirz K. (1963) - Biologie des céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane, VIII. - *Sepia officinalis* (L.). *Vie Milieu,* suppl. **13**, 93-102.

Pascual E. (1978) - Crecimento y alimentación de tre generaciones de *Sepia officinalis* en cultivo. *Inv. Pesq.*, **42**, 421-442.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

V.U. Ceccherelli, A. Prati, V. Gaiani

NOTE SULL'ACCRESCIMENTO E LA PRODUZIONE DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMK. IN UN BANCO NATURALE DELLA SACCA DI SCARDOVARI (*)

Riassunto — E' stata effettuata una stima preliminare della produzione di un banco naturale di *Mytilus galloprovincialis* sulla base di tre campionamenti semestrali (novembre 1977-ottobre 1978). E' stato impiegato il metodo basato sul calcolo del tasso specifico di accrescimento ponderale derivato dall'equazione di crescita di Bertalanffy. Quest'ultima è stata calcolata dopo aver scomposto, con un'analisi al calcolatore, le distribuzioni polimodali di frequenza delle dimensioni dei mitili, campionati alle varie date, nelle classi d'età componenti. Il metodo fornisce, in questo caso, una sottostima della produzione perché nella popolazione studiata è elevata la mortalità taglia-dipendente. Sono discusse le possibili soluzioni alternative.

Abstract — *Notes on growth and production of a population of* Mytilus galloprovincialis *Lamk. in the Sacca di Scardovari, a lagoon of the Po River Delta.* A preliminary estimate of the production of a population of *Mytilus galloprovincialis* was carried out on three sixmonthly samples (november 1977-october 1978). The weight specific growth rate (G) method was used deriving G from the Bertalanffy growth equation. The latter was calculated from the computer resolution of the lenght frequency distribution of mussels into 4 age-classes. The method gives, an underestimate of production because the size-dependent mortality results to be high in our population. Alternative solution are discussed.

Key words — Production, *Mytilus galloprovincialis,* Bertalanffy equation, weight specific growth rate.

Su un banco di mitili della Sacca di Scardovari, dell'estensione di circa 800 m^2, situato ad una profondità di circa 3 m e non soggetto ad attività di pesca, è in corso una campagna di prelievi stagionali quantitativi, a mezzo di un subacqueo, per stimare la produzione naturale di questa particolare popolazione. Sono qui riportati i risultati dei primi tre prelievi effettuati rispettivamente nel novembre 1977, aprile 1978 e ottobre 1978 e rappresentati ciascuno da 10 campioni casuali di molluschi, ognuno dei quali è stato prelevato da un'area di 0,5 m^2.

Per mezzo di un'analisi, basata sul metodo della *deepest descent,* sono state scomposte le distribuzioni polimodali di frequenze delle dimensioni lineari della conchiglia dei mitili campionati alle varie date. Sono state anche calcolate le curve esponenziali di regressione tra la lunghezza della conchiglia (in mm) ed il peso secco privo di ceneri dei mitili (in g). Per ciascuna delle tre date queste sono risultate essere:

Istituto di Zoologia dell'Università, via L. Borsari, 44100 Ferrara.
(*) Ricerca effettuata nell'ambito del P.F. « Oceanografia e Fondi marini » del CNR (contratto N. 78.01035).

	17/XI/77	8/IV/78	20/X/78
$\bar{L} \pm s$ (mm)	—	17.24 ± 5.21	35.15 ± 6.63
%	—	2.34	93.63
$\bar{N}/m^2 \pm s$	—	17.00 ± 4.00	486.00 ± 225.00
$\bar{w}$ {lim. (mg)	—	17.84	147.77
{fid. (mg)	—	22.28 / 14.29	269.48 / 81.03
$\bar{L} \pm s$ (mm)	32.52 ± 8.50	45.61 ± 6.68	58.16 ± 4.84
%	82.15	87.11	6.37
$\bar{N}/m^2 \pm s$	799.00 ± 286.00	619.00 ± 150.00	33.00 ± 15.00
$\bar{w}$ {lim. (mg)	69.62	185.78	608.67
{fid. (mg)	126.80 / 38.22	250.27 / 137.91	1208.51 / 306.56
$\bar{L} \pm s$ (mm)	52.93 ± 5.47	66.98 ± 8.87	—
%	9.63	10.56	—
$\bar{N}/m^2 \pm s$	94.00 ± 33.00	75.00 ± 18.00	—
$\bar{w}$ {lim. (mg)	215.71	468.72	—
{fid. (mg)	427.25 / 108.90	650.64 / 337.67	—
$\bar{L} \pm s$ (mm)	69.85 ± 6.38	—	—
%	8.22	—	—
$\bar{N}/m^2 \pm s$	80.00 ± 29.00	—	—
$\bar{w}$ {lim. (mg)	410.71	—	—
{fid. (mg)	853.29 / 197.68	—	—
$\bar{L} \pm s$ (mm)	37.49 ± 13.96	47.19 ± 10.60	36.58 ± 8.61
%	100.00	100.00	100.00
$\bar{N}/m^2 \pm s$	973.00 ± 348.00	710.00 ± 172.00	519.00 ± 240.00
$\bar{w}$ {lim. (mg)	96.85	201.66	165.30
{fid. (mg)	180.78 / 51.89	272.39 / 149.30	303.48 / 90.03

TABELLA 1 - Struttura della popolazione di mitili campionata, alle diverse date. L = lunghezza dell'asse maggiore della conchiglia; N = numero di individui; w = peso secco privo di ceneri.

$$17/XI/77: \quad W = 2.15 \times 10^{-5} \times L^{2.32} \quad (b = 2.32 \pm 0.035; \; r = 0.96)$$
$$8/IV/78: \quad W = 1.88 \times 10^{-5} \times L^{2.41} \quad (b = 2.41 \pm 0.039; \; r = 0.99)$$
$$20/X/78: \quad W = 6.66 \times 10^{-6} \times L^{2.81} \quad (b = 2.81 \pm 0.084; \; r = 0.98)$$

Sulla base di queste analisi e di verosimili assunzioni circa le modalità di reclutamento, che è stato considerato continuo, e circa il periodo di

Gruppi di taglia (mm)	$\Delta t = 1$ (sem.)	$\bar{B} = \bar{N} \cdot \bar{w}$ ($g \cdot m^{-2}$)	$G = \frac{\bar{b}K \cdot (L\infty - l)}{l}$ (sem.)	$P = G \cdot B \cdot \Delta t$ ($g \cdot m^{-2}$)
0 - 10	XI/77 - IV/78	0.002	10	0.020
	IV/78 - X/78	0.002	11	0.022
10 - 20	XI/77 - IV/78	0.403	3	1.209
	IV/78 - X/78	0.117	3	0.351
20 - 30	XI/77 - IV/78	5.535	2	11.070
	IV/78 - X/78	2.397	2	4.794
30 - 40	XI/77 - IV/78	20.202	1	20.202
	IV/78 - X/78	24.034	1	24.034
40 - 50	XI/77 - IV/78	42.970	1	42.970
	IV/78 - X/78	55.690	1	55.690
50 - 60	XI/77 - IV/78	29.830	0.4	11.932
	IV/78 - X/78	35.320	0.4	14.128
60 - 70	XI/77 - IV/78	16.460	0.2	3.292
	IV/78 - X/78	16.480	0.2	3.296
70 - 80	XI/77 - IV/78	15.950	0.1	1.595
	IV/78 - X/78	9.300	0.1	0.930
80 - 90	XI/77 - IV/78	3.700	0.04	0.148
	IV/78 - X/78	5.200	0.04	0.208
Prod. tot. di PSPC		($g \cdot m^{-2} \cdot anno^{-1}$)		195.890
Prod. tot. di carne		($Kg \cdot m^{-2} \cdot anno^{-1}$)		3.004
Prod. tot. di carne + conch.		($Kg \cdot m^{-2} \cdot anno^{-1}$)		5.199

TABELLA 2 - Calcolo della produzione di mitili in base al tasso specifico di accrescimento ponderale (G). B = biomassa; N = numero di individui; w = peso secco privo di ceneri; b = esponente dell'equazione di regressione lunghezza-peso; K e $L\infty$ = parametri dell'equazione di Bertalanffy; l = valore medio di gruppo di taglia.

riproduzione di *Mytilus galloprovincialis* nella Sacca di Scardovari, che secondo RENZONI (1973) inizia a novembre e raggiunge il culmine in inverno inoltrato, è stato possibile ricostruire, su base semestrale, l'andamento della crescita (in lunghezza e peso) e delle variazioni di densità di quattro differenti classi di età dei mitili, presenti nel periodo considerato. I risultati sono riassunti in Tabella 1. La mortalità naturale è apparsa notevolmente elevata, interessando principalmente gli individui di taglia più grossa, soprattutto nei mesi più caldi della seconda metà dell'anno.

E' stata assunta l'ipotesi generalizzata di crescita di Von Bertalanffy e ne è stata calcolata l'equazione su base semestrale che è risultata essere:

$$L_t = 90.59\ (1 - e^{-0.25(t-0.2)})$$

Sulla base dei parametri di questa equazione è stata calcolata la produzione col metodo dei tassi specifici di accrescimento ponderale (G) per classi di taglia (tab. 2).

In questo caso, il metodo fornisce una sottostima della produzione essendo i G non individuali, ma calcolati sull'intera popolazione che è soggetta a mortalità taglia-dipendente. Un miglioramento della stima di produzione si potrà ottenere attraverso il confronto di più metodi di calcolo e raccogliendo dati in un arco di tempo di più anni.

LETTERATURA CITATA

RENZONI A. (1973) - Dati su accrescimento e ciclo riproduttivo di *Mytilus galloprovinlis* Lamk. nella Sacca di Scardovari. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **28**, 205-216.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C. Piccinetti, G. Piccinetti Manfrin

LA PIALASSA RAVENNATE: AMBIENTE VALLIVO DA RISANARE

Riassunto — Per esaminare le possibilità di risanamento della « pialassa » della Baiona, soggetta in passato a scarichi industriali, è stato effettuato uno studio ecologico interdisciplinare di questo ambiente vallivo. Vengono riportate le indicazioni conclusive emerse dallo studio.

Abstract — *The « pialassa » of Ravenna: marsh to restore.* To examine the possibility of restoration of « pialassa della Baiona », where industrial wastes were dumped, ecological study of this marsh is made. General conclusion of this study is reported.

Key words — Marsh, ecology.

Tra gli ambienti umidi a Sud delle valli di Comacchio, un'importanza notevole assume il comprensorio delle valli ravennati che presentano un'estensione complessiva di quasi 4000 ha. In questo insieme di valli spicca per l'estensione (oltre 1000 ha) e per le sue peculiari caratteristiche la « pialassa » della Baiona (fig. 1). Si tratta di un ambiente di notevole interesse naturalistico caratterizzato da una fitta rete di canali che mette in comunicazione le acque del mare con i bacini (chiari e buche) separati tra loro e quasi completamente arginati. La rete dei canali è collegata anche con alcuni scoli di bonifica che convogliano acque dolci provenienti dalla pineta di Ravenna e dalle campagne più interne.

Tale complesso ha assolto in passato, e forse anche attualmente, una funzione idraulica di pompa premente per il mantenimento dei fondali dell'imboccatura del porto di Ravenna. In passato le acque dolci del fiume Lamone invadevano tali bacini mantenendo la salinità a valori molto bassi. L'arginatura del fiume Lamone, riducendo notevolmente l'apporto di acque dolci alla pialassa, ha provocato sensibili modifiche ambientali; inoltre l'industrializzazione rapida del comprensorio ha portato scarichi civili e industriali nel porto canale di Ravenna o direttamente nella pialassa, peggiorando la qualità stessa delle acque. Il successivo abbandono di questo ambiente, impoveritosi biologicamente, ha favorito la rottura di argini, la chiusura di canali o il riempimento di bacini. Attualmente in seguito all'eliminazione di alcuni scarichi industriali, le condizioni ambientali sono migliorate, ma permangono diverse da un chiaro all'altro.

Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, viale Adriatico 52, 61032 Fano

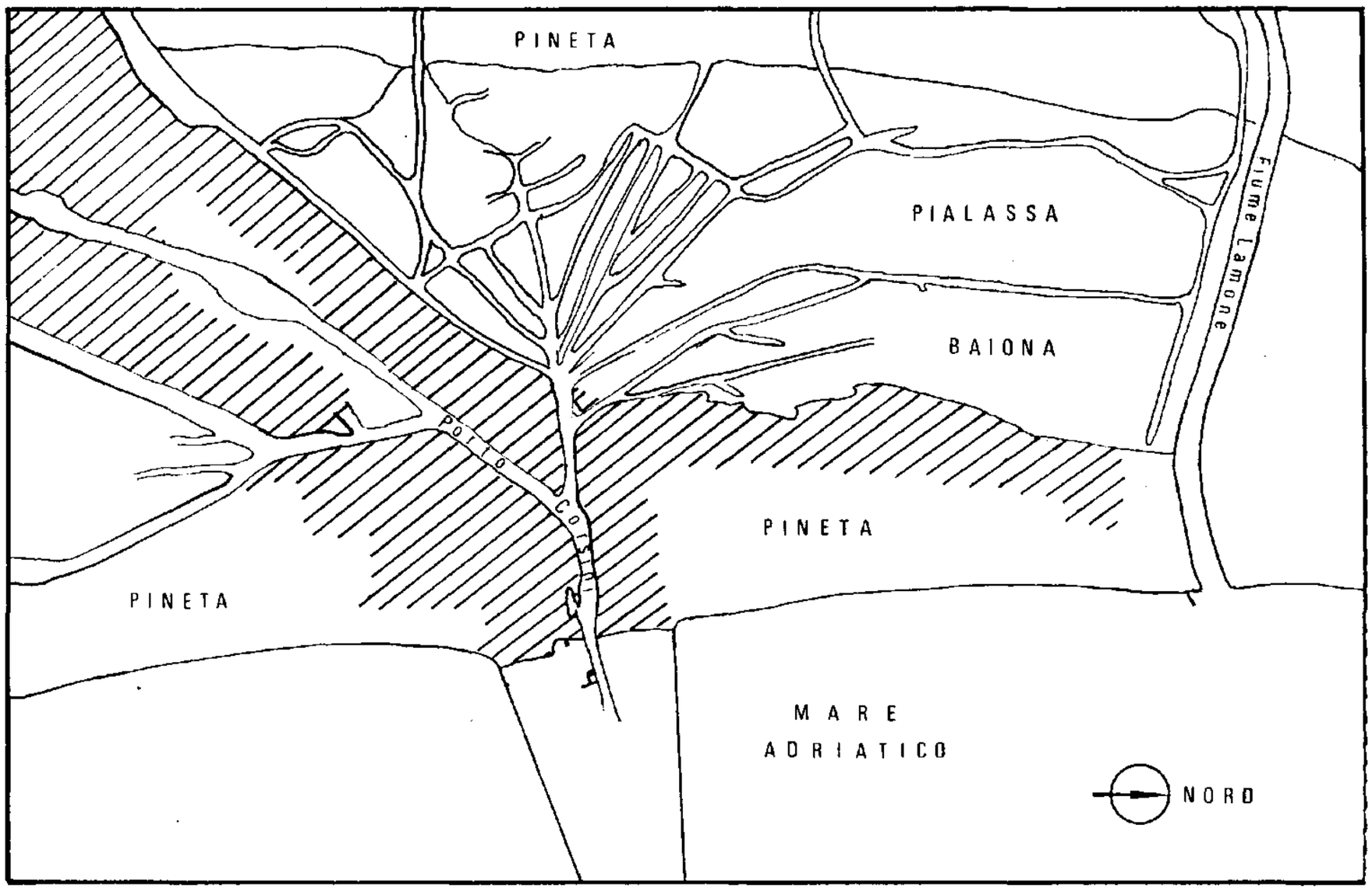


Fig. 1 - Disegno schematico della Pialassa della Baiona.

Dal 1975 il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano si è interessato a questi ambienti collaborando ad alcune indagini promosse dall'Amministrazione Comunale sulla qualità dell'ambiente con lo scopo di valutare le possibilità di un loro risanamento e di utilizzazione a fini di acquacoltura. Sono state esaminate le acque, il plancton, il benthos ed i popolamenti ittici, oltre il grado di inquinamento correlato con quello dei sedimenti.

Le analisi delle acque hanno evidenziato una forte variabilità da un bacino ad un altro, oltre a variazioni stagionali, in relazione all'intensità del ricambio idrico, riscontrandosi valori di salinità da 21‰ a oltre il 40‰. La variabilità esiste non solo per salinità e temperatura, ma anche per i sali di azoto e fosforo. L'abbondanza di questi ultimi, che presentano il classico ciclo stagionale, è alla base di alcune fioriture fitoplanctoniche a *Prorocentrum scutellum* Schroed., che frequentemente colorano di rosso scuro le acque della pialassa, in particolare nelle aree terminali ove più ridotto è il ricambio idrico.

Lo zooplancton presenta una componente di organismi provenienti dal mare con il flusso e riflusso di marea oltre ad una componente originaria della pialassa, formata in prevalenza da stadi larvali di Anellidi Policheti, Molluschi Bivalvi e Cirripedi.

Il benthos è notevolmente diverso tra i chiari ed i canali; nelle zone con scambi ridotti è estremamente abbondante il gen. *Ulva,* che nei mesi estivi in gran parte muore e va in putrefazione. Sono abbondanti, anche se non presenti contemporaneamente, gli Anellidi *Mercierella enigmatica* Fauv., *Nereis diversicolor* O.F. Müller, i Molluschi *Cerastoderma glaucum* (Bruguière), *Crassostrea angulata* (Lam.), *Mytilus galloprovincialis* Lam., *Tapes decussatus* (L.), *Cyclonassa neritea* L., i Crostacei Isopodi del gen. *Sphaeroma,* Decapodi dei gen. *Pachigrapsus, Carcinus, Palaemon* e *Palaemonetes.* La fauna ittica è costituita da specie abbondanti come *Anguilla anguilla* (L.), *Aphanius fasciatus* (Val.), Mugilidi (diverse specie), Gobidi (diverse specie), oltre a specie occasionali come *Platichthys flesus italicus* (Gthr), *Solea vulgaris* Quens., *Engraulis encrasicholus* (L.), *Syngnathus acus* L. ecc. La pesca di anguille e cefali viene effettuata con numerosi « padelloni » grosse bilance tipiche della zona di Ravenna, che servono a scopo ricreativo oltre che per l'attività commerciale di pesca. Nei chiari esercitano la pesca con reti fisse alcuni pescatori ritornati alla valle dopo un periodo di abbandono.

In relazione agli scarichi industriali versati nella pialassa, è presente nei sedimenti un certo contenuto di mercurio, la cui concentrazione decresce all'aumentare della distanza dal punto di scarico. Le analisi effettuate sui diversi organismi hanno mostrato solo per le anguille concentrazioni elevate di mercurio (spesso superiori a 1 ppm) nei tessuti. Le altre specie, in relazione alla diversa alimentazione e a un più limitato periodo di permanenza nella pialassa, non presentano differenze, per il contenuto di mercurio, con gli organismi di zone non inquinate. L'insieme delle ricerche, che abbiamo cercato di riassumere, ha messo in evidenza, oltre all'instabilità di questo ambiente, l'esistenza di possibilità di recupero sia per evitare i fenomeni putrefattivi estivi sia per una sua utilizzazione a fini produttivi.

Si prevede, iniziando su un bacino pilota di 80 ha, di ricostruire le arginature dei singoli chiari, munendole di chiaviche; di riattivare la circolazione idrica, approfondendo i canali ostruiti e di collegare la pialassa con le acque dolci del fiume Lamone. Ciò permetterà, ripristinate le condizioni preesistenti, di controllare le condizioni interne di ogni bacino e i ricambi idrici. Lasciando libera la pesca ricreativa nei canali, sarà possibile per i pescatori professionisti utilizzare i bacini per forme di acquacoltura estensiva o semiintensiva, con semine controllate, ma con esclusione di somministrazione di mangimi artificiali. Stimolando l'interesse dell'uomo per questi ambienti, si spera di garantire anche nel futuro la loro conservazione.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

J. BERGERARD

CONSEQUENCES ECOLOGIQUES DE LA POLLUTION PETROLIERE DUE AU NAUFRAGE DE L'« AMOCO CADIZ » SUR LES CÔTES DE BRETAGNE

Riassunto — *Conseguenze ecologiche dell'inquinamento da petrolio, in seguito al naufragio dell'« Amoco Cadiz » sulle coste della Bretagna.* Nelle prime tre settimane dopo il naufragio dell'« Amoco Cadiz » tutto il carico (230.000 t) ha contaminato gravemente circa 350 Km di costa fra Le Conquet e l'isola di Bréhat. La morte degli organismi è stata causata principalmente dalla tossicità della frazione volatile aromatica che, peraltro, evaporò rapidamente in grande quantità. La sensibilità al petrolio degli organismi marini è risultata molto eterogenea (massima per gli anfipodi, mentre gli anellidi hanno presentato una certa resistenza). La ricostituzione delle popolazioni delle specie colpite dipende essenzialmente dalle caratteristiche riproduttive delle stesse, dalle fasi larvali e anche dalla disponibilità delle riserve per la ricolonizzazione. Altri effetti a lungo termine derivano dall'accumulo di frazioni pesanti nelle aree più riparate, dove è stata rilevata una rottura dell'equilibrio biologico in favore delle specie opportuniste.

Abstract — During the first weeks after the supertanker « Amoco Cadiz » was wrecked, the entire cargo (230.000 tons) polluted heavily about 350 km of coastline, between Le Conquet and the Isle of Bréhat.

The mortalities were mostly due to the toxicity of the light aromatic fraction which, on the other hand, evaporated in large amounts. The sensitivity to oil of the different groups of marine animals appeared to be very unequal, the most affected being the Amphipods, whereas the Annelids resisted fairly well.

The recovery of the populations of the affected species depends mainly on the characteristics of their reproduction and larval life and also on the distance or proximity of reserves for recolonisation. Other long term effects are induced by the accumulation of weathered heavy fractions of the oil in the most sheltered areas, where a break of equilibrium in favour of opportunistic species has been noticed.

Key words — Oil pollution, opportunistic species.

Les côtes Nord de la Bretagne ont connu successivement deux pollutions dues à des accidents de pétroliers, dans des conditions très différentes. En 1967, le « Torrey-Canyon » fait naufrage à l'extrême Ouest de la Cornouaille anglaise et les nappes de pétrole ne parviennent à la côte française qu'après un long voyage (3 semaines) à la surface de la mer; c'est donc un pétrole débarrassé de ses fractions légères, très largement émulsionné dans l'eau de mer qui empâte les rochers et les plages sur une longueur de côte de 150 Km environ. Le nettoyage pratiqué localement à grand renfort de détergents plus toxiques que le pétrole lui-même, provoque une mortalité de la faune pratiquement totale sur des régions très limitées de la côte qui mettront plusieurs années à se repeupler.

Station biologique de Roscoff, Place Georges-Teissier - 29211 Roscoff - France,

En mars 1978, l'« Amoco Cadiz » échoue sur la côte Nord de la Bretagne, le pétrole atteint les rochers et les plages dès le premier jour au voisinage de l'épave (Portsall), et la pollution atteint son maximum d'extension (350 Km de côte) dans les 10 premiers jours. C'est donc un pétrole fluide, contenant encore ses fractions légères et réparti en nappes épaisses, qu'il faudra combattre et dont on pourra constater les effets sur la faune et la flore.

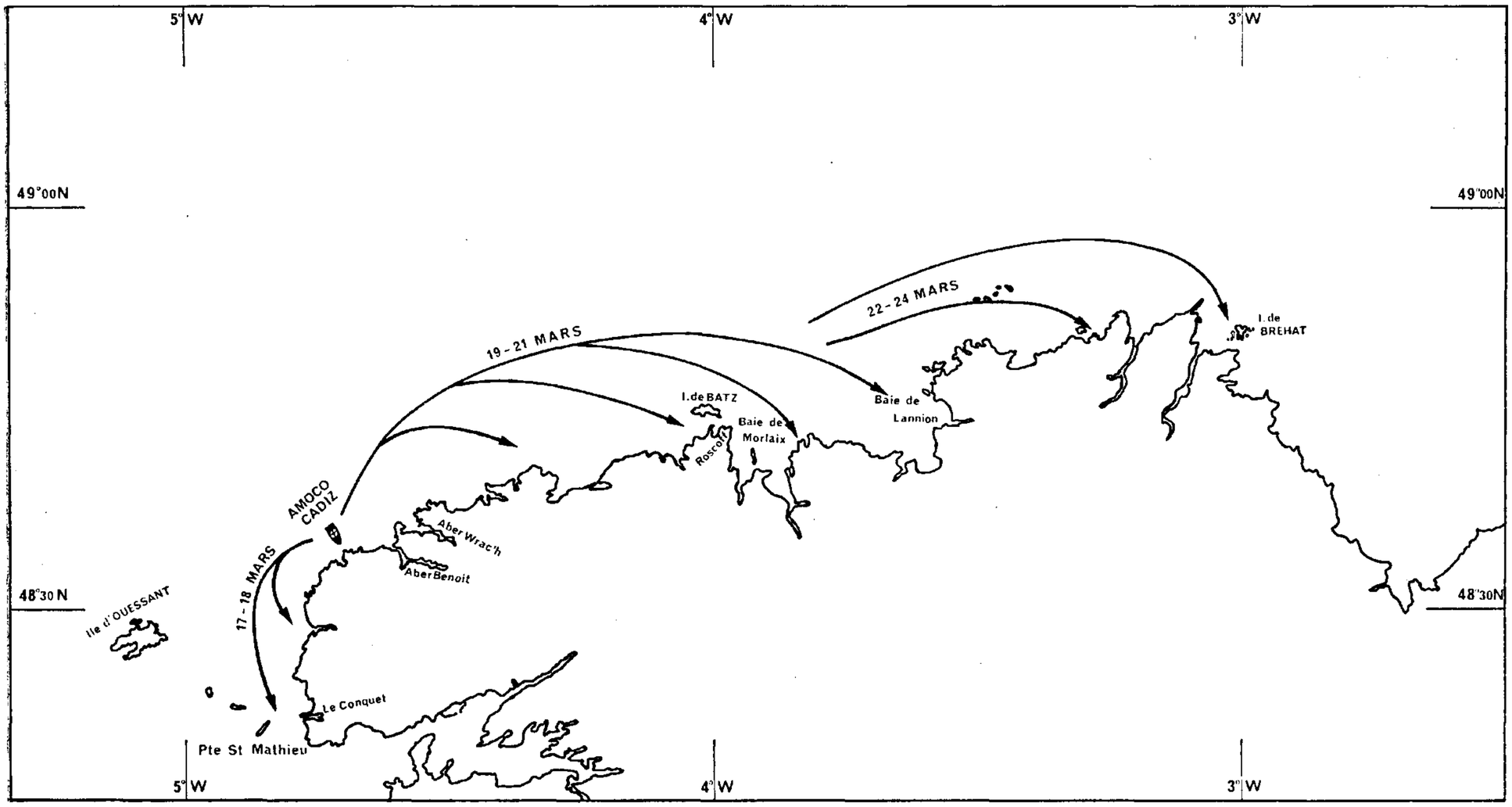
D'autre part, la Station Biologique de Roscoff dont le territoire habituel de prospection, marqué, par exemple, par les limites de notre Inventaire Faunistique et Floristique (de Portsall à l'Ouest aux Sept Iles à l'Est) n'avait été affecté que pour une faible fraction de sa zone ouest par la première catastrophe, est cette fois située au centre même de la région polluée. Cette situation nous a donné dès le départ un rôle tristement privilégié dans l'observation d'un phénomène d'une importance inégalée jusqu'ici puisque, dans l'espace de deux semaines environ, la totalité du chargement du pétrolier (230.000 tonnes) va se répandre et se disperser à la surface de la mer.

Role des vents - mouvement des nappes et repartition du petrole a la côte et sur le fond

Le régime des vents est bien connu pour être le facteur principal déterminant la progression des nappes qui dérivent avec une vitesse d'environ 3 à 4% de celle du vent. Dans le cas de l'« Amoco Cadiz » des vents violents, d'abord du Nord-Est, passant rapidement au Sud-Ouest, puis au Nord-Ouest (fig. 1) permettaient une extension très rapide de la pollution dès la première semaine. Le site même de Roscoff était atteint dès le 20 Mars (naufrage survenu le 16 Mars à 23 h.).

Par la suite, les vents soufflant alternativement de l'Ouest puis de l'Est, devaient surtout entraîner la circulation des nappes d'un point à un autre de la zone déjà polluée et permettre une légère extension de la pollution vers l'Est comme vers l'Ouest. Une partie des nappes fut d'ailleurs entraînée plus au large et traitée par des dispersants. Ce régime alternatif de vent, la plupart du temps violents, explique à la fois la généralité de la pollution dans la zone atteinte, mais aussi l'évaporation très rapide des éléments légers du pétrole, hydrocarbures aromatiques très toxiques, qui n'auront donc qu'une action très limitée dans le temps, sur la faune et la flore.

Enfin, les observations ont montré qu'une partie très importante du pétrole s'est trouvée adsorbée sur des particules argileuses en suspension,



Les zones massivement polluées sont réparties entre Le Conquet et Bréhat; elles ont été principalement atteintes lors de la dérive initiale en mars 1978. Les fonds sublittoraux les plus pollués sont situés dans les Abers, la Baie de Morlaix et la baie de Lannion.

qui sédimentent après les tempêtes, circulent sur le fond au gré des courants de marée et viennent s'accumuler dans les zones à faible hydrodynamisme. C'est ainsi que des zones non atteintes par les nappes de surface, par exemple les parcs ostréicoles du fond de la Baie de Morlaix, ont pu se trouver secondairement lourdement polluées.

Programme d'étude de la pollution

Dès les premiers jours suivant la catastrophe, le Ministère français de l'Environnement chargeait le Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) de mettre en oeuvre avec la participation de tous les organismes de recherche compétents, un programme d'étude qui se poursuit encore actuellement. Parallèlement, un deuxième programme était mis en oeuvre conjointement par le CNEXO et la NOAA américaine. Notre Laboratoire, de par sa situation géographique et grâce à sa connaissance antérieure de la faune et de la flore locales, y a largement participé. On trouvera dans la bibliographie succincte de cet article les références d'ensemble des travaux effectués dans le cadre de ces programmes actuellement publiés. Ils concernent à la fois la zone de balancement des marées et la zone subtidale et associent d'une part des observations qualitatives effectuées sur une très large échelle et, d'autre part, des observations quantitatives beaucoup plus ponctuelles, qui sont souvent la poursuite de travaux écologiques entrepris bien avant la pollution et pour lesquelles nous disposons donc de bases de départ très solides.

Consequences immediates sur la faune et sur la flore

Il est souvent difficile au cours des premiers jours d'une telle catastrophe de se rendre compte de l'impact réel sur les êtres vivants mis brusquement au contact de cette pollution. Vu l'amplitude des marées dans notre région, atteignant plus de 9 m de dénivellation verticale entre haute mer et basse mer, en période de vive eau, le pétrole déposé sur l'estran à marée descendante se trouve repris et remis en circulation à la marée montante suivante, mais entre temps, une partie s'est imprégnée dans le sable ou la vase des sédiments. D'autre part, les niveaux les plus élevés de la zone de balancement des marées qui ne sont immergés que peu de temps et seulement en vive eau, conservent le pétrole beaucoup plus longtemps et les organismes qui y vivent vont donc être souvent définitivement engluée et tués par une action à la fois physique et toxique.

Des mortalités très spectaculaires ont été observées en quelques points

de la côte dès les premiers jours. Par exemple sur la grève de St Efflam-St Michel en Grève, on a pu estimer à plusieurs millions les tests d'Oursins des sables: *Echinocardium cordatum* rejetés en laisse de marée, continue, qui contenait également de nombreuses coquilles de Couteaux, *Pharus legumen.* Des mortalités très spectaculaires également ont pu être notées au voisinage immédiat de l'épave, ou dans les Abers Wrac'h et Benoît. Comme dans chaque accident pétrolier, il faut naturellement déplorer la mort de nombreux oiseaux de mer.

Mais dans l'ensemble, on peut remarquer que dans la zone intertidale, une fois passée la pollution massive, c'est-à-dire au bout de quelques mois, on ne pouvait pas trouver, comme cela avait été le cas après le nettoyage du pétrole issu du « Torrey Canyon », de place vide de tout être vivant. Ce fait important est probablement dû à ce que le nettoyage des plages, comme celui des rochers, a été essentiellement poursuivi par des moyens naturels (lavage) avec intervention minimum de détergents. On assiste de plus à des variations extrêmes d'impact, d'un point à un autre - dues à de nombreuses causes dont certaines ont déjà été évoquées:

1. Moment de la première pollution; le pétrole vieilli de quelques jours est beaucoup moins toxique; ce moment dépend en grande partie de l'orientation géographique de la côte;
2. Zonation de marées. Les zones élevées ont été davantage éprouvées;
3. Zones calmes, également plus éprouvées;
4. Enfin, les différents groupes animaux se sont montrés inégalement sensibles aux effets du pétrole.

Ainsi, dans un ordre de sensibilité décroissante, peut on citer les petits crustacés, Amphipodes, Isopodes (surtout les fouisseurs) puis les Mollusques lamellibranches, les Oursins des sables, les Mollusques gastéropodes, cependant que les Annélides Polychètes ou les Synaptes se montraient particulièrement résistantes.

Cet ordre de sensibilité des divers groupes animaux se retrouve également dans les études quantitatives plus ponctuelles menées par exemple par DAUVIN (1979) dans les sables fins subtidaux (—19 m) de la Pierre Noire à l'entrée de la Baie de Morlaix.

Alors que des 6 espèces d'*Ampelisca* (Amphipodes fouisseurs) présentes avant la catastrophe ne subsistaient qu'une seule espèce, le nombre des espèces de Mollusques présentes dans les mêmes sédiments montrait seulement une réduction de 25%, et celui des Annélides ne manifestait aucun fléchissement. Parlant de densité, celle des *Ampelisca* passait en

quelques jours de plusieurs milliers d'individus au mètre carré à moins d'une dizaine, affectant gravement la biomasse, dont les *Ampelisca* formaient, avant la pollution, environ la moitié.

La méiofaune a également été suivie en particulier par G. BOUCHER, aussi bien dans des sites de la zone intertidale que dans les sédiments de la Pierre Noire. Les Nématodes qui en constituent les peuplements principaux n'ont guère été affectés dans un premier temps, alors que les Copépodes harpacticoïdes montraient une sensibilité beaucoup plus grande.

Les Algues (*Fucus*, Laminaires, etc...) bien que très souvent engluées de pétrole dans les premiers jours, ont également bien surmonté le choc. De véritables mortalités n'ont guère été notées que dans les niveaux élevés (*Pelvetia*) et pour les Lichens de la zone supratidale.

RECONSTITUTION DES POPULATIONS

Après les mortalités intervenues dans les premiers temps de la pollution, l'intérêt est naturellement d'étudier le retour à la situation normale. Ici encore, plusieurs considérations sont nécessaires pour comprendre la dynamique des phénomènes. Malgré une évolution rapide de la toxicité du pétrole déjà signalée, les différents sites se sont trouvés dans une situation résiduelle différente et en perpétuelle évolution.

Très grossièrement, les sites ont été d'autant plus vite nettoyés naturellement qu'ils se trouvent plus bas dans l'étagement des zones de marées, en même temps que les zones rocheuses étaient nettoyées également beaucoup plus rapidement que les zones de sédiments, parmi lesquels les plus conservateurs du pétrole sont les sédiments les plus fins.

La reconstitution ne pouvant commencer que lorsque la pollution a disparu, il faut donc s'attendre à des situations très diverses. Il faut également tenir compte des caractéristiques de reproduction de chaque espèce: existence de larves pélagiques ou reproduction sur place, existence également pour la plupart des espèces d'une période relativement courte de reproduction annuelle qui dans de nombreux cas coïncide avec le printemps, c'est-à-dire les mois de Mars, Avril, Mai qui ont été les mois de pollution en 1978.

Quelques exemples peuvent faire comprendre le type de variations auquel nous assistons.

α) Les Spirorbes (*Spirorbis spirorbis*), Annélides Tubicoles, qui vivent fixées sur les *Fucus* dans la zone de mi-marée ont vu dans le chenal de l'Ile Verte, devant le Laboratoire, leur croissance et leur reproduction stoppées pendant 3 semaines environ et ont subi une mortalité de 50%.

Mais dans ce milieu rocheux, lavé par la mer à chaque marée, moins d'un mois après la pollution la croissance et la reproduction ont repris, et l'espèce pondant régulièrement entre février et octobre, les populations se sont rapidement reconstituées.

β) *Convoluta roscoffensis,* Turbellarié vivant en très grande abondance dans les hauts de plage humides, semblait avoir complètement disparu. Les premières populations denses n'ont reparu à Roscoff (fond de l'Aber) qu'en novembre 1978.

γ) Les populations de *Corophium,* Amphipode fouisseur, ont mis encore plus longtemps, puisque ce n'est qu'au cours de l'été 1979 que leur reconstitution, également dans le fond de l'Aber de Roscoff, a pu être observée.

De même, les populations d'*Ampelisca* suivies par DAUVIN (1979), dans les sables subtidaux de la Pierre Noire, après 18 mois, ne font qu'amorcer très timidement une reconstitution. Une espèce sur les 5 disparues a recolonisé le biotope et les densité augmentent très lentement.

Ainsi, même si l'on considère uniquement le fait d'une toxicité initiale rapide (moins d'un mois) et que la question principale ne réside que dans la reconstitution des populations grâce à la reproduction des individus restés vivants sur place ou à proximité immédiate, il faudra probablement plusieurs saisons pour atteindre de nouveau l'équilibre antérieur.

DÉSÉQUILIBRES DURABLES DES PEUPLEMENES DU A LA POLLUTION PÉTROLIÈRE

Si le cas précédemment envisagé représente la très grande majorité des sites, il faut cependant constater que dans certains, le pétrole ou du moins ses parties lourdes, s'est accumulé massivement. C'est le cas en particulier des sédiments vaseux de la zone intertidale situés à un niveau élevé de la zone des marées; c'est même le cas de nombreuses plages où l'on retrouve en creusant des niveaux pollués souvent enfouis à plusieurs dizaines de centimètres sous du sable propre. C'est également le cas de certaines parties de la zone subtidale dans les baies de Morlaix et Lannion (CABIOCH *et al.*) où les pelites ayant adsorbés du pétrole se déposent longuement (zones à faible hydrodynamisme).

Les études de populations poursuivies dans ces zones montrent que des espèces opportunistes se sont développées, parfois en très grandes densité, donnant un tableau qui présente une analogie frappante avec les conséquences bien connues de pollutions organiques. Pour la macrofaune

on a ainsi constaté la pullulation d'individus de quelques espèces d'Annélides bien connues (Capitelliformes, Spioniformes, etc...).

Il faut noter que cette conséquence très marquée dans les sites proches de l'épave (Abers Benoît et Aber Wrac'h) ne l'est plus qu'assez faiblement en baie de Lannion, et encore moins en Baie de Morlaix.

Les études poursuivies par S. CHAMROUX et G. BOUCHER sur les peuplements bactériens et les peuplements de Nématodes des vases, comme des sables vaseux, montrent un phénomène analogue. Ainsi, les populations de Nématodes voient le spectre de leurs espèces se modifier au bout de nombreux mois, d'une manière analogue à ce qui était obtenu par les mêmes auteurs dans des sédiments maintenus en bacs expérimentaux, où l'on ajoute journellement une surcharge organique.

Cet effet secondaire, de type pollution organique, de la pollution pétrolière, est un aspect important lié à la dégradation progressive des fractions lourdes et dont la durée est difficile à estimer.

CONCLUSIONS

Le Monde moderne a tendance à tourner facilement les pages. Depuis mars 1978, beaucoup de faits se sont déroulés et l'actualité de l'« Amoco Cadiz » est du passé, même si de temps en temps, la presse se fait rapidement l'écho de telle ou telle phase des procès engagés. Les traces apparentes de la pollution ont disparu. Les touristes sont revenus. C'est probablement à nous Naturalistes de rappeler que les traces sur les peuplements d'êtres vivants sont encore très importantes, que plusieurs années seront nécessaires pour les atténuer et les faire disparaître.

Encore faut-il dire à tous nos collègues du monde entier que nous avons eu beaucoup de chance et faire ressortir qu'en face de l'ampleur de la pollution initiale, de nombreux facteurs ont joué en notre faveur.

D'abord, la qualité même du pétrole riche en aromatiques légers très toxiques mais rapidement évaporables. Ensuite, le fait que les fortes marées aient pu assez rapidement entraîner le lessivage, en excluant seulement les zones très abritées ou quelques sites de la zone supralittorale.

Cette expérience que nous avons vécue et dont nous nous serions bien passés apporte finalement plusieurs conclusions scientifiquement intéressantes, par exemple, la réalité d'une circulation importante de pétrole adsorbé par les particules argileuses sous l'action des courants de fonds - ce qui veut dire qu'une nappe de pétrole coulée en haute mer grâce à des dispersants n'a peut-être pas perdu pour autant toute nocivité. Par exem-

ple, également, les déséquilibres de peuplements dus à la pollution d'espèces opportunistes après une pollution massive.

Nous devons également en tirer une détermination d'action auprès des pouvoirs publies pour assurer une protection aussi efficace que possible de nos côtes contre le renouvellement de telles catastrophes.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

« Amoco Cadiz ». Premières observations sur la pollution par les hydrocarbures. Brest, France, 7 Juin 1978. *Publications du CNEXO « Actes de Colloques »*, **6**, 1978.

The « Amoco Cadiz » oil spill. A preliminary Scientific Report. Ed. Wilmost N. Hess. Publié par la NOAA, Washington D.C. 20402, U.S. Governement Printing Office, avril 1978.

« Amoco Cadiz ». Conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures. Colloque Brest, 19-22 novembre 1979. *Publications du CNEXO* (sous presse).

BESLIER A., BIRRIEN J. L., CABIOCH L., LARSONNEUR C., LE BORGNE L. - La pollution des baies de Morlaix et de Lannion par les hydrocarbures de l'« Amoco Cadiz »: Répartition sur les fonds et évolution. *Helgoländ. wiss. Meeresunters,* **33** (sous presse).

BOUCHER G. - Impact of « Amoco Cadiz » oil spill on intertidal and sublittoral meiofauna. *Mar. Pollut. Bull.* (sous presse).

CABIOCH L., DAUVIN J. C., MORA BERMUDEZ, RODRIGUEZ BABIO - Effets de la marée noire de l'« Amoco Cadiz » sur le benthos sublittoral du Nord de la Bretagne. *Helgoländ wiss. Meeresunters,* **33** (sous presse).

DAUVIN J. C. (1979) - Recherches quantitatives sur le peuplement des sables fins de la Pierre Noire, baie de Morlaix, et sur leur perturbation par les hydrocarbures de l'« Amoco Cadiz ». *Thèse 3ème cycle, Paris.*

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

D. MANOLELI

DES MODIFICATIONS SURVENUES CES 30 DERNIÈRES ANNÉES DANS LA COMPOSITION DE LA FAUNE BENTHIQUE DU LITTORAL ROUMAIN (MER NOIRE)

Riassunto — *Modificazioni nella composizione della fauna bentonica del litorale rumeno (Mar Nero) verificatesi negli ultimi 30 anni.* Lungo i litorali rumeni si verificano, nella struttura delle comunità bentoniche, brusche ed anche sostanziali modificazioni, spesso reversibili, come ad esempio quelle constatate nelle baie e nelle lagune. Altre modificazioni più lente risultano invece irreversibili, cambiando completamente gli equilibri biologici. Le specie mediterranee più marcatamente stenoaline e stenoterme tendono a scomparire, mentre altre specie opportuniste conquistano nuovi biotopi in ambienti fortemente selettivi e imprevedibili lungo le coste nord-occidentali del M. Nero. Questa situazione solleva numerosi interrogativi non ancora risolti.

Résumé — On s'aperçoit que sur le littoral roumain ont lieu tant des modifications brusque, substantielles, mais souvent réversibles, comme celles surgissant dans les baies et les lagunes, que des modifications plus lentes, qui s'imposent d'une manière irréversible, en changeant complètement la balance fonctionelle des biocénoses benthiques.

Certains endroits du littoral roumain deviennent des milieux sévères, fortement contrôlés, imprédictibles, puissamment sélectifs vis-à-vis des populations faunistiques euryoïques.

Les espèces méditerranéennes plus sténohalines et sténothermes sont en voie de disparition, tandis que d'autres espèces, opportunistes, conquièrent de nouveaux biotopes, en soulevant beaucoup de questions pas encore résolues.

Abstract — *Modifications occurred in the composition of the benthic fauna of the Romanian littoral (Black Sea) during the last 30 years.* Several reversible modifications as well as those gradually and irreversibly changing the functional balance of some benthic communities of the Romanian littoral are run over. Both disappearing and opportunist species are mentioned that conquer new sites within the context of environments strongly controled, unpredictable and very selective in the north-western Black Sea.

Key words — Modifications, benthos, Romanian littoral.

Le littoral roumain a une longueur de 228 Km. Le fond marin est formé par un plateau continental avec une pente uniforme descendant jusqu'à 200 m. Il y a un courant marin principal en direction N-S, avec une vitesse de 20 à 50 cm/s. La salinité de l'eau de mer dans la zone côtière a des valeurs variant de 0‰ (à la surface, dans l'immédiate proximité des embouchures du Danube) à 20‰ dans les couches plus profondes au large. Pour ce qui est de la température, la moyenne annuelle

Muséum d'Histoire naturelle « Grigore Antipa », 1 Chaussée Kiseleff, 71268 Bucarest, Roumanie.

de la mer est de 12,6°C à la surface, prés de la côte et de 14°C au large. En juillet elle peut monter jusqu'à 27°C à la surface et descendre jusqu'à —1,3°C, dans les conditions d'une salinité de 18‰, en hiver; de faibles gelées, plus ou moins fortes, ont lieu presque chaque année.

Au point de vue biologique, on distingue sur notre littoral une mosaïque de communautés en fonction du type de substrat et de la distance qui les sépare des embouchures du Danube. Le secteur septentrional est caractérisé par des substrats meubles sablonneux ou vaseux avec les respectives zones de transition, généralement dépourvues de végétation macrophyte. Le secteur méridional, jusqu'à 20 m de profondeur, est formé de plages de sable grossier, interrompues par endroits, par la plate-forme calcaire sarmatienne, cette-ci étant couverte habituellement par une végétation macrophyte.

Ces types de substrat favorisent une faune dont les représentants sont pour la plupart euryoïques, présentant des adaptations déterminées génétiquement, mais qui démontrent également une résistance non-génétique, dans les limites de l'étendue de leur réactivité génotypique.

Il est bien vrai que par la valeur même de leur amplitude les oscillations spatio-temporelles des conditions du milieu du littoral roumain, déterminent des modifications sensibles quant à la qualité, la quantité et la distribution de la vie littorale. Mais, vu qu'elles ont toujours existé, ou tout au moins depuis les temps historiques, on ne saurait leur attribuer de façon exclusive le changement de certains écosystèmes. Dans le déterminisme actuel des phénomènes biologiques marins au long de notre littoral, l'impact humain occupe, sans doute, une position centrale; la constatation de ses effets est basée, en premier lieu, sur l'équilibre fonctionel des populations et aussi sur l'inventaire régulier des espèces, même si la situation d'une seule espèce peut devenir, à un certain moment, l'objet de l'évaluation de l'impact. Au demeurant, nous rapportons l'évolution des structures spécifiques, dans une même mesure aux causes naturelles, répétables, évidentes et mesurables, ainsi qu'à celles artificielles actuelles, allométriquement cumulatives, permanentes, mais insidieuses et non toujours saisissables. Mais la grande difficulté n'est pas tellement de mettre en évidence certaines modifications ou les causes qui les déterminent, mais de distinguer la nature de la modification: est-elle réversible ou non? Ceci est dû au fait que dans un milieu, parfois sévèrement contrôlé physiquement et imprédictible comme celui de notre littoral, les modifications brusques ne sont pas irréversibles, en principe, tandis que les modifications lentes appréciables seulement à de grands intervalles, le sont.

1. La Baie Musura, par exemple, un golfe marin avec des eaux poïkilohalines, se trouvant sous l'influence des eaux deltaïques brunes d'infiltration, viciées par les acides humiques et par les eaux du bras Chilia, riches en particules en suspension, a subi une réduction de la diversité de la faune, ainsi qu'une diminution de la biomasse, qui se reflète dans la production piscicole de la zone. Il va sans dire que les hivers durs, comme celui de 1954, par exemple, provoquent des effets similaires (BĂCESCU et DUMITRESCU, 1957), mais ces effets sont temporaires, ainsi que les modifications survenues suite à l'installation de longue durée d'une nette stratification estivale de la salinité et à la cessation de la circulation verticale de l'eau (MANOLELI *et al.*, 1974). La crise dystrophiques s'y installant porte atteinte sur les Polychètes des sédiments ainsi que sur les espèces de Cumacés et de Mysidés. Dans des situations pareilles, l'équilibre est rétabli avec le temps. La répétition de ces phénomènes pendant l'été ainsi que les hivers durs dominés par les gelées, ajoutés à la réduction incessante du poids spécifique du sédiment, transforment quand même, la baie dans un milieu sévère, puissament contrôlé, au fur et à mesure que le delta s'y avance.

2. Au niveau des embouchures du Danube, sur la direction principale des bras du fleuve, on remarque la limitation de la biocénose avec *Barnea candida,* l'élargissement de la bande de roseaux au long des plages et une appréciable réduction de la biomasse dans les vases à *Spisula subtruncata triangula.* D'autre part, le Polychète *Polydora ciliata* semble avoir conquis un nouveau biotope, ses tubes vaseux s'entremêlant, assez loin en amont du fleuve, avec ceux de *Hypania invalida* (MANOLELI et NALBANT, 1975). Plus récemment nous avons trouvé des étages avancés postlarvaires dans les tubes des adultes de *Polydora,* nous suggérant un développement condensé, sans larves planctoniques; il s'agit peut-être d'une population écologiquement isolée des populations perforantes et qui est amenée à s'isoler reproductivement aussi.

3. Entre Sulina et Sf. Gheorghe et au sud jusqu'à Mamaia, dans l'infralittoral, se trouvait la biocénose avec la plus grande biomasse et la plus grande valeur trophique de l'entier bassin de la mer Noire: les sables fins à *Corbula mediterranea.* On y a identifié plus de 100 espèces psammobiontes (BĂCESCU et al., 1957). Les causes de l'agglomération de tant de formes benthiques dans les eaux littorales peu profondes sont nombreuses (BĂCESCU, 1969). Des recherches plus récentes (HEIP, 1977) mettent en évidence que l'aggrégation active, par opposition à celle passive due au

triage selon l'âge et la dimension des animaux (GOMOIU, 1968), serait aussi la resultante de deux tendances opposées: a) le besoin d'énergie suffisante avec une distribution équitable de l'espace entre les individus d'une population et b) la nécessité du contact entre les individus si l'accouplement fait partie du schéma de reproduction. Vu que l'aggrégation semble être la loi, la stratégie de la plupart des invertébres marins benthiques réside dans la diminution du risque de rester sans partenaire sexuel plutôt que dans la diminution de celui de ne plus trouver de la nourriture. Cette stratégie est adoptée par la plupart des Polychètes Capitéllidés et Spionidés et des Crustacés du psammon à *Corbula.*

Ce qui arrive à tous ces organismes pendant les grandes tempêtes, auxquelles s'ajoutent ou non les gelées, est facile à deviner. Ils sont jetés en masse sur la plage par les vagues qui, jusqu'à 4-5 m de profondeur, ont la force d'arracher même les êtres vivants bien ancrés dans le sédiment, tels *Arenicola marina, Solen vagina, Mya arenaria* et *Upogebia littoralis.* Par conséquent, l'aggrégation facilite la perte intermittente de grandes quantités vivantes, mais c'est toujours elle qui mène à la récupération relativement rapide des stocks initiaux, par les survivants vagiles qui attirent « magnétiquement » les exemplaires dispersés de la même espèce, si les conditions de substrat s'y retrouvent. La faune épibionte gagne à son tour le biotope une fois les bivalves réinstallés.

Ce pourrait être la raison pour laquelle la cénose, complètement anéantie en 1954 et en 1962 après les grandes gelées et les fortes tempêtes, s'est refaite chaque fois, bien qu'au bout de 3 au 4 années.

Néanmoins, à partir de 1970, nous avons assisté à l'appauvrissement de plus en plus accusé de la cénose. Les espèces *Arenicola marina, Solen vagina* et *Upogebia littoralis,* pour ne plus parler de *Corbula mediterranea,* font aujourd'hui presque complètement défaut. Plusieurs causes en sont responsables. Outre les phénomènes d'eutrophisation, les grandes quantités de loess rejetées en mer lors des constructions des digues, ainsi que les digues elles-mêmes, par les courants tourbillonaires qu'elles provoquent, ont conduit à l'envasement des sables fines. Tout cela a bouleversé le biotope d'une telle manière, qu'aucune des conditions abiotiques d'auparavant ne s'y retrouve. Or, outre les espèces arénacées mentionnées ci-dessus, ni *Corbula mediterranea* des sables fines, ni *Ophelia bicornis* ou *Mesodesma corneum* des sables grossières du sud de notre littoral ne peuvent se développer que dans des sédiments typiques, dont la faible teneur en silt et en argile maintient la porosité et le chimisme exigés par leur sténotopie. Cette plasticité physiologique réduite quant à l'utilisation des ressources du milieu les a rendues plus vulnérables aux nouvelles conditions

crées par l'impact humain. Ainsi, la baisse du potentiel trophique de ces biocénoses littorales a influencé directement la survie des petits poissons qui y trouvaient d'habitude leur nourriture: Esturgeons, Clupéidés, Pléuronectidés, Gobiidés etc.

En tout état de cause, un phénomène opposé à ce que nous venons de démontrer a eu lieu dans ces secteurs de notre littoral. *Mya arenaria,* espèce nord-atlantique, absente de la mer Méditerranée, pénétrée accidentellement en mer Noire, où elle fut signalée pour la première fois d'Odessa, en 1966, a avancé de façon vertigineuse vers le sud, étant signalée pour la première fois chez nous en 1967, pour être rencontrée en 1971 tout le long du littoral, entre 0,1 m et 32 m de profondeur (PETRAN et GOMOIU, 1972).

Ce développement de *Mya arenaria* correspond au principe de SLOBODKIN et SANDERS (1969), selon lequel les espèces des zones à faible prédictibilité ou imprédictibles peuvent envahir des zones à grande prédictibilité et diversité comme celle à *Corbula,* invasion moins probable en sens inverse. En général, l'invasion est empêchée par la compétition interspécifique; pourtant, si elle a lieu, elle ne conduit pas à l'élimination de quelque population résidente. La cohabitation assez longue de *Mya* avec *Corbula* et avec d'autres organismes de la biocénose, dans les sédiments du secteur prédeltaïque, témoigne partiellement de la validité de ce principe. Il paraît que l'installation de *Mya* est due initiallement à l'existence ou plutôt à l'apparition d'un déséquilibre temporaire dans les relations trophiques et topiques des biocénoses au long de notre littoral et, en premier lieu, de celle à *Corbula mediterranea,* au nord.

Des déséquilibres pareils sont souvent déterminés soit par les tempêtes, soit surtout par les gelées et les marées rouges: ceux-ci agissent soit à court terme, soit au cours d'une saison, permettant aux espèces opportunistes de se développer tant qu'il y a des disponibilités suffisantes en nourriture. Ce fut le cas, paraît-il, du crabe nécrophage *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* qui, trouvant le même déséquilibre dans la cénose à *Corbula mediterranea,* connut un développement exceptionnel le printemps suite aux hivers de 1954 et 1962. Depuis lors, ce crabe a conquis constamment les sables fines à *Corbula* et les sédiments lagunaires. Ensuite, son expansion a subi un arrêt suivi d'un déclin, le seul endroit où il peut encore être trouvé, étant aujourd'hui le sud du complexe lagunaire Razelm-Sinoe.

Toutes cettes observations démontrent que certaines communautés benthiques, en dépit de leur apparente stabilité, peuvent être structurée selon le modèle de perturbation, mais elles ne fournissent malheureuse-

ment aucune information concernant les changements successifs pour la période suivante. En effet, il est très difficile de surprendre les changements qui se déroulent rapidement, à court intervalle de temps, une fois la perturbation survenue. Nous ne pouvons que constater les conséquences (invasions, extinctions ou récolonisations) à la fin d'une suite de modifications, ainsi que la pérennité de la diversité des biocénoses comme celles à *Modiolus phaseolinus* et à *Mytilus galloprovincialis* des vases profondes.

4. Pour ce qui est du substrat dur et végétal, les interférences qui agissent sur la composition quantitative et spécifique des biocénoses, en la destabilisant, sont assez complexes.

Beaucoup d'invertébrés ont des larves planctoniques. Par conséquent le succès de l'installation et de la colonisation du substrat dur par les larves dépend aussi de la disponibilité du plancton en nourriture, de la température et de la salinité des eaux superficielles. Enfin, les rochers sont couvertes par des macrophytes qui hébergent les épibiontes, représentant toutefois, pour certains animaux, un abri idéal contre l'éclairement excessif ou contre les prédateurs. Mais les algues à leur tour, sont distribuées en fonction de turbidité (éclairement), de l'état du substrat (les spores sont empêchés de se fixer si les rochers se couvrent de vase) et aussi des mouvements de l'eau (pour la plupart des cas, les thalles sont arrachés dès qu'ils offrent aux vagues une suffisante surface portante). Ainsi la faune associée aux macrophytes telles que *Cladophora, Ceramium* et *Enteromorpha,* bien qu'abondante, joue de l'instabilité et périt consécutivement à l'arrachement des thalles pendant les tempêtes. A cet égard, la faune associée à l'algue brune *Cystoseira* reste beaucoup plus stable. Quand même cette faune a subi non seulement une forte réduction qualitative, mais une réduction quantitative aussi, suite à la raréfaction des champs d'algues de *Cystoseira barbata.* Elle était représentée, il y a plus de 50 années, par *Reniera sp., Halichondria panicea, Aglaophenia pluma, Lepralia pallasiana, Schizoporella auriculata.* Maintenant, les Eponges font complètement défaut et les autres ont une fréquence inférieure à 2% (TIGĂNUS, 1977). Les rochers d'Agigea sont dépourvues elles aussi de *Gibbula divaricata, Tricolia pulla, Patella pontica, Caprella acanthifera ferox, Leptochelia savigny, Hyppolite gracilis, Pisidia longicornis, Eriphia verrucosa* et *Pachygrapsus marmoratus.* Ce qui s'y observe en plus, c'est que la structure de la population est élevée en juvéniles. Cela traduit en fait tant l'intervention, à court intervalle, des facteurs abiotiques affectant les adultes que l'action prédatrice de *Rapana thomassiana,* élement d'origine indo-pacifique, dont l'apparition sur notre littoral se situe vers 1963. Quant aux espè-

ces opportunistes, elles n'y manquent non plus. Les espaces mésoporaux des rochers remplis de vase, abritent des dizaines de milliers d'exemplaires de *Capitella capitata* par mètre carré.

Nous avons mentionné au début de cet exposé, que c'est l'impact humain qui joue un rôle principal, sinon décisif sur l'évolution de la vie sur notre littoral. En voici quelques exemples.

Les barrages construits le long du Danube ainsi que le long de ses affluents retiennent, naturellement, les alluvions grossières. Par conséquent, les plages du sud du delta restent à la merci des vagues, sans qu'elles puissent se renouveller en sable. Les fortes tempêtes d'hiver agrandissent ainsi leur pouvoir d'érosion: les cordons littoraux sont percés et les étendues sableuses amincies.

On a construit des digues. Il en résultent des courants tourbillonaires, de l'envasement et des zone halistatiques avec une faible vivification des eaux.

A partir de 1962 les pousées phytoplanctoniques à *Exuviella cordata* sont devenues tellement fréquentes que les écosystèmes n'arrivent plus à atteindre leur haut niveau d'organisation. Par l'excrétion de ses métabolites toxiques, ce Péridinien facultativement hétérotrophe, résistant aux déjets d'origine urbaine, accentue la pollution. Et cette pollution qui, par ailleurs facilite ces floraisons, est déja très accusée. Pour en exemplifier, on a enrégistré, lors du voyage de la *Calypso* dans la mer Noire (COUSTEAU, 1979), sur notre littoral, les plus élevées quantités de DDT de l'entière Méditerranée. On a enrégistré également des quantités accrues de fluore, de phosphore organique et de phosphates, provenant des usines d'acide sulphurique et d'engrais phosphatés. C'est pas la peine de parler encore des égouts. On les connaît aussi bien ici qu'ailleurs, afin de pouvoir deviner la nature des modifications biologiques.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

BACESCU M. (1969) - La répartition des animaux marins. *Morning Review Lecture,* II[nd] Intern. Ocean. Congr., Moscow 1966, UNESCO, Paris, pp. 125-135.

BACESCU M., DUMITRESCU ELENA (1957) - Les lagunes en formation aux embouchures du Danube et leur importance pour les poissons migrateurs. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, **13**, 699-709.

BACESCU M., DUMITRESCU ELENA, MANEA V., POR F., MAYER R. (1957) - Les sables à *Corbulomya* (*Aloidis*) *moeotica* Mil., base trophique de premier ordre pour les poissons de la Mer Noire. *Trav. Mus. Hist. Nat.* « *G. Antipa* », **1**, 305-374.

BACESCU M., MÜLLER G. I., GOMOIU M. T. (1971) - Ecologie marină IV, Ed. Acad. RSR, Bucuresti, 357 pp.

COUSTEAU J. Y. (1979) - Rapport préliminaire de l'expédition CIESM-Cousteau Society effectuée par le navire *Calypso* pour contribuer à l'établissement d'un « bulletin de santé » de la Méditerranée. *IV^es Journées Etud. Pollutions, Antalya 1978,* 21-31.

GOMOIU M. T. (1968) - On the effects of water motion on marine organisms in the mesolittoral and infralittoral zones of the Romanian Shore of the Black Sea. *Sarsia,* **34,** 95-108.

HEIP C. (1975) - On the significance of aggregation in some benthic marine invertebrates. *Proc. 9th Europ. mar. biol. Symp.,* 527-538.

MANOLELI D., GRUIA L., NALBANT T. T. (1974) - Quelques considérations écologiques sur la vie benthique de la Baie Musura (Mer Noire). *Trav. Mus. Hist. Nat. « G. Antipa »,* **15,** 149-173.

PETRAN ADRIANA, GOMOIU M. T. (1972) - The distribution of the bivalve *Mya arenaria* L. on the Roumanian Shore of the Black Sea. *Cercet. marine IRCM,* **3,** 53-67.

SLOBODKIN L. B., SANDERS H. L. (1969) - On the Contribution of Environmental Predictability of Species Diversity. *Brookhaven Symp. Biol.,* **22,** 82-93.

TIGANUS VICTORIA (1977) - Observations sur la faune sessile des champs à *Cystoseira barbata* (Ag.).*Cercet. marine IRCM,* **10** (sous presse).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A.M. BONVICINI PAGLIAI (*), R. CREMA (*),
E. IOANNILLI (**), M. BERTONATI (**),
R. CIRONI (**), R. VITALI (**)

CARATTERISTICHE STRUTTURALI DEL MACROBENTHOS DELLA FASCIA INFRALITORALE ANTISTANTE LA CENTRALE DI TORRE VALDALIGA (CIVITAVECCHIA)

Riassunto — E' stata effettuata l'analisi qualitativa delle comunità macrobentoniche infralitorali nella zona antistante un grande impianto termoelettrico costiero (Torre Valdaliga, Civitavecchia). L'elaborazione dei dati mediante analisi delle coordinate principali, allo scopo di discriminare l'effetto dei diversi fattori ambientali sulla struttura delle comunità, ha permesso di individuare differenze strutturali legate solo alla profondità.

Abstract — *Macrobenthic community structure in the infralittoral area facing Power Plant of Torre Valdaliga (Civitavecchia)*. A qualitative analysis of the infralittoral macrobenthic communities in the area facing a fuel power plant on the Thyrrenian Sea coast (Torre Valdaliga, Civitavecchia) was performed. Principal coordinate analysis (PCA) on the data allows to distinguish the effect of various environmental factors and to recognize differences in the community structure, which have to be related only with depths.

Key words — Macrobenthic communities, thermal pollution, Thyrrenian Sea.

INTRODUZIONE

Lo studio di eventuali effetti di scarichi termici di centrali termoelettriche su ecosistemi costieri è di particolare interesse a livello delle comunità bentoniche, perchè questa componente dell'ecosistema è particolarmente sensibile a tutti gli stress provocati da interventi umani nell'ambiente. Gli scarichi termici, in particolare, potrebbero agire sia sullo stadio larvale planctonico degli organismi bentonici sia sugli individui adulti.

In letteratura numerosi sono gli studi sugli effetti fisiologici degli stress termici su singole specie di macroinvertebrati bentonici (BODOY, 1976; BODOY e MASSET, 1977 a, b, c; BODOY *et al.*, 1977; PARIS *et al.*, 1977; GRAS *et al.*, 1977) mentre sono meno frequenti quelli riguardanti la struttura delle comunità bentoniche nel loro complesso (LOGAN e MAURER, 1975; BARNETT, 1972; KERAMBRUN, 1978). Per quanto riguarda il Mediterraneo importanti sono i lavori di BELLAN-SANTINI e DESROSIERS (1977)

(*) Istituto di Zoologia dell'Università, via Università 4, 41100 Modena.
(**) ENEL, Laboratorio Centrale DCO, Via Bixio 39, 29100 Piacenza.

e VERLAQUE (1977), che peraltro si riferiscono a una situazione particolare, non generalizzabile, poiché la zona investigata (Golfo di Foss) è interessata anche da un'intensa polluzione industriale, per la presenza di numerose industrie in vicinanza della Centrale.

Tutte le opere citate hanno l'obbiettivo di confrontare le biocenosi esistenti in zone di riferimento con quelle presenti nelle immediate vicinanze dello sbocco del canale di scarico. Il nostro progetto sperimentale ha riguardato invece il piano infralitorale di una fascia costiera di notevole lunghezza, comprendente sia stazioni poste in vicinanza dello scarico termico sia stazioni situate più lontano, sino a circa 5 km dallo sbocco dello scarico stesso. Alla base di questa scelta era l'individuazione di eventuali effetti provocati dall'effluente termico su una scala spaziale di rilevanza pratica, tralasciando quelli che possono aver luogo in zone molto prossime o addirittura interne al canale di scarico. A tale scopo sono state stabilite, a varia distanza dallo sbocco dell'effluente termico, quattro transette perpendicolari alla costa. Su ciascuna transetta sono state fissate tre stazioni a 4, 8, 16 m di profondità. Una quinta transetta (n. 3) non è qui considerata perché era stata fissata per altri tipi di analisi. La prima transetta è situata 1 km a SE dello scarico, la seconda in corrispondenza dello stesso, la terza 1 km a NW e la quarta a circa 5 km a NW. Nella Figura 1 le stazioni sono contrassegnate con due cifre di cui la prima si riferisce alla transetta (1, 2, 4, 5) e la seconda alla profondità (0 = 4 m; 1 = 8 m; 2 = 16 m).

MATERIALI E METODI

La raccolta dei campioni è stata effettuata da operatori subacquei i quali eseguivano anche una dettagliata documentazione fotografica finalizzata ad un ulteriore approfondimento della tipizzazione delle stazioni. Nel corso di ciascun campionamento sono stati raccolti macrofite, macroinvertebrati e blocchi di substrato da cui successivamente sono stati isolati in laboratorio, allo stereomicroscopio, gli organismi epibionti, incrostanti e perforatori. Gli organismi sono stati quindi identificati, ove possibile, a livello specifico.

L'analisi dei risultati è stata affrontata con i metodi della statistica descrittiva di fattori multivariati, in particolare quello delle coordinate principali (GOWER, 1966) a partire da dati qualitativi (PIELOU, 1977). A tale scopo abbiamo preliminarmente elaborato i dati qualitativi di presenza-assenza in termini di indice di differenza tra campione e campione; per

una coppia generica di campioni *i* e *j* esso è costituito dal rapporto:

$$mij = \frac{\text{n° di specie non comuni a } i \text{ e } j}{\text{n° di specie comuni e non comuni}}$$

Il metodo di GOWER realizza dapprima una rappresentazione dei campioni nello spazio multidimensionale delle specie, tale che la distanza tra due campioni *i* e *j* sia proporzionale all'indice prescelto *mij,* quindi opera una traslazione a rotazione degli assi in modo da far sì che questi presentino le proprietà delle componenti principali, cioè abbiano origine nel centroide, siano tra loro ortogonali e siano disposti in modo che la varianza delle diverse coordinate decresca ordinatamente dalla prima all'ultima. In questo modo la prima coordinata (e via via le altre) viene ad essere una caratteristica in grado di differenziare al massimo possibile un campione dall'altro, mettendo così in evidenza le differenze tra di essi. Nel caso in cui si osservi quindi la presenza di variazioni delle prime componenti principali al variare di un fattore influenzante noto (p. es. distanza da punti di interesse, stagione dell'anno ecc.) si dedurrà che tale fattore provoca variazioni della struttura di comunità; parimenti la mancanza di un andamento definito fornisce un'indicazione di relativa inefficacia di quel fattore nei riguardi della suddetta struttura. Con questo metodo quindi si è indagato sull'influenza, rispetto a quella di altri fattori, dello scarico termico, sulla struttura delle comunità macrobentoniche nella zona di interesse.

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'indagine qualitativa condotta ha permesso di evidenziare fondamentalmente tre tipi di popolamenti:

a) facies ad *Arbacia lixula* e *Lithophyllum incrustans* (stazioni 20 e 40), dove la frazione vegetale è rappresentata esclusivamente da alghe incrostanti e gli animali sessili o saldamente aderenti al substrato, quali *Balanus, Patella* e *Vermetus* abbondano. L'echinoide *Arbacia lixula,* che con *Lithophyllum* caratterizza la facies, con la sua intensa azione di pascolo spesso mette a nudo la roccia (HUVÈ, 1953).

b) facies a Corallinacee (stazioni 10, 11, 21, 41, 50, 51): il popolamento in queste stazioni è caratterizzato da *Corallina mediterranea* e *Jania rubens,* specie quest'ultima indicatrice di acque relativamente pure (PÉRÈS, 1961). La struttura del substrato nelle stazioni esaminate è irregolare e ricca di

anfrattuosità, generalmente perforate dal sipunculide *Physcosoma granulatum,* da diversi policheti e dal bivalve *Lithophaga lithophaga.*

c) facies ad *Eunicella cavolinii* (stazioni 12, 22, 42, 52) con popolamento molto ricco di Policheti, Echinodermi, Poriferi e Tunicati, oltre a *Eunicella* che caratterizza la facies. Il popolamento vegetale è rappresentato da Corallinacee, *Codium tomentosum* e *Peyssonnelia squamaria.*

Nel complesso delle stazioni sono state raccolte e classificate 245 specie di cui 236 a livello specifico e 9 a livello generico. La Figura 1 mostra sinteticamente il numero di specie appartenenti ai vari gruppi sistematici, reperite nelle singole stazioni: si può rilevare, su un piano qualitativo, come la situazione si presenti relativamente omogenea.

L'analisi dei risultati non evidenzia differenze importanti tra le stazioni poste lungo le transette prossime allo scarico termico e quelle di controllo. Infatti le stazioni ubicate alla stessa profondità presentano facies con caratteristiche simili, indipendentemente dalla maggiore o minore vicinanza della centrale.

Nella Figura 2 sono rappresentati i punti-osservazione (stazioni) nel piano della prima e seconda componente principale ottenuti con l'indice *mij;* in tale figura i punti possono essere raggruppati secondo la batimetrica di appartenenza. Questa distinzione netta tra profondità, piuttosto che tra una transetta e l'altra è messa maggiormente in evidenza se viene riportato in grafico il valore assunto dalla prima componente, batimetrica per batimetrica, in funzione dello spazio (fig. 3a) e transetta per transetta in funzione della profondità (fig. 3b); è interessante notare in quest'ultima come l'insieme dei punti-osservazione della transetta 5 (transetta di controllo) sia situato tra i punti della transetta 2 e quelli della transetta 4, più prossime all'effluente termico.

Dai grafici è quindi possibile evidenziare quanto segue:

a) i metodi di indagine adottati hanno una sensibilità sufficiente a mettere in evidenza le differenze associate al fattore profondità;

b) la posizione della transetta rispetto allo sbocco dello scarico termico non comporta modificazioni sensibili nella struttura delle biocenosi presenti.

Si può quindi concludere che, almeno a partire da poche centinaia di metri al largo dallo sbocco del canale e limitatamente al tipo di ambiente indagato, lo scarico termico di una grande centrale termoelettrica costiera, operante da oltre dieci anni, non provoca alcuna distorsione della struttura specifica delle comunità macrobentoniche a livello qualitativo.

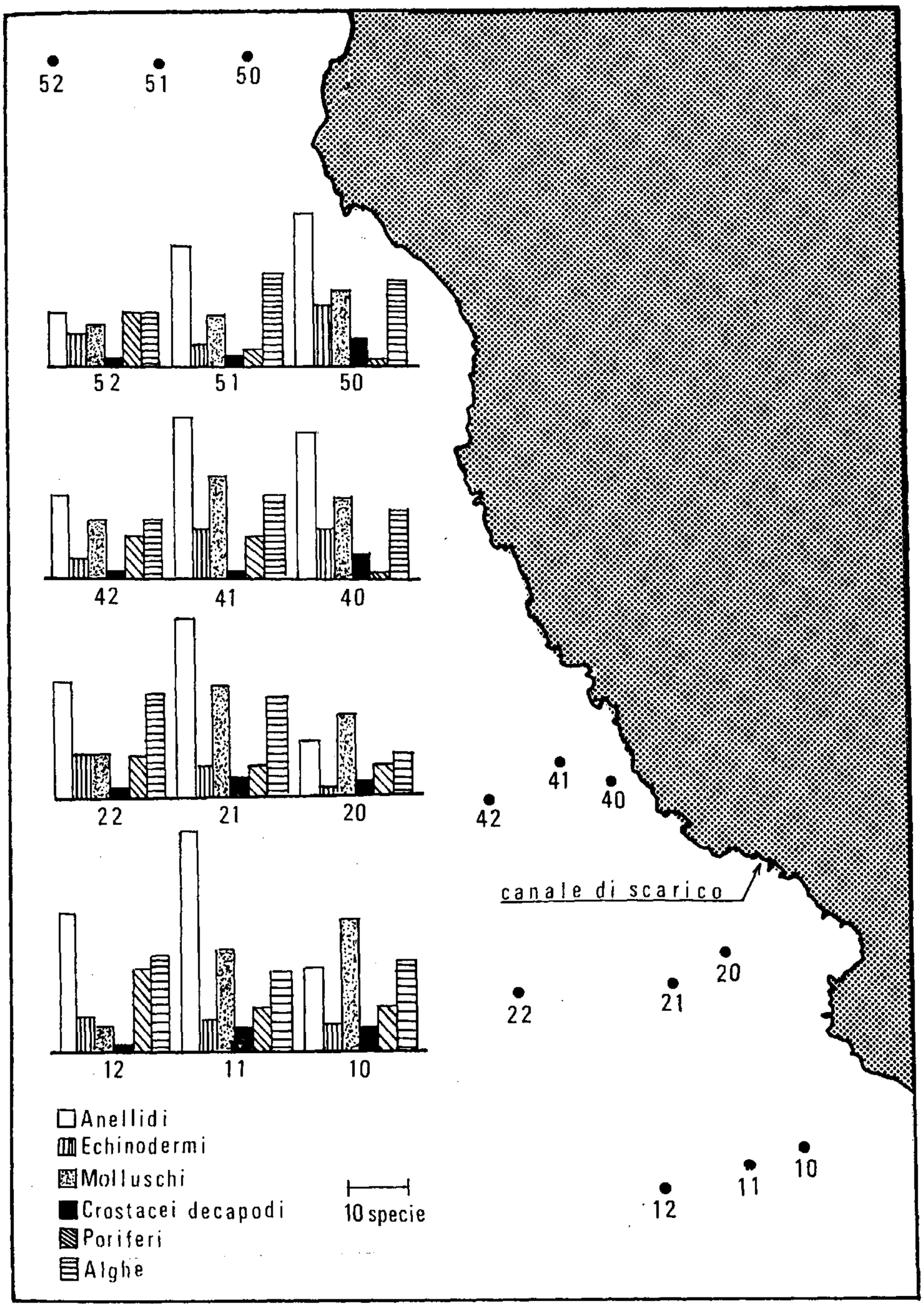


Fig. 1 - Ubicazione delle stazioni e abbondanza in specie dei principali gruppi sistematici.

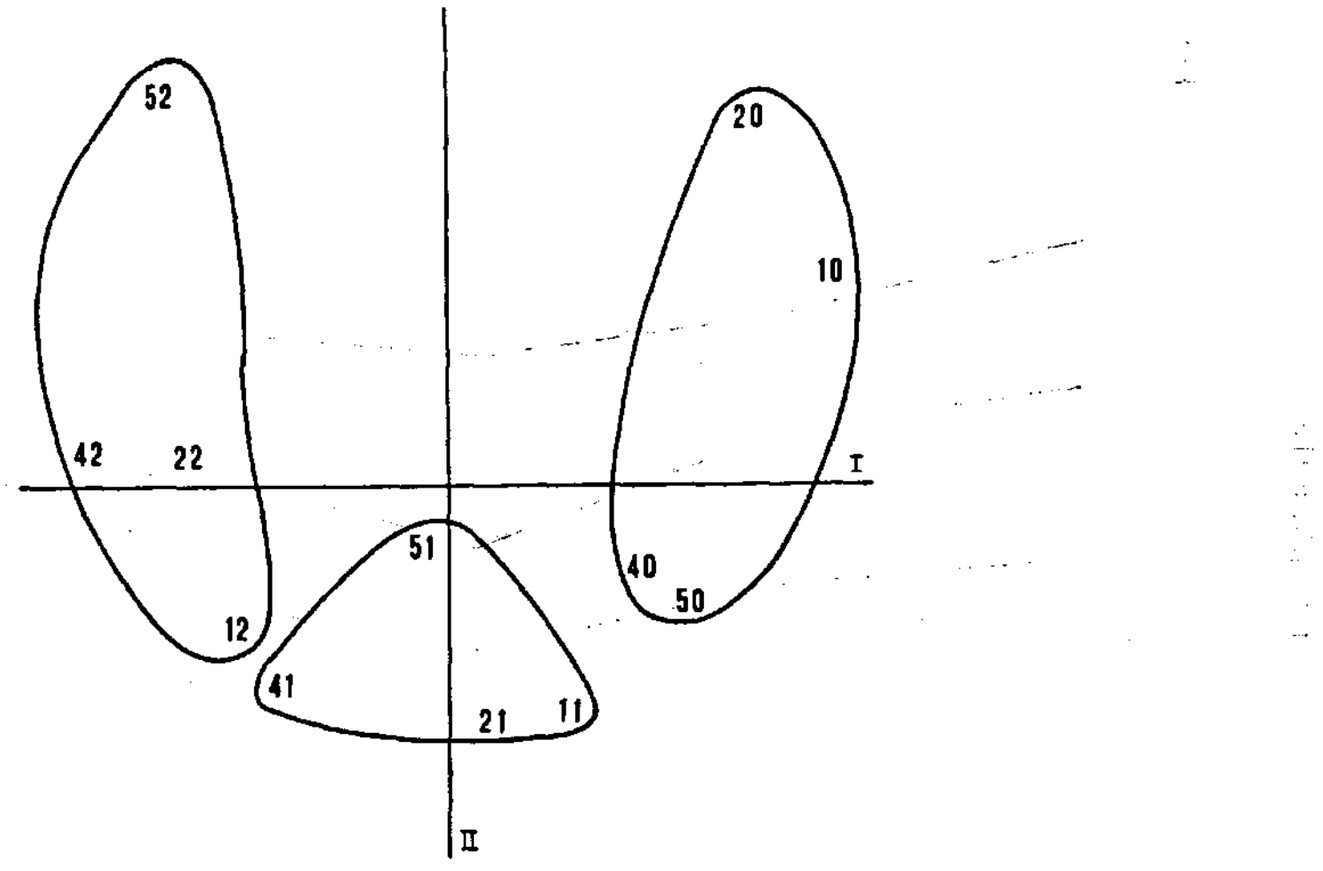


Fig. 2 - Rappresentazione delle stazioni sul piano della I e II componente principale. Sono raggruppate le stazioni localizzate alla stessa profondità.

Tale risultato non era derivabile a priori sulla base della considerazione che il pennacchio termico non investe i fondali alla profondità campionate (4, 8, 16 m) in quanto si poteva temere che eventuali effetti del pennacchio termico o dell'*entrainment* sulla frazione meroplanctonica, con l'andare del tempo, agissero sulla struttura delle biocenosi macrobentoniche che da essa sono alimentate.

L'importanza del presente risultato è proprio quella di aver escluso ipotetici effetti indiretti dello scarico termico, attraverso un'azione sulle fasi meroplanctoniche, sulla struttura delle comunità bentoniche.

E' opportuno infine rilevare come l'analisi delle coordinate principali su dati qualitativi, consente di pervenire rapidamente ad una « misura » delle affinità e delle differenze esistenti tra i popolamenti delle diverse stazioni e della comunanza di requisiti ecologici tra le specie. I risultati acquisteranno maggiore significatività se saranno accompagnati da un'accurata analisi descrittiva dei campioni.

Il metodo illustrato permette altresì un'efficiente ricerca dei fattori che agiscono nel determinare la struttura della biocenosi, ricerca che costituisce in pratica la finalità dell'indagine. Nel nostro caso specifico il metodo ha permesso di stabilire che lo scarico termico della centrale di Torre Valdaliga non ha prodotto distorsioni sensibili della struttura delle biocenosi, almeno a partire da alcune centinaia di metri dallo sbocco dell'effluente termico; nello stesso tempo, evidenziando nettamente l'influenza

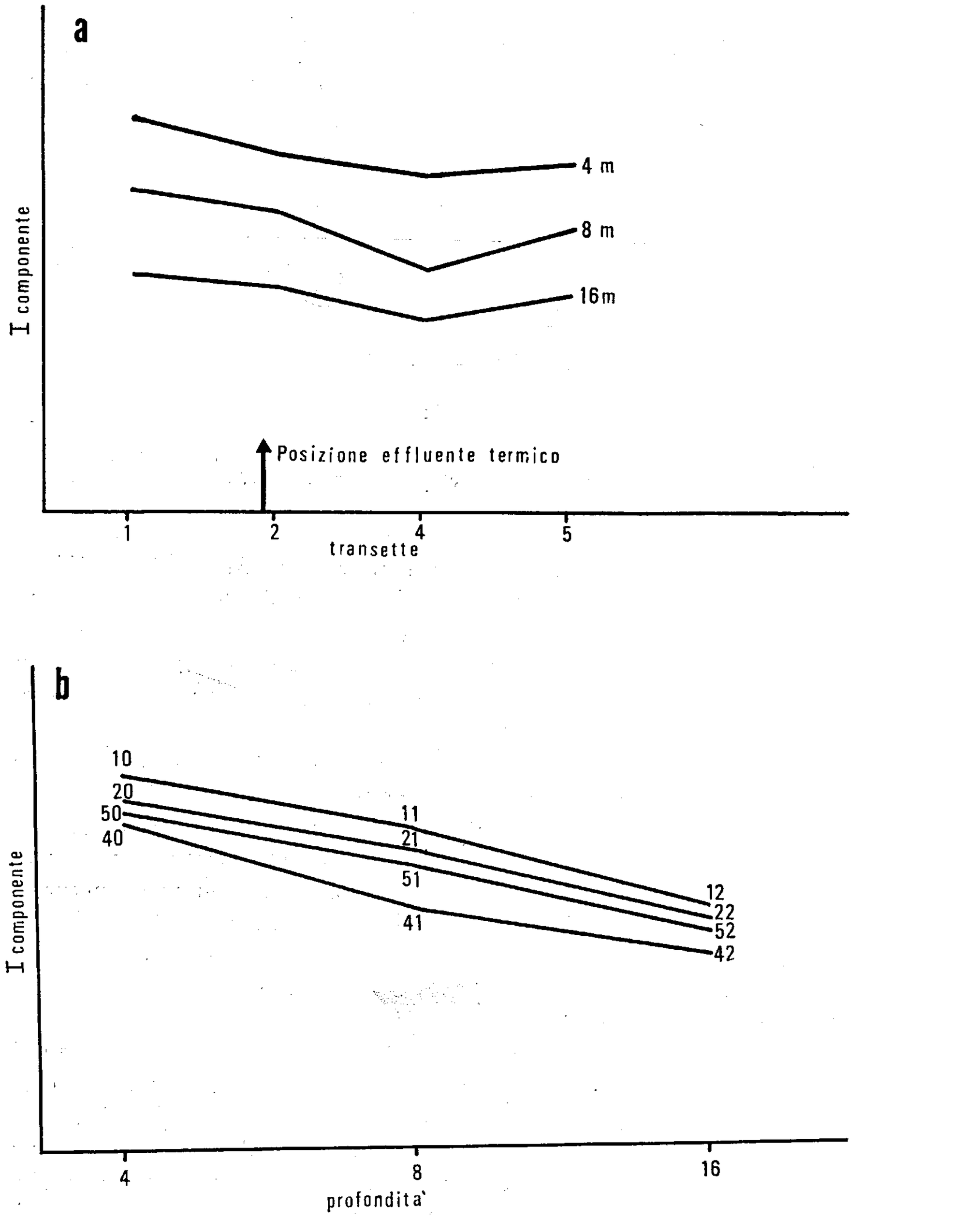


Fig. 3 - Andamento della I componente in funzione dello spazio (a) e delle profondità (b).

del fattore profondità, ha fornito una misura della « potenza », in senso statistico, dell'approccio sperimentale impiegato nel rilevare tali distorsioni, qualora si fossero realmente verificate, nelle zone più prossime allo scarico termico.

LETTERATURA CITATA

BARNETT P.R.O. (1972) - Effects of warm water from power stations on marine life. *Proc. R. Soc. London,* **180**, 497-509.

BELLAN-SANTINI D., DESROSIERS G. (1977) - Action du rejet thermique de l'usine de Martigues-Ponteau sur les peuplements de substrats durs à dominance de Zoobenthos dans la partie supérieure de l'étage infralittoral. *Thetys,* **8**, 83-92.

BODY A. (1976) - Etude de l'influence de la température liée à la pollution thermique sur la survie et la biologie de quelques Mollusques des substrats meubles. *Thèse de Spécialité Université Aix-Marseille* II: 1-112.

BODY A., MASSÈ H. (1977a) - Etude de la résistance à la température de quelques Mollusques marins des côtes de Provence. *Bull. Ecol.,* **8**, 91-101.

BODY A., MASSÈ H. (1977b) - Influence de la température sur la ponte et le developpement embryonnaire de deux Mollusques Gastéropodes Prosobranches *Polinices alderi* et *Nassarius pygmaeus. Haliotis,* **7**, 63-64.

BODY A., MASSÈ H. (1977c) - Etude expérimentale de l'influence de la température sur la survie de Mollusques Bivalves marin endogées. *Haliotis,* **7**, 131-132.

BODY A., DINET A., MASSÈ H., NODOT C. (1977) - Incidence de l'acclimation sur la tolérance thermique de *Cerithium vulgatum* (Mollusque Gastéropode) et *Asellopsis dubosqui* (Crustacé Harpacticoide). *Thetys,* **8**, 105-110.

GOWER F. C. (1966) - The distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika,* **53**, 325-338.

GRASS H., MECHIN P., TARAUD R., AUDINEAU P. (1976) - Note preliminaire concernant l'influence des chocs thermiques sur les larves d'araignée de mer *Maia squinado* (L.). In: *Influences des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaires* Brest Nov. 1976, pp. 203-214.

LOGAN D. T., MAURER D. (1975) - Diversity of marine invertebrates in a thermal effluent. *J. Water Pollut. Control Fed.,* **47**, 515-523.

HUVÈ P. (1953) - Compte rendu préliminaire d'une experience de peuplement de surfaces immergées. *Recl. Trav. Stn. mar. Endoume,* **3**, 216-219.

KERAMBRUN P. (1978) - Impact de la pollution thermique sur les ecosystèmes côtiers. *Rev. Int. océanogr. Méd.,* **50**, 113-120.

PARIS J., BARNABE G., SUBE J. (1976) - Effet de chocs thermiques sur le developpement embryonnaire de l'oeuf de loup *Dicenthrarchus labrax* (L.): stades critiques et stades de resistance. In: *Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaires.* Brest, Nov. 1976, pp. 189-202.

PERES J. M. (1961) - Océanographie biologique et biologie marine. I. La vie Benthique. Presses Universitaires de France, 541 pp.

PIELOU E. C. (1977) - Mathematical ecology. Wiley Interscience, 217-224 e 340-345.

VERLAQUE M. (1977) - Impact du rejet thermique de Martigues-Ponteau sur le macrophytobenthos. *Thetys,* **8**, 93-97.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

E. Ioannilli (*), R. Crema (**), A.M. Bonvicini Pagliai (**),
M. Bertonati (*), R. Cironi (*), R. Vitali (*)

QUALITA' DELL'ACQUA E COMUNITA' FITOPLANCTONICHE IN RAPPORTO ALLO SCARICO TERMICO DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA DI TORRE VALDALIGA (CIVITAVECCHIA)

Riassunto — Nella primavera e nell'estate del 1977 sono state effettuate due serie di prelievi nella zona di mare antistante lo scarico termico della centrale termoelettrica di Torre Valdaliga. Le stazioni di prelievo sono state fissate allo scopo di poter operare confronti tra le caratteristiche di zone di mare più o meno prossime allo scarico fino a zone praticamente non interessate. La ristretta area immediatamente adiacente all'effluente termico non è stata studiata perché non rilevante ai fini pratici. Il confronto è stato effettuato sia sui principali parametri chimici di interesse ecologico sia su alcune caratteristiche strutturali delle comunità fitoplanctoniche. I risultati delle indagini hanno messo in luce quali sono i principali fattori che influenzano i parametri chimici in esame e la struttura delle comunità fitoplanctoniche e quale ruolo ha lo scarico termico.

Abstract — *Water quality and phytoplankton communities in a area of thermal discharge from a coastal power plant* (*Torre Valdaliga, Tyrrenian sea coast*). In spring and summer, 1977 two series of samples were collected in the sea area affected by heated effluent discharged by the power station of Torre Valdaliga (Thyrrenian sea coast, Lazio, Italy). The sampling sites were located in order to compare the features from zones in proximity to the heated effluent outlet as far as zones unaffected. The study of the restricted zone immediately facing thermal discharge was not performed. Comparisons were carried out both on the main chemical environmental parameters and on the structure of phytoplankton communities. Results allow to recognize the factors affecting water quality and phytoplankton communities structure and the role played by thermal discharge.

Key words — water quality, phytoplankton, thermal pollution.

Introduzione

Con l'uso dell'acqua di mare per il raffreddamento degli impianti per la produzione di energia elettrica consistenti quantità di calore vengono riversate nell'ambiente costiero. Gli studi che riguardano l'effetto di questo inquinamento termico, nei suoi vari aspetti chimici e biologici, hanno preso per lo più in esame zone molto ristrette, in vicinanza dello scarico, caratterizzate da sensibili aumenti della temperatura e dove sono state riscontrate modificazioni di varia natura (Bourgade, 1976; Briand, 1975; Gerchakov *et al.*, 1971; Khalansky, 1978; Roessler, 1971; Thorhaug *et al.*, 1978).

In questo studio la valutazione dell'effetto dello scarico termico è stata effettuata in una zona più ampia, allo scopo di cogliere eventuali modifi-

(*) ENEL, Laboratorio Centrale DCO, via Bixio 39, 29100 Piacenza.
(**) Istituto di Zoologia dell'Università, via Università 4, 41100 Modena.

cazioni ambientali estese su un area abbastanza vasta da avere rilevanza ai fini pratici.

L'area indagata riguarda la zona di mare interessata dallo scarico termico della centrale termoelettrica di Torre Valdaliga, situata sulla costa tirrenica a circa 5 Km a nord-ovest di Civitavecchia, in un tratto di costa bassa e rocciosa. L'impianto, che è operativo dal 1966 comprende 4 unità per una potenza totale di circa 1200 MW, con uno scarico termico complessivo, a piena potenza, di 346 Mcal sec^{-1}. Il raffreddamento è realizzato a ciclo aperto con un ΔT dell'acqua di circa 8°C.

Le indagini sono state condotte operando confronti tra le caratteristiche di zone di mare più o meno prossime allo sbocco del canale di scarico e zone praticamente non interessate. Il confronto è stato effettuato sia sui principali parametri chimici di interesse ecologico che su alcune caratteristiche strutturali delle comunità fitoplanctoniche.

Metodi

I prelievi sono stati eseguiti su 4 transette che intersecano la costa a differenti distanze dallo scarico della centrale. La prima transetta è situata a circa 1 Km a sud-est dallo scarico, la seconda in corrispondenza dello scarico, la terza a circa 1 Km a nord-ovest e la quarta, infine, circa 4 Km a nord-ovest dello scarico, secondo lo schema rappresentato in Figura 1.

Per ogni transetta sono state fissate 2 stazioni alle profondità di 8 e 16 m. Nel testo ogni stazione viene indicata da un numero di due cifre di cui la prima (1, 2, 4, 5) si riferisce alla transetta, e la seconda (1, 2) alla profondità. Un'ulteriore stazione veniva fissata di volta in volta alla profondità di 8 m nel centro del « pennacchio termico » (stazione 31).

Sono state realizzate due serie di prelievi la prima nel Marzo e la seconda nel Luglio del 1977.

I prelievi per le analisi chimiche sono stati effettuati alla profondità di 50 cm. Quattro prelievi consecutivi miscelati costituivano un campione. Su questi campioni è stata determinata una serie di parametri chimici raggruppati, per comodità, sotto le denominazioni di nutrienti ($PO^3{}_4{}^-$, $NO_3{}^-$, $NO_2{}^-$, $NH^+{}_4$, SiO_2), indicatori di inquinamento organico (TOC, N organico, P totale) e pigmenti (Chl*a*, Carotenoidi). Per i dettagli delle procedure analitiche utilizzate vedasi Strickland e Parsons (1965). Le misure di O_2, salinità, temperatura e pH sono state eseguite, mediante strumenti portatili, lungo tutto il profilo verticale.

Il fitoplancton è stato studiato su aliquote degli stessi campioni di acqua additivati di formalina neutra. Il conteggio è stato effettuato a livel-

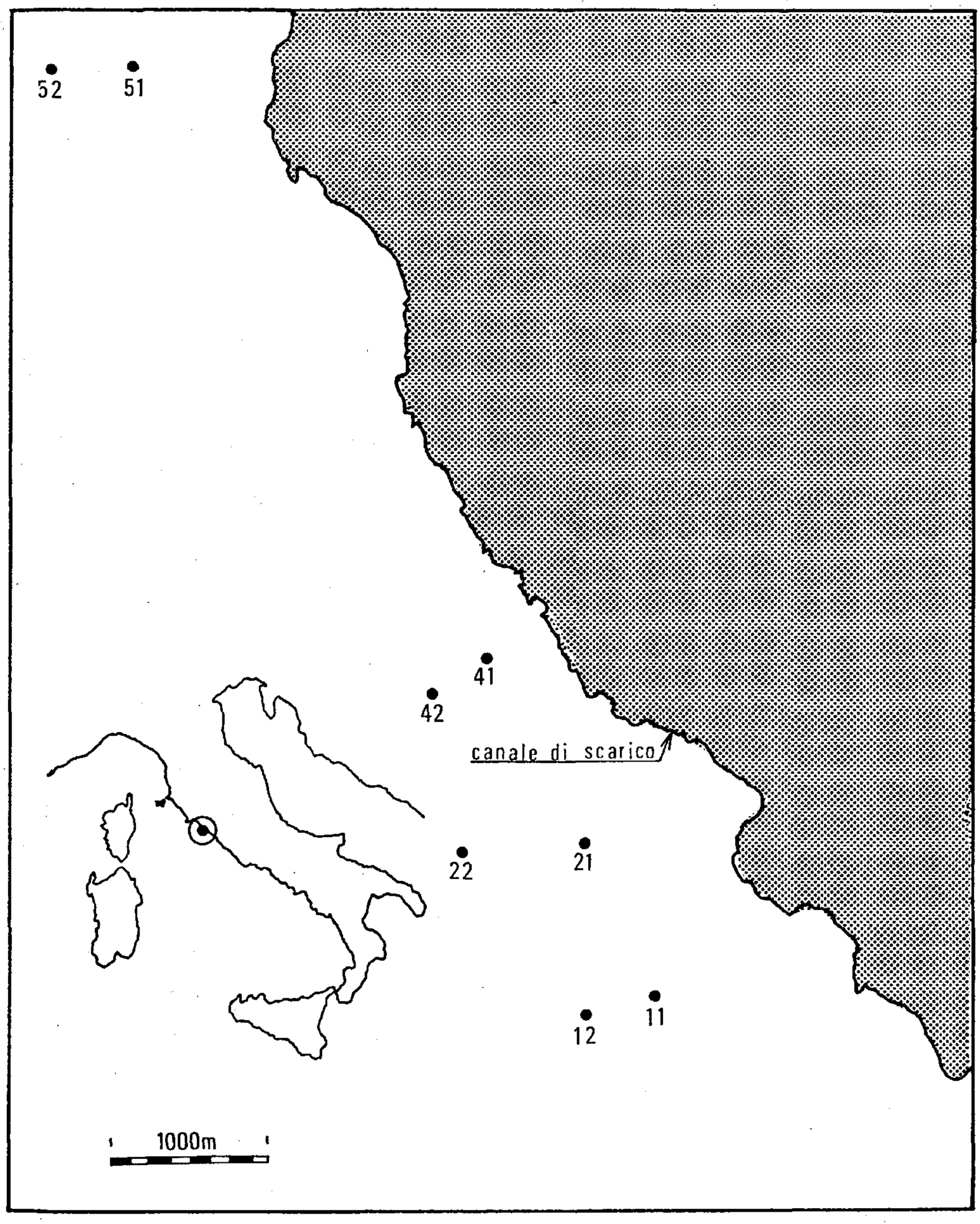


Fig. 1 - Area indagata e posizione delle stazioni di campionamento.

lo dei principali gruppi sistematici, mediante microscopio rovesciato, su sottocampioni di 10 ml ed i risultati riportati a 1 l. L'analisi delle componenti principali è stata effettuata mediante il programma riportato da Cooley e Lhones (1971).

Risultati e discussione

I risultati ottenuti vengono riportati e discussi in rapporto 1. alla concentrazione di ossigeno disciolto, 2. alla concentrazione di sostanze nutrienti, pigmenti e indicatori di inquinamento organico e 3. alle caratteristiche strutturali delle comunità fitoplanctoniche.

Ossigeno

I livelli di ossigeno disciolto sono risultati notevolmente elevati (vicini o superiori al livello di saturazione) in entrambe le campagne e in tutta la zona indagata (6,3-10 ppm, 94,4-136,0%).

Nei prelievi primaverili la concentrazione di ossigeno, come pure la % di saturazione, sono risultate in leggera diminuzione dalla superficie al fondo e poco variabili. Una variabilità più accentuata è stata riscontrata, come è naturale, nei prelievi estivi, nei quali si riscontrano gradienti positivi nella direzione superficie-fondo sia in termini di concentrazione che di % di saturazione. Tali gradienti rimangono pressochè inalterati al variare della concentrazione media di ossigeno che si verifica nel corso della giornata.

Relativamente all'intervallo di tempo (tra le ore 8.00 e le 17.00) in cui sono state effettuate le misure, è stata analizzata la dipendenza della concentrazione di ossigeno con l'ora del giorno. La dipendenza risulta di tipo approssimativamente lineare; i coefficienti di correlazione e di regressione trovati sono riportati nella Tabella 1.

Strato	Parametro	Numero coppie	Coefficiente di correlazione	Coefficiente di regressione
Superficie	ppm	32	0,783	0,267 ppm/ora
	% sat.	32	0,814	4,01 %/ora
Fondo -8	ppm	16	0,529	0,418 ppm/ora
	% sat.	16	0,662	5,77 %/ora
Fondo -16	ppm	16	0,696	0,256 ppm/ora
	% sat.	16	0,924	3,60 %/ora

Tabella 1 - Correlazione tra concentrazione di ossigeno e ora del giorno.

Data l'influenza della profondità e dell'ora del giorno sui valori di ossigeno, un confronto di sufficiente sensibilità tra stazioni collocate a differenti distanze dallo scarico termico può essere eseguito solo utilizzando procedure che tengano conto della variabilità associata a questi fattori.

A tale scopo è stata valutata la significatività statistica delle differenze associate alla transetta e alla profondità dopo aver riportato i singoli valori misurati al valore medio comune dell'ora del giorno, facendo uso delle appropriate leggi di regressione (e riducendo i gradi di libertà dell'errore del numero dei parametri ricavato dai dati), mediante analisi di varianza a 2 criteri. I confronti sono stati effettuati separatamente tra le stazioni al largo e tra quelle sottocosta delle diverse transette. I risultati riportati nella Tabella 2 permettono di trarre le seguenti conclusioni.

1. la percentuale di saturazione di ossigeno nelle stazioni in vicinanza della costa dipende in modo significativo dalla localizzazione della transetta; in termini di concentrazione le differenze, pur non essendo statisticamente significative, sono tuttavia dello stesso segno. C'è da osservare che

Fattore	Stazioni	% Saturazione	Concentrazione
Transetta (A)	Stazioni a -8	11,21,41 > 51	n.s.
	Stazioni a -16	n.s.	n.s.
Profondità (B)	Stazioni a -8	n.s.	Fondo > Superficie
	Stazioni a -16	n.s.	Fondo > Superficie
Interazione (A x B)	Stazioni a -8	n.s.	n.s.
	Stazioni a -16	n.s.	n.s.

TABELLA 2 - Significatività statistica (95%) delle differenze nella concentrazione di ossigeno associate alla posizione e alla profondità (previa correzione per l'effetto dell'ora del giorno).

le stazioni più vicine allo scarico termico sono altresì più vicine al porto di Civitavecchia e quindi in una zona in cui, presumibilmente, l'apporto di nutrienti è maggiore. E' interessante rilevare che anche in condizioni di sovrassaturazione l'uso dell'acqua per il raffreddamento del condensatore, associato al disturbo meccanico dovuto al pompaggio e allo scarico, non provoca un depauperamento di ossigeno.

2. Le differenze nella concentrazione di ossigeno tra fondo e superficie sono statisticamente significative, con valori sul fondo maggiori che in superficie, sia sottocosta che al largo. Analoghe differenze non si riscontrano in termini di percentuale di saturazione. L'interazione tra i due fattori non è mai statisticamente significativa, ad indicare che l'andamento dell'ossigeno con la profondità non dipende dalla posizione della stazione rispetto allo sbocco del canale di scarico.

Nutrienti, pigmenti e indicatori di inquinamento organico

I risultati relativi a questi parametri sono rappresentati nelle Figure 2, 3 e 4. Il contenuto di nutrienti nei prelievi primaverili presenta una variabilità piuttosto ampia, mentre nei prelievi estivi i valori si sono mantenuti pressochè costanti nel tempo. La variabilità riscontrata nei prelievi primaverili può essere messa in relazione con una fioritura di diatomee avvenuta in concomitanza con i rilievi. Questo può spiegare anche la forte variabilità temporale che si riscontra nelle concentrazioni di pigmenti misurate in questo periodo.

Per quanto riguarda i parametri indicatori di inquinamento organico si può spesso rilevare l'esistenza di gradienti negativi con la distanza dal porto di Civitavecchia.

Nel confronto tra le varie stazioni, l'analisi dell'andamento dei parametri riportati in questo paragrafo non evidenzia in modo avvertibile modificazioni legate alla presenza dello scarico termico.

Fitoplancton

Nei prelievi primaverili esiste una notevole differenza nella composizione delle comunità in rapporto alla data del prelievo; si passa infatti da un primo periodo a forte dominanza di dinoflagellati ad una seconda fase in cui le diatomee diventano il gruppo prevalente. Essendo fortemente variate le condizioni tra la prima e la seconda fase di campionamento, un confronto diretto tra una stazione e l'altra che cumulasse i risultati di tutti i campionamenti, risulterebbe sicuramente non significativo (nelle

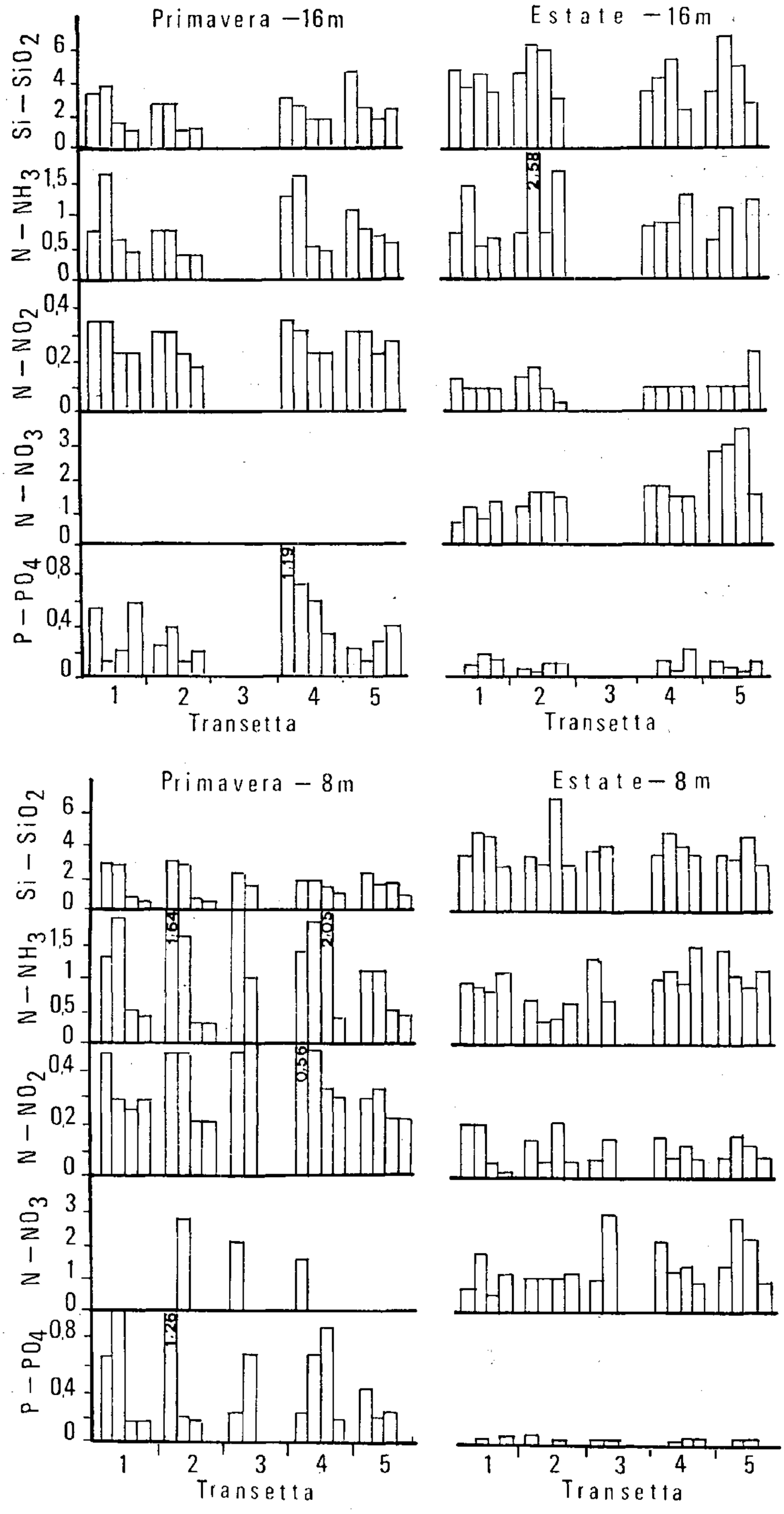


Fig. 2 - Andamento delle concentrazioni dei nutrienti (µg-at/l).

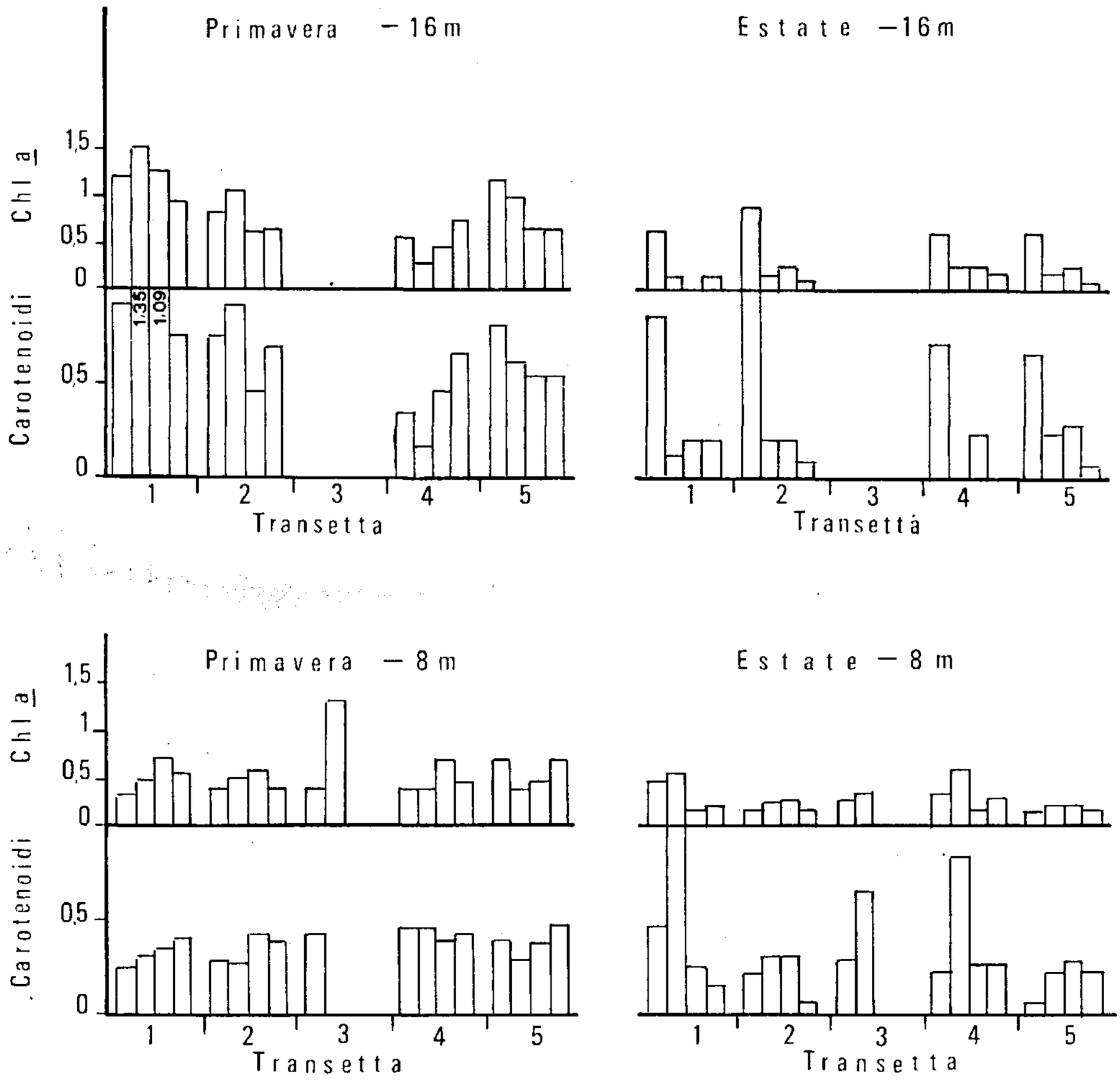


Fig. 3 - Andamento delle concentrazioni di alcuni pigmenti (μg/l).

stazioni poste alla profondità di — 8 m i campioni A e B sono stati prelevati nella prima fase e i campioni C e D nella seconda). Tale confronto può essere però eseguito con sufficiente sensibilità separando le due fasi. In questo modo è stata valutata la significatività statistica delle differenze tra stazione e stazione, tra fase e fase, nonchè dell'interazione tra i due fattori mediante l'analisi della varianza a due criteri di classificazione. I risultati di tali confronti sono riportati nella Tabella 3.

Un confronto diretto tra le abbondanze nelle varie stazioni alla profondità di — 16 m è invece possibile perché queste sono state tutte campionate quattro volte a breve distanza di tempo nella seconda fase. I confronti tra le abbondanze dei vari gruppi non hanno rivelato differenze sta-

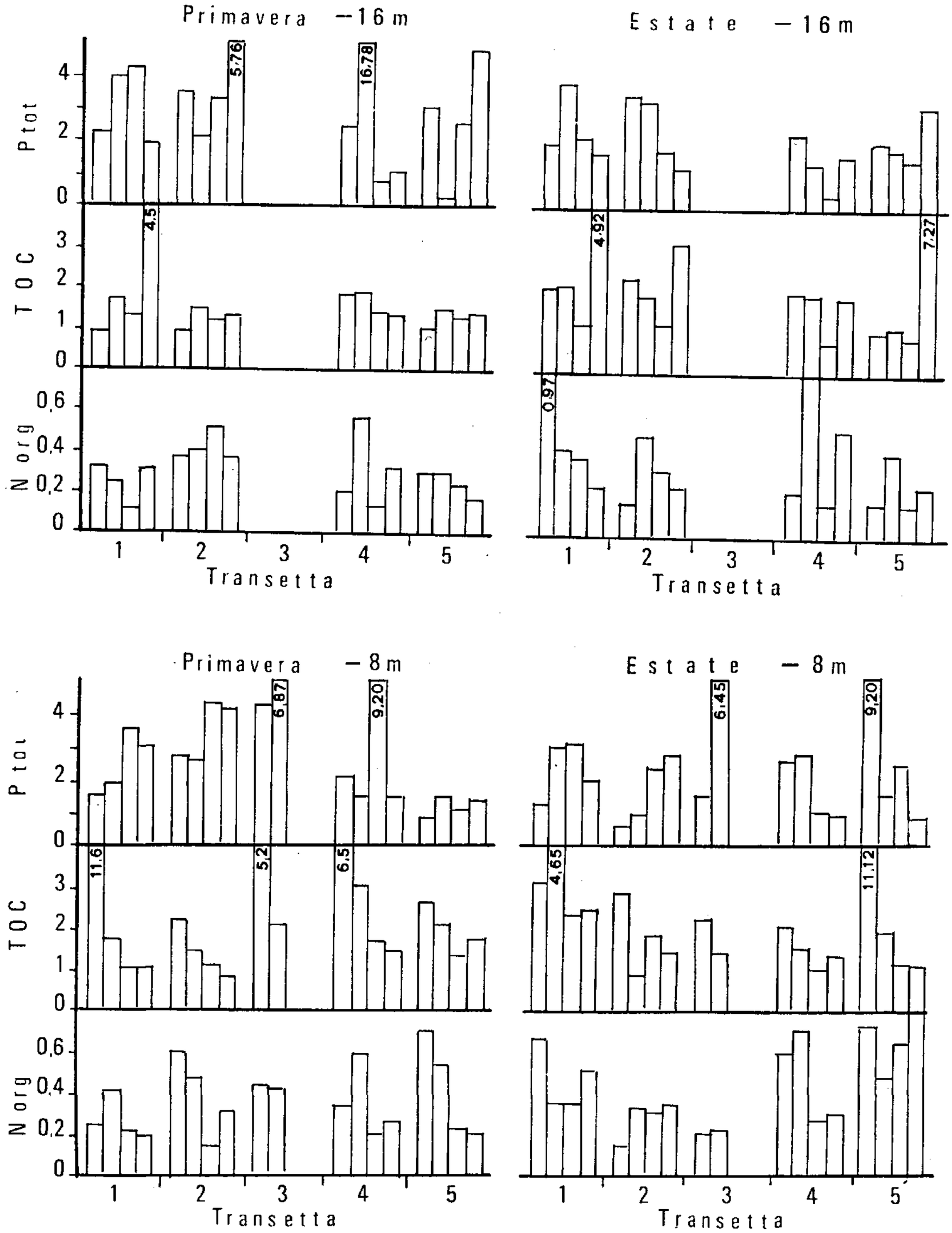


Fig. 4 - Andamento delle concentrazioni di alcuni indicatori di inquinamento organico (N org: mgN/l; TOC: mgC/l; P tot: µg-at/l).

tisticamente significative. I suddetti confronti sono stati effettuati separatamente per i diversi gruppi sistematici; tale procedura, da un punto di vista statistico, non è del tutto corretta in quanto le abbondanze dei diver-

Gruppo	Stazione	Fase	Interazione Stazione-Fase
Fitoplancton totale	n.s.	II^ > I^	n.s.
Diatomee centriche	n.s.	II^ > I^	n.s.
Diatomeee pennate	n.s.	II^ > I^	n.s.
Dinoflagellati	n.s.	n.s.	n.s.

TABELLA 3 - Significatività statistica (95%) delle differenze tra le stazioni e le fasi nelle abbondanze dei principali gruppi di fitoplancton.

si gruppi possono essere tra loro più o meno correlate. Per effettuare confronti tra i campioni, simultaneamente per tutti i gruppi sistematici considerati, è stata effettuata l'analisi delle componenti principali (ACP). In Figura 5 sono riportate le proiezioni sul piano della I e II componente principale (che riflettono, da sole, l'81% della varianza totale) dei punti-osservazione. In essa sono stati segregati punti-osservazione relativi alla stessa giornata di campionamento, separatamente per le stazioni a — 8 e a — 16 m. Risultano evidenti le differenze di struttura dei popolamenti tra le due fasi e anche tra un giorno e l'altro di campionamento, mentre si conferma l'assenza di una struttura spaziale definita. Evidentemente, quindi, la posizione della stazione di prelievo rispetto allo scarico della centrale non ha influenzato in modo significativo le abbondanze assolute dei vari gruppi, nemmeno in congiunzione con le forti variazioni di abbondanze tra prima e seconda fase.

Nei prelievi estivi le abbondanze totali non si discostano in modo evidente da quelle registrate nella prima fase della campagna primaverile; a differenza di quest'ultima non è possibile individuare, nel piano delle prime due componenti principali, gruppi di punti nettamente distinti associati ad un particolare tipo di popolamento. Analizzando però la dipendenza della prima componente principale con l'ora di campionamento (regressione riportata in fig. 6) si osserva che larga parte della variabilità è associata all'ora di campionamento dei vari replicati. In questa situazione si può dunque valutare con precisione la significatività statistica delle differenze dei valori della prima componente principale associate alla transetta e alla profondità, dopo avere riportato i singoli valori di essa al valore medio comune dell'ora di prelievo, facendo uso della legge di regressione trovata.

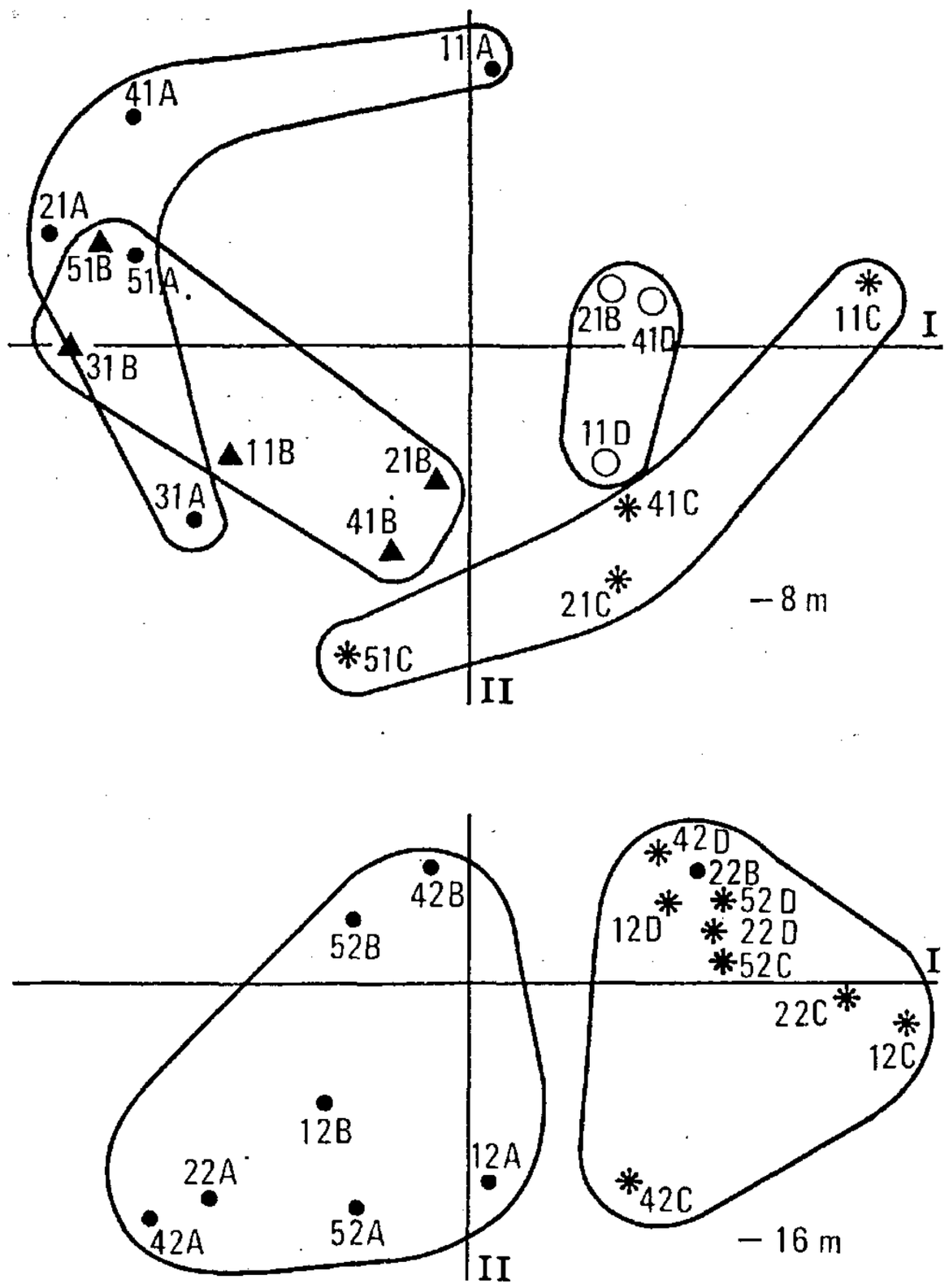


Fig. 5 - Prelievi primaverili di fitoplancton: proiezione dei punti osservazione nel piano della I e II componente.

Ovviamente occorre ridurre i gradi di libertà dell'errore di un'unità a causa dell'utilizzazione del coefficiente di regressione *b* ricavato dai dati stessi: facendo ciò assumiamo che il valore vero di *b* sia identico per tutte le stazioni. I risultati di queste analisi sono riportati nella Tabella 4.

Avendo rilevato differenze significative nei suddetti confronti dopo correzione per l'ora media di prelievo, possiamo affermare che questa ha agito nel senso di mascherare differenze realmente esistenti tra le varie transette e le due profondità in cui sono stati effettuati i prelievi. La Figura 7 mostra infatti, per la profondità di — 8 m, una progressiva diminuzione del valore corretto medio della I componente in funzione della distanza dal porto, mentre l'andamento che si riferisce ai — 16 m è poco definito. Il porto ha quindi un'influenza maggiore nel tratto di mare

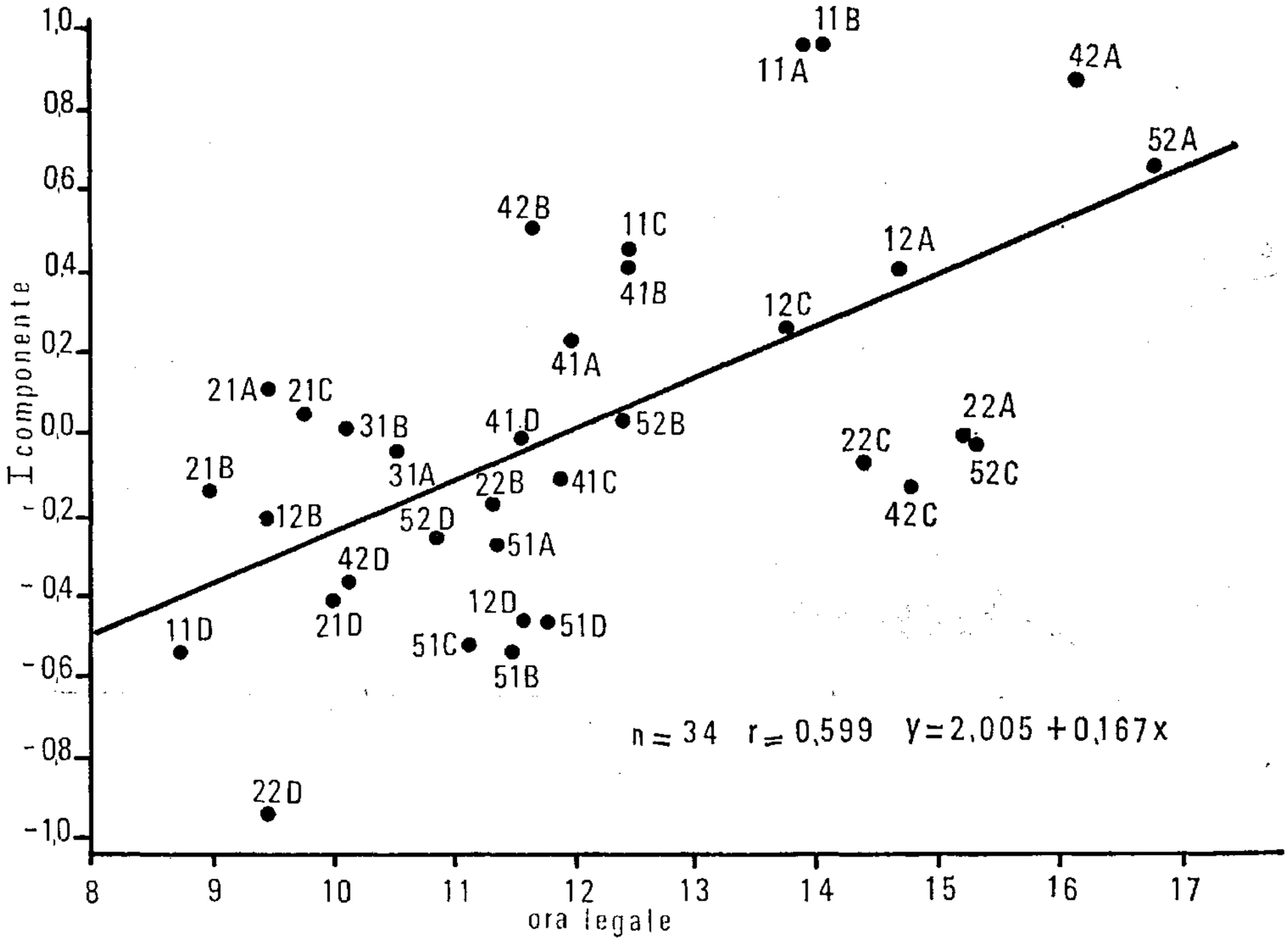


Fig. 6 - Prelievi estivi di fitoplancton: correlazione tra I componente e ora legale di ciascun punto osservazione.

Fattore	differenze statistiche
Transetta	1 > 2,4,5; 2 e 4 > 5
Batimetria	- 8 m > - 16 m

TABELLA 4 - Significatività statistica (95%) delle differenze della I componente corretta associate alla transetta e alla profondità.

sottocosta piuttosto che al largo. Allo scopo di valutare l'importanza relativa del fattore « distanza dal porto » rispetto al fattore « ora del giorno » è stata eseguita, separando le stazioni al largo da quelle sottocosta, la *stepwise multiple regression* della I componente, senza correzione, in funzione di « ora di prelievo » e « distanza dal porto » (tab. 5). Questa analisi permette di stabilire il coefficiente di correlazione multipla (Ry_{12}) e la significatività dell'effetto delle singole variabili indipendenti introdotte. La correlazione è significativa in entrambi i casi, tuttavia solo per le sta-

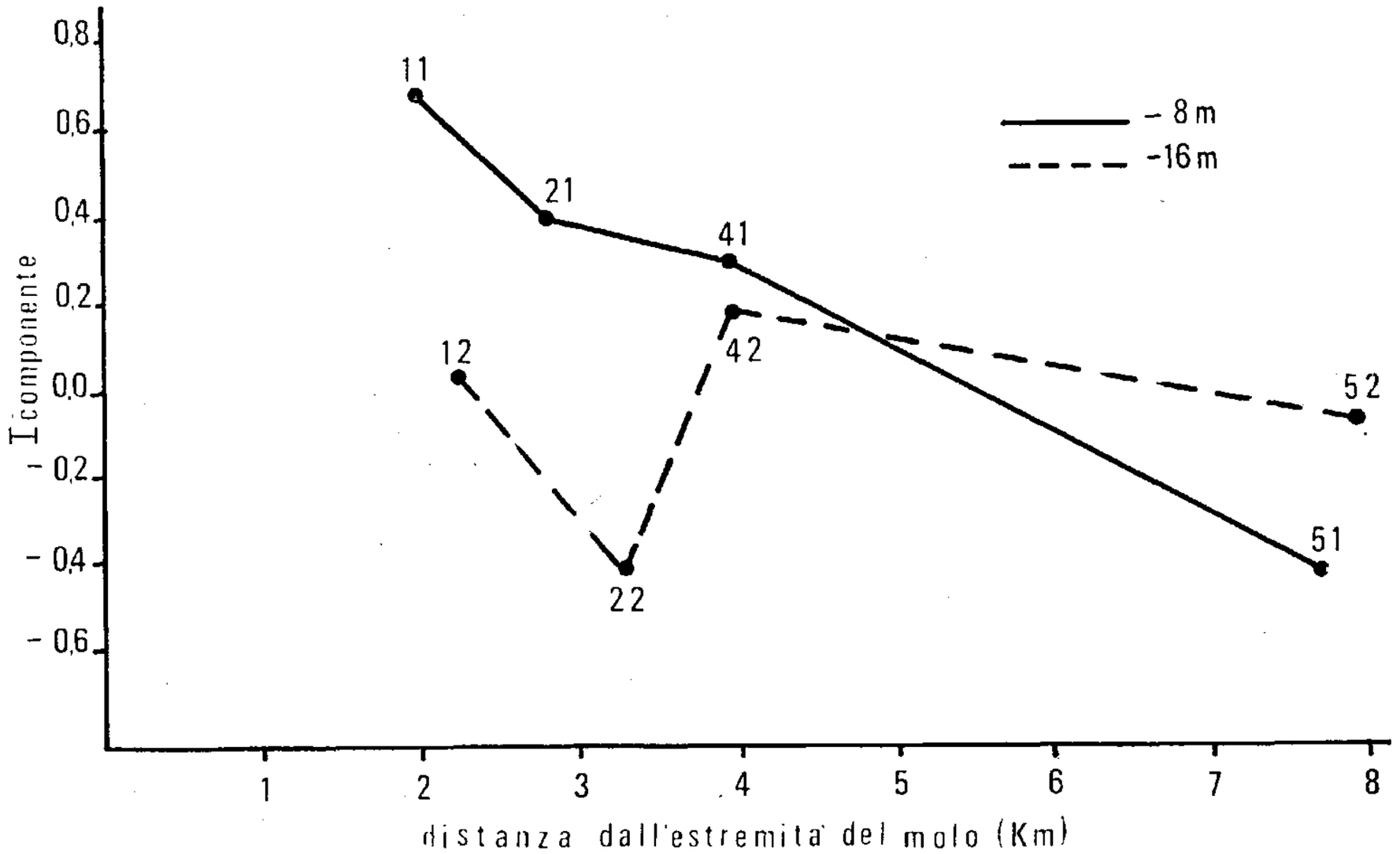


Fig. 7 - Andamento della I componente corretta, relativa alle 2 profondità, in funzione della distanza dal porto.

Stazioni	N	Ry_{12}	F (regr.mult.)	Fx_2 (dist. dal porto)
Staz. a -8	16	0,92	signif.	signif.
Staz. a -16	16	0,70	signif.	n.s.

TABELLA 5 - Coefficiente di correlazione multipla della I componente e significatività (95%) del fattore « distanza dal porto ».

zioni sottocosta è possibile affermare l'esistenza, a livello di probabilità del 95%, di una diretta influenza del porto nella differenziazione della struttura dei popolamenti fitoplanctonici.

Nella situazione estiva, quindi, la struttura delle comunità fitoplanctoniche nell'area esaminata risulta essere influenzata soprattutto dal grado di diluizione dell'acqua di provenienza portuale.

In conclusione, in nessuna delle due campagne di indagine, primaverile ed estiva, tale struttura è risultata differire sensibilmente tra zone di mare sotto l'influenza del pennacchio termico e zone che si possono ritenere di riferimento. Pertanto l'effetto dello scarico termico per via di-

retta o in sinergismo con gli scarichi urbani, potrebbe esistere solo in una zona molto ristretta in prossimità dello sbocco del canale, zona non indagata nel presente lavoro.

LETTERATURA CITATA

BOURGADE B. (1976) - Impact des rejets termiques sur les populations phytoplanctoniques aux abords de la centrale thermique E.D.F. Martigue Ponteau. *Tethys,* **8**, 47-62.

BRIAND F. J. P. (1975) - Effect of power plant cooling systems on marine phytoplankton. *Mar. Biol.,* **33**, 135-146.

COOLEY W. W., LHONES D. R. (1971) - Multivariate data analysis. Wiley & Sons, New York.

GERKAKOV S. M., SEGAR D. A., STEARNS R. D. (1971) - Chemical and hydrological investigations in an area of thermal discharge into a tropical marine estuary.*Thyrd nat. Symp. on Radioecology, Oak Ridge, Tenn.*

KALANSKY M. (1978) - Perturbations écologiques liées à l'implantation de centrales thermiques de grande puissance sur le littoral. *Oceanis,* **4**, 152-195.

KOLHEMAINEN S. E., MARTIN F. D., SCHROEDER P. B. (1975) - Thermal studies on tropical marine ecosystems in Puerto Rico. In: *Environmental Effects of Cooling Systems at Nuclear Power Plants* pp. 409-422, International Atomic Energy Agency. Vienna.

ROESSLER M. (1971) - Environmental changes associated with a Florida power plant. *Mar. Pollut. Bull.,* **2**, 87-90.

STRICKLAND J. D. H., PARSONS T. R. (1965) - A manual of sea water analysis. *Fis. Res. Board Canada,* Ottawa, 203 pp.

THORAUG A., BLAKE N., SCHROEDER P. B. (1978) - The effect of heated effluents from power plants on seagrass (*Thalassia*) communities quantitatively comparing estuaries in the subtropics to the tropics. *Mar. Pollut. Bull.,* **9**, 181-187.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

R. Crema (*), E. Ioannilli (**), A.M. Bonvicini Pagliai (*),
M. Bertonati (**), R. Cironi (**), R. Vitali (**)

CHIMICO FISICA DELLE ACQUE E PRODUTTIVITA' PRIMARIA NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA CENTRALE TERMOELETTRICA DI PIOMBINO

Riassunto — Fra il settembre 1977 e il settembre 1978 è stata condotta un'indagine sulla qualità dell'acqua e la produttività primaria nel tratto di mare antistante la centrale termoelettrica di Piombino. L'indagine è stata condotta mediante una serie di misure ripetute mensilmente e riguardanti sia i principali parametri chimici di interesse ecologico sia la produttività primaria fitoplanctonica. I risultati delle indagini hanno permesso di caratterizzare il ciclo annuale dei parametri in esame e di escludere sensibili modificazioni legate alla presenza dello scarico termico.

Abstract — *Water quality and primary production in the sea area facing the power station of Piombino (Thyrrenian sea coast).* Main chemical environmental parameters and primary production were monthly (September 1977-September 1978) extimated in the sea area facing fuel power station of Piombino (Thyrrenian sea coast, Tuscany). Comparison of the annual cycles pattern of these parameters among stations located at various distance from the outlet allows to establish that heated effluent has not brought about detectable alterations to the environment.

Key words — Thermic pollution, primary production, water quality.

La centrale termoelettrica di Piombino è situata nel Golfo di Follonica in corrispondenza della località denominata Torre del Sale. L'impianto è entrato in funzione nel gennaio 1977 ed è attualmente costituito da due unità, per una potenza complessiva di 640 MW.

La quantità di acqua marina utilizzata per il raffreddamento è di circa 22 m^3/sec; essa subisce, nell'attraversamento del condensatore, un aumento massimo di temperatura di circa 8,5°C. Tra il settembre 1977 ed il settembre 1978 è stata condotta un'indagine sulla qualità dell'acqua e la produttività primaria nel tratto di mare antistante la centrale per rilevare eventuali effetti dello scarico termico.

Metodi

Le misure e i prelievi di campioni sono stati effettuati in stazioni fisse (fig. 1) collocate su tre perpendicolari alla costa. La transetta T1 po-

(*) Istituto di Zoologia dell'Università, via Università 4, 41100 Modena.
(**) ENEL, Laboratorio Centrale DCO, via Bixio 39, 29100 Piacenza.

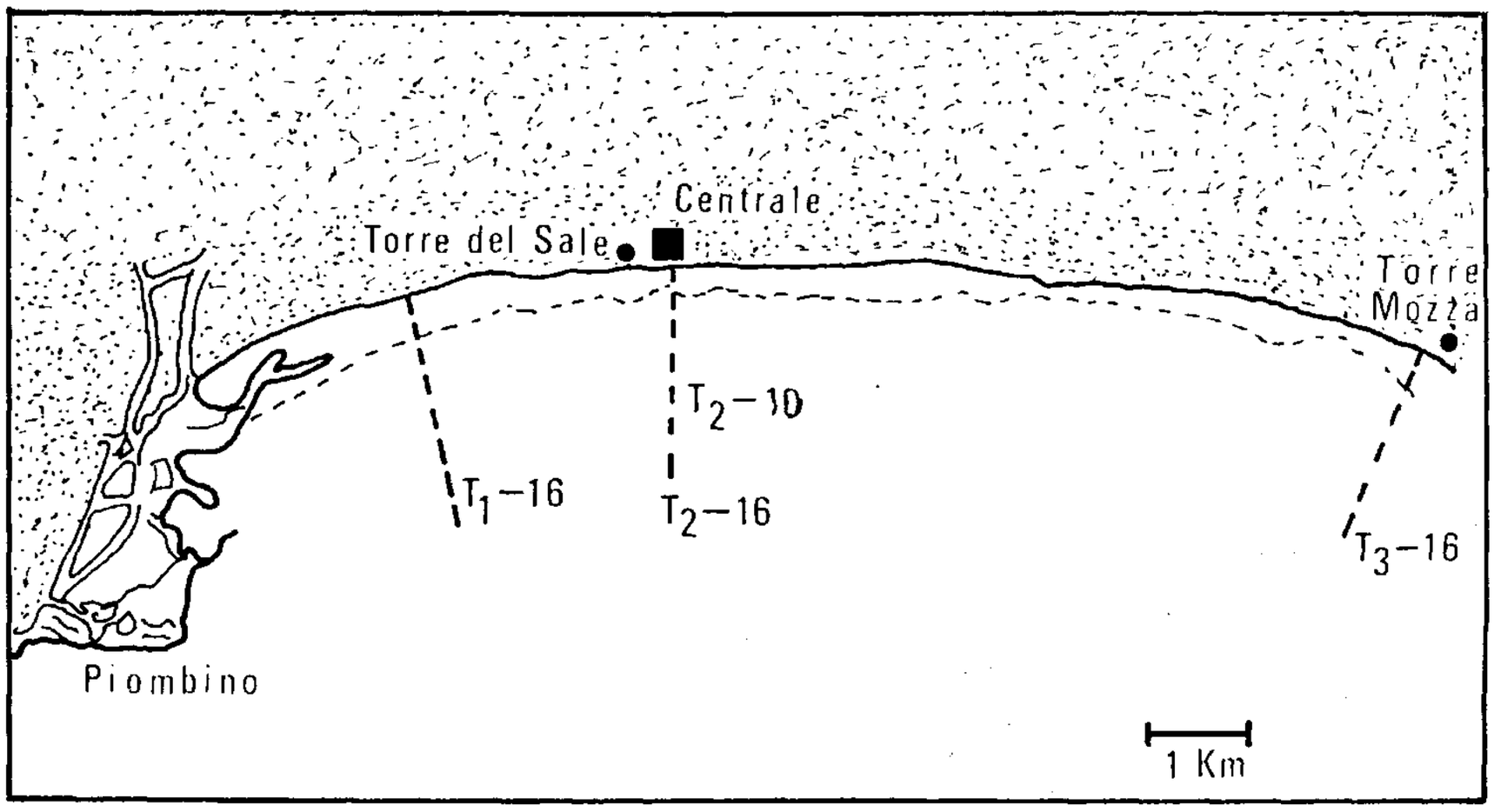


Fig. 1 - Area di indagine e posizione delle stazioni di campionamento.

sta in corrispondenza dello stabilimento Dalmine, circa 1,5 Km a Ovest di Torre del Sale; la transetta T2 sull'asse del canale di scarico della centrale; la transetta T3 in località Torre Mozza, 7-8 Km a Est.

La T1 è stata istituita per valutare la qualità dell'acqua in prossimità di una zona industriale (area portuale di Piombino, stabilimenti Italsider, Dalmine, Magona ecc.) che può influire, a seconda delle correnti, sulle condizioni del tratto di mare antistante la centrale; la T2 è stata collocata nella zona interessata dal pennacchio termico; la T3 rappresenta un'area di caratteristiche simili alla precedente, ma trovandosi sicuramente al di fuori dei possibili effetti dello scarico termico è stata assunta come termine di riferimento.

I campionamenti sono stati effettuati in corrispondenza di ogni transetta sulla profondità di 16 m, con due replicati per stazione. Per la transetta T2 è stata inoltre istituita una seconda stazione alla profondità di 10 m (T2 - 10) collocata a circa 450 m dallo sbocco del canale di scarico della centrale. I rilevamenti sono stati ripetuti con frequenza mensile.

Per la produttività primaria le misure sono state effettuate mediante il metodo del C^{14} alle profondità di 1 m, 5 m, 10 m in ogni stazione. Le misure di ossigeno disciolto, salinità, temperatura sono state eseguite lungo tutto il profilo verticale delle stazioni fissate. I campionamenti per le analisi chimiche sono stati effettuati a circa 50 cm di profondità, per mezzo di una bottiglia non metallica: ogni campione era costituito da quattro prelievi consecutivi miscelati.

I valori dei parametri chimici misurati nelle diverse stazioni nei mesi in esame sono stati confrontati fra loro mediante analisi della varianza a due fattori. Nei casi in cui sono state evidenziate differenze significative tra i parametri è stato effettuato il test di Duncan per l'identificazione delle coppie di stazioni differenti tra di loro, periodo per periodo.

RISULTATI

Caratteristiche generali dell'acqua

La temperatura risulta compresa tra i minimi di 11°-12°C (gennaio-febbraio) e massimi di 21°-21,8°C (settembre 1977, giugno-luglio 1978), con medie intorno a 18°C nell'autunno 1977 e a 14°C nella primavera 1978.

La temperatura ha mostrato i tipici andamenti spaziali (sul profilo verticale) e temporali associati al ciclo annuale; la Tabella 1 riporta i Δ T°C

Mese	T1 -16 (S-F)	T2 -10 (S-F)	T2 -16 (S-F)	T3 -16 (S-F)	(T2 -10) (T3 -16)	Carico medio Centrale (MW)
Set.'77	0°	0°	0°	0°	0°	f.s.
Ott.'77	0°	0,2°	-0,2°	0°	0°	248
Nov.'77	-0,5°	-0,5°	-1°	-1°	0°	320
Dic.'77	0,3°	1°	0,5°	0,5°	1°	292
Gen.'78	0°	2°	0°	-0,5°	1°	293
Feb.'78	-0,8°	0°	0°	0°	-0,5°	f.s.
Mar.'78	0,4°	0°	0,5°	0,4°	0,2°	236
Apr.'78	0°	1°	0,8°	0,8°	0,5°	259
Mag.'78	0,9°	1,7°	1°	0,9°	0,8°	239
Giu.'78	0,4°	0,5°	0,4°	0,5°	0,2°	202
Lug.'78	0,3°	0,8°	-0,8°	0,3°	1°	231
Set.'78	1,2°	0°	2,5°	0,5°	-0,5°	438

TABELLA 1 - ΔT°C tra la superficie e il fondo (S-F), tra i valori superficiali di T_2-10 e T_3-16 e carico medio della centrale nelle 12 ore precedenti le misure (f.s. = fuori servizio).

tra superficie e fondo rilevati nel corso dell'anno, nonchè quelli tra la T2-10 e la T3-16 in superficie, unitamente ai valori del carico medio della centrale nelle 12 ore precedenti i campionamenti. Da notare l'instaurarsi di una stratificazione inversa (Δ T°C = 0,5 ÷ -1°C) in concomitanza con le piene dei corsi d'acqua locali (novembre 1977).

Dalla Tabella 1 si può osservare anche che la differenza tra le temperature superficiali della stazione più vicina allo scarico (T2-10, a circa 450 m dall'immissione in mare dell'effluente termico) e quella di riferimento (T3-16) è sempre abbastanza contenuta, raggiungendo un massimo di 1°C nel luglio 1978.

Il pH ha oscillato tra 8,05 e 8,31, mantenendosi entro limiti del tutto normali per le acque costiere; l'alcalinità totale è risultata compresa fra 121 e 177 ppm come $CaCO_3$, con massimi (150-177 ppm) nel bimestre giugno-luglio 1978.

Le concentrazioni di ossigeno disciolto (tab. 2) rilevate in superficie sono comprese fra 6,8 e 8,6 ppm; quelle rilevate al fondo tra 6,2 e 9,2 ppm. Le percentuali di saturazione hanno variato rispettivamente fra il 91,9 e il 113,4% e fra l'83,8 e il 112,9%. Entrambi i parametri indicano

Mese	$N - NH_3$	$N - NO_2$	$N - NO_3$	PO_4 solubile	P tot.sol.	Si solubile
Set.'77	n.s.	T1 > T2,T3 T2-10 > T2,T3 T3 > T2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ott.'77	T2-10 > T1,T2 T3 > T1,T2-10,T2	T1 > T2,T3 T2-10 > T2,T3 T3 > T2	T1 > T2-10 T3 > T2	n.s.	n.s.	n.s.
Nov.'77	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Dic.'77	T2-10 > T2,T3 T2 > T1,T3	T1 > T3 T2-10 > T3 T2 > T3	T2-10 > T1,T2,T3	T1 > T2-10,T2,T3	n.s.	n.s.
Gen.'78	n.s.	n.s.	T1 > T3 T2-10 > T3 T2 > T3	n.s.	n.s.	n.s.
Feb.'78	n.s.	n.s.	T1 > T3 T2-10 > T3 T2 > T3	T1 > T2-10 T2 > T2-10 T3 > T2-10	n.s.	n.s.
Mar.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apr.'78	n.s.	T1 > T3 T2-10 > T3	T1 > T2-10,T2,T3	n.s.	n.s.	n.s.
Mag.'78	n.s.	n.s.	T2-10 > T1 T1 > T2 T3 > T1	n.s.	n.s.	n.s.
Giu.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lug.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Set.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

TABELLA 2 - Confronti statistici mensili tra le concentrazioni di nutrienti nelle varie stazioni (n.s. = differenze non significative).

una situazione buona dal punto di vista dello stato di inquinamento organico. Le concentrazioni minime sono state riscontrate nell'ottobre 1977, le massime, alla T2-10, nel febbraio 1978; le percentuali di saturazione hanno mostrato i valori più bassi in autunno e i più alti in estate. Nessuna differenza di rilievo è apparsa fra le varie stazioni, mentre in alcune occasioni sono stati riscontrati gradienti, positivi o negativi, tra la superficie e il fondo (0,1-1,2 ppm in concentrazione e 1-8% in saturazione, con due punte di +10 e —16%).

Nutrienti

Gli andamenti temporali delle concentrazioni di nutrienti (medie fra le stazioni) sono riportati in Figura 2 mentre la Tabella 2 sintetizza i risultati dei confronti, effettuati per mezzo dell'analisi della varianza, tra le concentrazioni rilevate ogni mese nelle varie stazioni.

L'azoto nitroso, quello nitrico e l'ortofosfato solubile mostrano un ci-

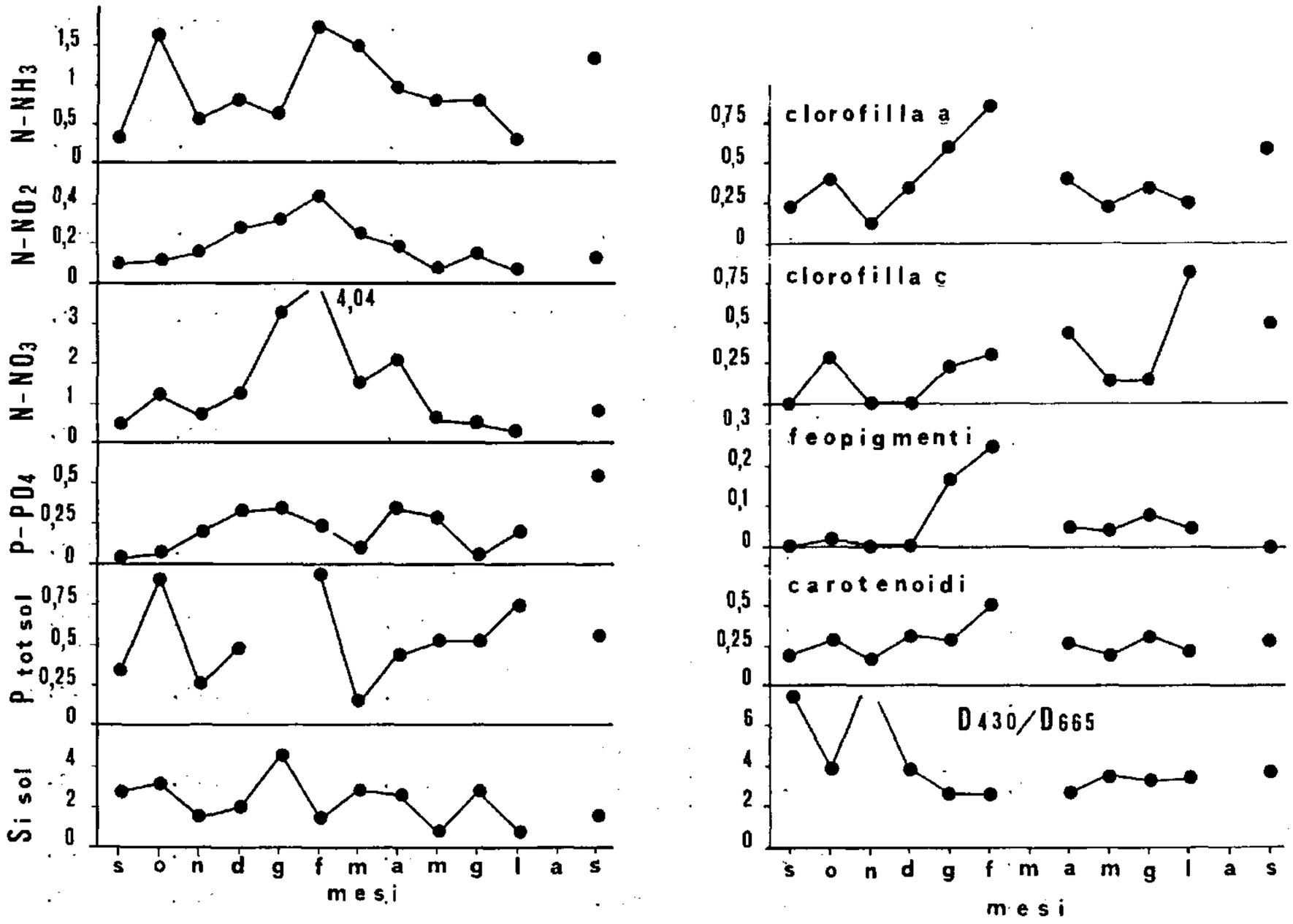


Fig. 2 - Andamento temporale delle concentrazioni di nutrienti (medie tra le stazioni, µg at/l).

Fig. 3 - Andamento temporale delle concentrazioni di pigmenti (medie tra le stazioni, mg/m^3).

clo annuale piuttosto regolare e ben interpretabile, con minimi nei mesi caldi e massimi nei mesi freddi. L'azoto ammoniacale e il fosforo totale solubile presentano invece oscillazioni irregolari, in conseguenza più o meno diretta dell'andamento degli apporti esterni (scarichi urbani, acque di dilavamento ecc.). In particolare i dati relativi al mese di ottobre, risentono delle abbondanti piogge dei giorni immediatamente precedenti i campionamenti.

Il silicio solubile non mostra di risentire dei cicli di assimilazione da parte degli organismi utilizzatori.

Sotto il profilo spaziale, l'analisi della varianza (tab. 2) non rivela disomogeneità sistematiche tra zona e zona e non mostra modificazioni correlabili con la vicinanza allo scarico termico.

Indici dell'attività fotosintetica

I risultati relativi alle concentrazioni dei pigmenti fitoplanctonici sono riportati nella Figura 3, che mostra l'andamento temporale dei livelli dei pigmenti principali e dell'indice di Margalef (D430/D665). La Tabella 3 riporta i risultati dell'analisi di varianza tra le concentrazioni mensili di pigmenti nelle varie stazioni.

Mese	Clorofilla a	Clorofilla c	Feopigmenti	Carotenoidi	Indice di Margalef
Set'77	T1> T2,T3	n.s.	n.s.	T1 > T2,T3	n.s.
	T2-10 > T2,T3			T2-10 T2,T3	
	T2 > T3				
Ott.'77	n.s.	n.s.	n.s.	T2-10>T1,T2,T3	n.s.
Nov.'77	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Dic'77	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Gen.'78	T2-10 > T1	n.s.	n.s.	T2 > T2-10,T1	n.s.
	T3 > T2			T3 > T2-10,T1	
Feb.'78	T1 > T2,T3	n.s.	T1 > T2,T3	T1 > T2,T3	n.s.
	T2-10 > T2,T3	n.s.	T2-10 > T2,T3	T2-10 > T2,T3	n.s.
Apr.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Mag.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Giu.'78	T2-10 > T2	n.s.	T2-10 > T1,T2,T3	T2-10 > T1	n.s.
Lug.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Set.'78	T1 > T2-10,T3	n.s.	n.s.	T2 > T1,T2-10,T3	n.s.
	T2 > T2-10,T3				

TABELLA 3 - Confronti statistici mensili tra le concentrazioni di pigmenti fotosintetici nelle varie stazioni.

La clorofilla *a*, i feopigmenti e i carotenoidi hanno andamenti con un massimo più o meno evidente verso la fine dell'inverno (febbraio), la clorofilla *c* presenta un picco in luglio. L'indice di Margalef mostra alle T2-16 e T3-16 due picchi nel settembre e novembre 1977, mentre si mantiene su valori pressochè costanti in tutti gli altri casi.

Sul piano spaziale, l'analisi della varianza sui dati delle varie stazioni non mette in evidenza, nella maggior parte dei casi, differenze statisticamente significative; quando invece queste sussistono, non si nota la prevalenza sistematica di alcuna stazione sulle altre.

Produttività primaria

I valori della produttività primaria misurati mensilmente nelle varie stazioni sono riportati nelle Figure 4 e 5, rispettivamente per i valori integrati relativi ai primi dieci metri di colonna d'acqua e per quelli superficiali.

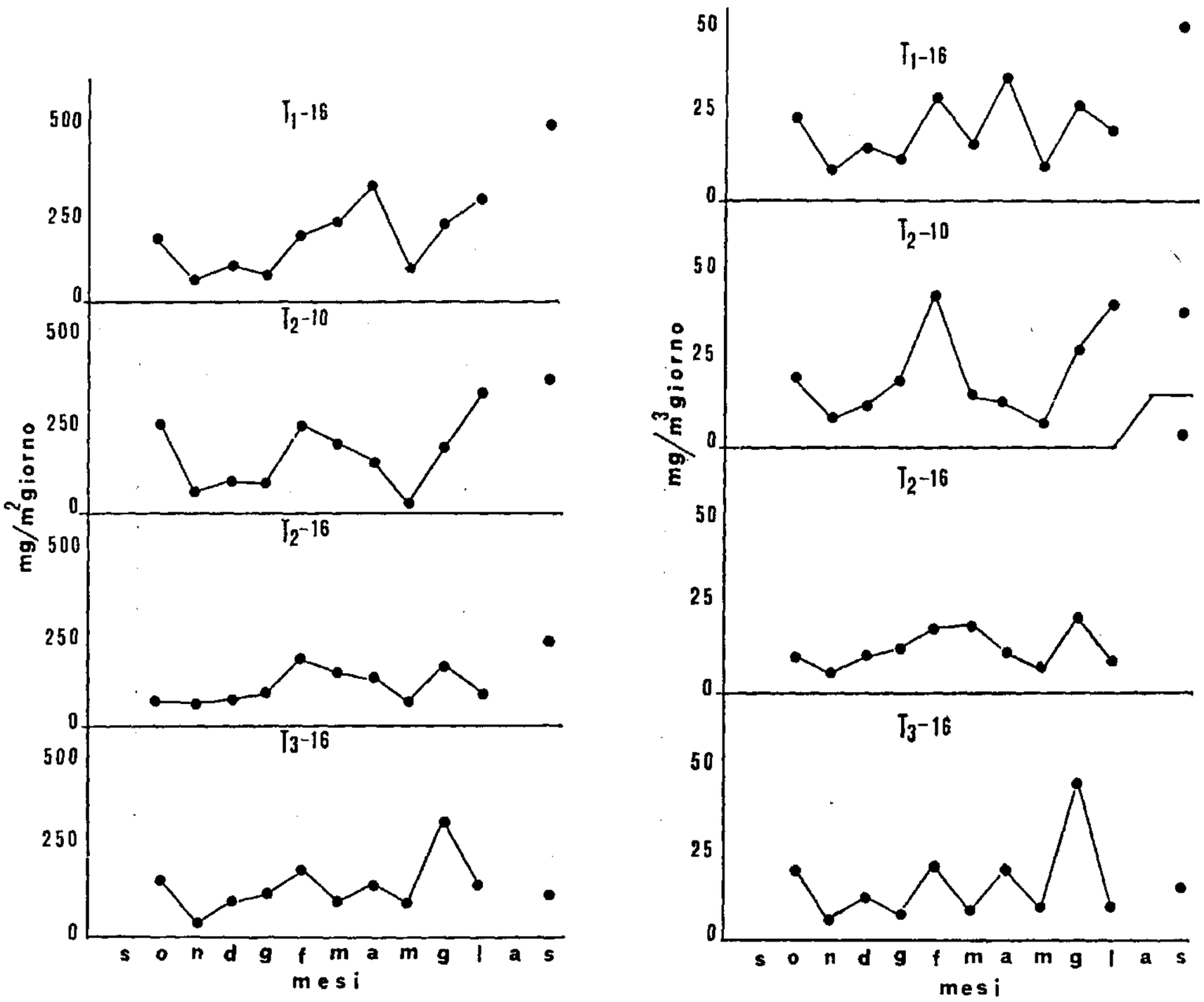


Fig. 4 - Andamento annuale della produttività primaria dei primi 10 m d'acqua (mgC/m^2 giorno).

Fig. 5 - Andamento annuale della produttività primaria in superficie (mgC/m^3 giorno).

L'andamento annuale è caratterizzato da un minimo invernale cui segue un risveglio che in qualche caso dà luogo ad un primo massimo primaverile nel mese di febbraio. Nei mesi estivi si assiste ad un progressivo aumento della produttività che generalmente si protrae fino all'autunno. Nelle varie stazioni questa situazione non sembra subire modificazioni sostanziali. Si deve osservare che questo andamento del ciclo annuale corrisponde perfettamente a quello che si riscontra in generale nei nostri climi. Anche la stazione più prossima agli effluenti di scarico della centrale (T2-10) non mostra segni di sfasamento o di modificazioni del ciclo annuale. Le stazioni in T2 si presentano tra di loro leggermente differenziate da un maggior grado di eutrofizzazione a carico della stazione T2-10, dove si riscontra una situazione molto simile a quella di T1. Questa leggera differenziazione potrebbe essere interpretata in rapporto alla maggior vicinanza alla costa di tale stazione oppure alla prossimità dello scarico termico. In ogni caso le differenze sono, in senso assoluto, piuttosto limitate.

Si può, in conclusione, affermare che, nelle condizioni adottate nella presente indagine, non è stato possibile rilevare modificazioni del ciclo annuale, sia dei parametri chimici presi in esame che della produttività primaria fitoplanctonica, correlabili con la presenza dello scarico termico.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. INNAMORATI (*), A. BOCHICCHIO (*), R. GABBRIELLI (**),
C. LENZI GRILLINI (*)

EFFETTI DELL'INCREMENTO TERMICO ARTIFICIALE NEL MARE DI TORRE DEL SALE (GOLFO DI FOLLONICA). PRIMI RISULTATI (***)

Riassunto — Nel mare antistante la centrale ENEL di Torre del Sale (2 × 320 Mw; acqua di raffreddamento 22 m^3/sec; Δt max 8,5°C) sono state rilevate, per 15 mesi, le principali caratteristiche ambientali, nutritive e la composizione del fitoplancton. Sottocosta vi è una maggiore concentrazione di nutrienti, di clorofilla, di numero di cellule e di specie, oltre ad una inconsueta fioritura estiva di *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve, *Gymnodinium* sp. e di una cryptophyta non identificata. Al largo si hanno stazioni più simili a quelle ben conservate dell'Alto Tirreno. Il pennacchio termico presenta un incremento di ossigeno probabilmente dovuto alla turbolenza ed un decremento di produzione che non sembra dovuto all'incremento termico.

Abstract — *Effects of artificial thermal increase in the sea near Torre del Sale (Golfo di Follonica). First results.* Main environmental, nutritional conditions and phytoplankton composition have been analyzed during 15 months at the Torre del Sale ENEL power plant (2 × 320 Mw; cooling water 22 m^3/sec; Δt max 8,5°C). Nutrient and chlorophyll contents, number of cells and of species have been found higher nearshore, where an unusual summer bloom of *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve, of *Gymnodinium* sp. and of an unidentified cryptophyta have been also observed. The offshore area shows the characters of the mostly unpolluted areas of the High Tyrrhenian sea. The thermal discharge often shows an increase of dissolved O_2, possibly due to water turbolence, and a decrease of primary production, which does not seem related to the thermal discharge.

Key words — Thermal pollution, chlorophyll, phytoplankton production.

La centrale termoelettrica ENEL di Torre del Sale (fig. 1) consta attualmente di due gruppi generatori che producono una potenza elettrica massima di circa 320 Mw ciascuno. L'acqua marina usata per il raffreddamento dei condensatori scorre nella condotta (1800 m) con una portata di 22 m^3/sec e alla velocità di 2 m/sec. Durante il transito nei condensatori (7 sec) subisce un incremento di circa 8,5°C quando i gruppi erogano la massima potenza.

Nelle 7 stazioni ubicate come in Figura 1B sono stati effettuati i prelievi mensili dei campioni e le misure più sotto specificate. Quelle al largo (L,W,E), hanno rispettivamente distanza dalla costa di 1,8 1,6 1,6 miglia ed il fondale di 20, 16, 16 m; le 3 sottocosta (T, P, M), distano tutte 0,3

(*) Laboratorio di Ecologia Vegetale dell'Università, via Micheli 1, 50121 Firenze.
(**) Laboratorio di Fisiologia Vegetale dell'Università, via Micheli 1, 50121 Firenze.
(***) Sintesi di ricerche effettuate con contributo CNR n. 76.01419 e dell'Università di Firenze C.11.01.

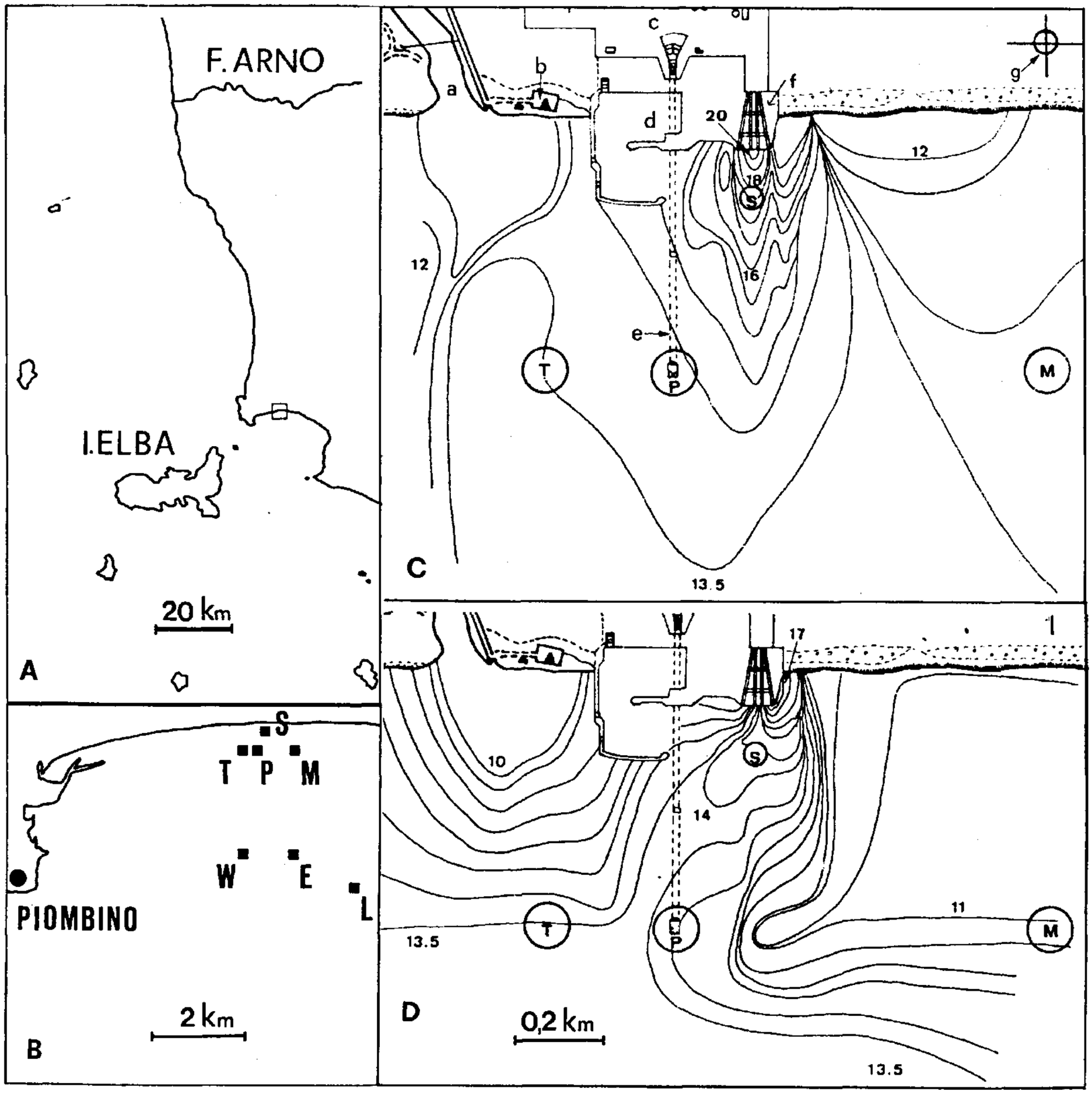


Fig. 1 - Ubicazione della centrale di Torre del Sale (A) e delle stazioni (B). Isoterme di fronte allo scarico durante i mesi di gennaio (C) e febbraio 1979 (D). C: a, bocca del fiume Cornia; b, Torre del Sale; c, centrale; d, porto; e, condotta sottomarina dell'opera di presa; f, diffusore dello scarico; g, torre metereologica ENEL. In C il gradiente tra le isoterme è di 0,5° fino a 18°, e di 1° da 18° a 20°; in D è di 0,5°C.

miglia dalla costa ed hanno un fondale di 9,5 m; la stazione S è a 100 m dalla bocca dello scarico dove la profondità è di 2,7 m. Delle 3 al largo la L è stata disposta nel Golfo pressochè al centro tra Piombino e Follonica sul parallelo passante per il semaforo di Piombino e le altre due, W ed E, sugli stessi meridiani della T e della M.

Le profondità di rilevamento per tutte le stazioni sono state di 0 e

2,5 m. A queste vanno aggiunte quella di 5 m per le stazioni T, P, M, quelle di 10 e 15 m per la W ed E e quella di 20 m per la L.

In ciascuna stazione sono stati rilevati: temperatura, salinità, O_2 disciolto, pH, nitriti, nitrati, ortofosfati, clorofilla *a* ed il numero di cellule/litro per ciascuna delle specie di fitoplancton presenti.

I rilievi di temperatura e salinità, sono stati effettuati mediante il Salinity temperature bridge MC5 della Electronic Instruments. L'ossigeno è stato dosato per titolazione con il metodo Winkler, il pH rilevato con pHmetro Metrohm E 510. Nitriti, nitrati e ortofosfati solubili sono stati determinati secondo i metodi riportati da STRICKLAND e PARSONS (1972), la clorofilla *a* secondo quello UNESCO (1966), le cellule fitoplanctoniche secondo i metodi di UTERMÖHL e di COULON e ALEXANDER (1972) da noi modificato, l'irradianza globale con albedometro KIPP.

Nella zona interessata dall'incremento termico è stata rilevata la distribuzione superficiale delle isoterme mediante registrazione in continuo della temperatura lungo rotte disposte a reticolo, con maglie di 100 m circa di lato, comprendente al centro il pennacchio termico. Infine è stata rilevata la produzione fitoplanctonica *in situ* per tutte le profondità nelle stazioni di scarico S e presa P, con il metodo del ^{14}C secondo Steeman Nielsen (STRICKLAND e PARSONS, 1972).

I risultati che seguono riguardano i rilevamenti sino ad oggi effettuati, e precisamente i periodi: 1978: 14-18/V; 14-16/VI; 13-14/VII; 2-4/VIII; 5-8/IX; 19-21/X; 13-16/XI; 17-20/XII; 1979: 15-18/I; 13-16 /II; 13-15/III; 10-12/IV; 14-16/V. Le analisi microscopiche del fitoplancton sono ancora in corso. Nelle more della stampa degli Atti del Congresso della Società Italiana di Biologia Marina sono stati aggiunti i risultati ottenuti nei periodi 12-14/VI e 18-21/VII 1979 e le analisi del fitoplancton sinora svolte, comprendenti i campioni fino all'agosto 1978.

Dalla configurazione delle isoterme (fig. 1), si osserva come la diffusione del calore residuo venga notevolmente influenzata dalla presenza del fiume Cornia e del torrente Acquaviva che sfociano ai lati dello scarico termico. Per effetto di tali sbocchi il calore residuo viene più facilmente scambiato e la forma del pennacchio termico risulta più (fig. 1C) o meno (fig. 1D) espansa, a seconda della portata delle due masse di acqua più fredda che tendono a raffreddarlo ai due lati.

La temperatura in superficie alla stazione S è determinata da quella dell'acqua alla presa, da quella delle acque telluriche immediatamente vicine, dalla produzione elettrica, oltre che dall'irraggiamento e dalla evaporazione. La produzione elettrica presenta delle variazioni notevoli anche durante le diverse ore di uno stesso giorno. Nelle ore durante le quali è stata

eseguita l'incubazione per la misura della produzione fitoplanctonica, gli incrementi massimi da noi rilevati tra la stazione P a 5 m e la S in superficie sono stati di 4,5°C il 20/12/1978 alle ore 12, con una produzione elettrica di 659 Mw, e di 6,03°C alle ore 12 del 14/6/1979, con una produzione di 639 Mw.

I risultati che seguono riguardano il solo strato superficiale e sono medie dei valori misurati alle profondità di 0 m e 2,5 m, le quali, essendo presenti in tutte le stazioni, permettono il confronto tra queste.

Il contenuto in ossigeno disciolto si è presentato spesso maggiore alla stazione S rispetto a quello della stazione P.

Dalla distribuzione dei punti riportati in Figura 2 si può osservare che anche nell'area di scarico frequentemente sono apparsi valori di soprasaturazione, e va detto che i dati presentano persino valori di concentrazione assoluta i quali, nonostante che lo scarico abbia una temperatura sempre più alta, sono maggiori rispetto a quelli delle stazioni sottocosta. Ciò probabilmente è dovuto alla turbolenza dell'acqua, sia dentro la condotta, che allo sbocco dal diffusore: qui infatti le onde si frangono, oltrechè per la bassa profondità, a causa della corrente dell'effluente che è diretta in senso contrario.

Il ciclo annuale del contenuto in nitrati, nitriti e fosfati (fig. 3) presenta un'onda principale che comprende tutto l'inverno e due massimi di

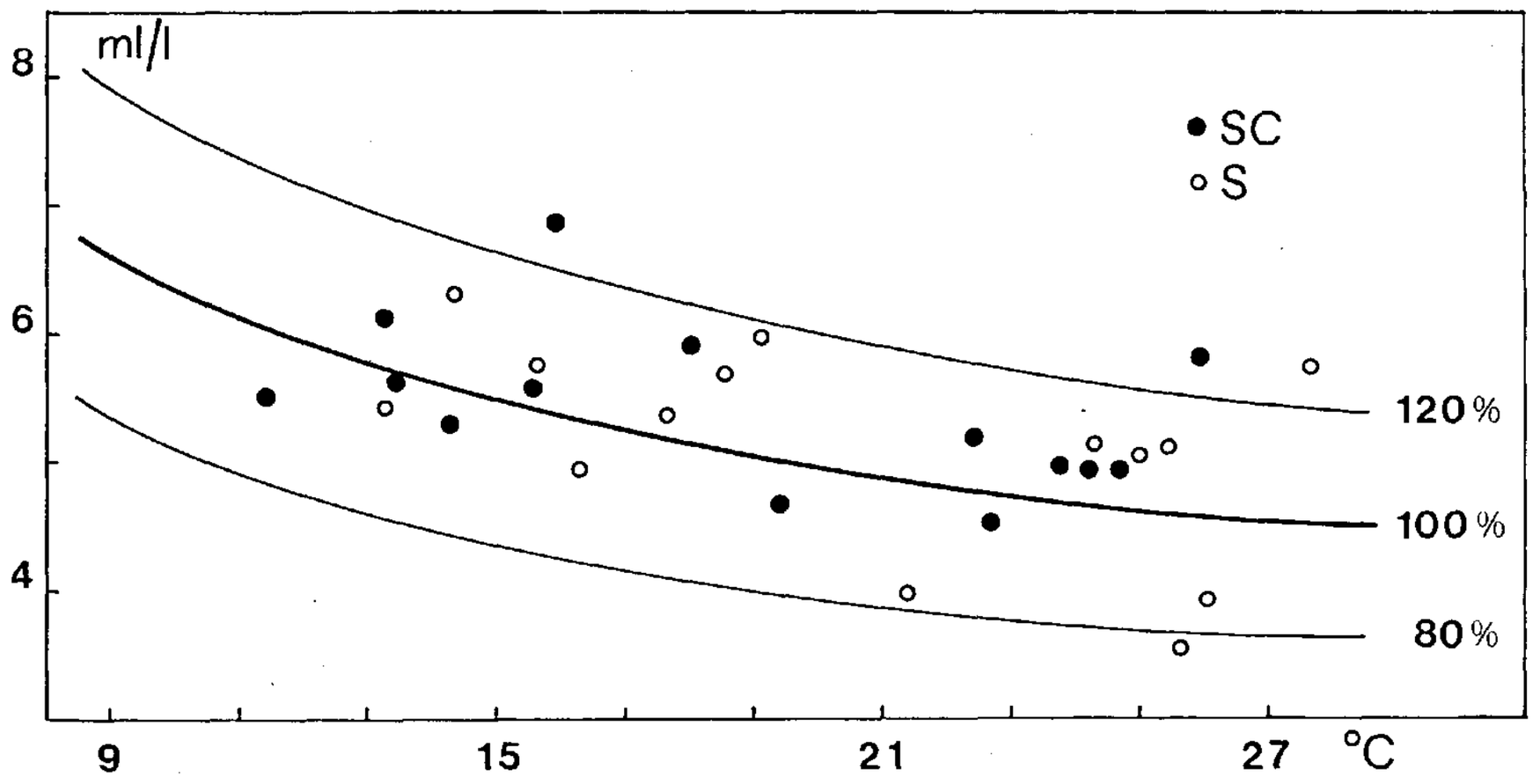


Fig. 2 - Concentrazione in ml/l dell'ossigeno disciolto in funzione della temperatura del mare. S, scarico; SC, media delle tre stazioni sottocosta. Le tre curve rappresentano le variazioni teoriche di concentrazione a tre livelli percentuali di saturazione, alla salinità del 37‰.

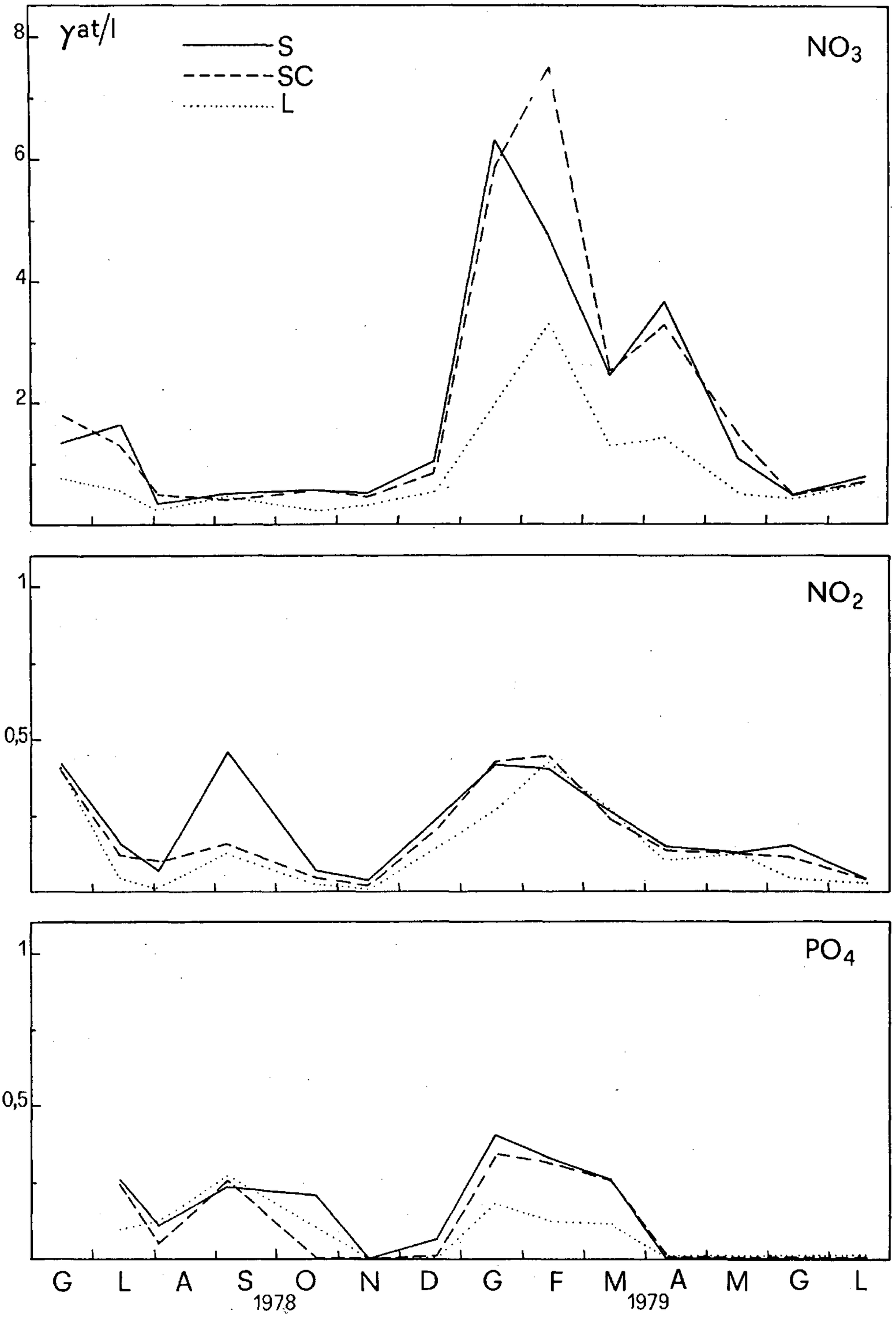


Fig. 3 - Variazioni mensili dei nutrienti allo scarico S, nelle tre stazioni sottocosta SC, e nelle tre al largo L.

più breve durata a giugno-luglio e nell'autunno del 1978. L'andamento si svolge con modalità differenti nelle stazioni al largo e in quelle sottocosta, compreso la S. In queste ultime infatti sono state rilevate concentrazioni più elevate di nutrienti, specialmente nitrati, in conseguenza delle variazioni degli apporti terrigeni, i cui effetti sono naturalmente più attenuati nelle stazioni al largo.

Il valore massimo di concentrazione dei nitrati (7,5 γat/l) è stato rilevato a febbraio nelle tre stazioni sottocosta, mentre per i fosfati il valore massimo è stato rilevato a gennaio nella stazione S con 0,41 γat/l.

Il ciclo stagionale della concentrazione della clorofilla (fig. 4A) è notevolmente correlato con quello dei nutrienti e il controllo che questi normalmente presentano sulla biomassa fitoplanctonica si presenta qui particolarmente evidente. Infatti nelle stazioni sottocosta ed allo scarico la clorofilla, come i nutrienti, è quasi sempre più elevata che al largo con un aumento invernale che corrisponde esattamente con l'onda principale del ciclo stagionale dei nutrienti. Il massimo nel mese di febbraio è di 0,86 γ/l al largo, 1,13 allo scarico e 1,34 sottocosta. Il ciclo della clorofilla presenta però anche altri due massimi nel 1978, uno ad agosto, sottocosta e allo scarico, ed uno ad ottobre, solamente allo scarico. E' difficile giudicare se questi possano essere attribuiti ad una risposta riproduttiva del fitoplancton, collegata alla composizione fitoplanctonica e ritardata rispetto ai precedenti massimi di giugno-luglio e di settembre dei nutrienti, oppure se siano solamente dovuti alla presenza di specie a maggior contenuto di clorofilla.

Dalla Figura 4B si può vedere che le variazioni della temperatura e della produzione seguono quelle dell'irradianza solare. Il ciclo della produzione alla presa si presenta molto più variabile che allo scarico fino al novembre del 1978. Per tale periodo l'analisi della varianza tra i due cicli non dà differenza significativa, mentre nei mesi successivi quello alla presa si regolarizza ed è superiore a quello dello scarico in modo molto significativo.

Normalmente, a parità di irradianza e delle altre condizioni, gli incrementi di temperatura, a partire dalle temperature basse, determinano incrementi nella produzione fino ad una temperatura ottimale, oltre la quale ulteriori incrementi causano la diminuzione della produzione. Invece nel nostro caso, nonostante che la temperatura media dell'acqua non sia alta, la produzione fitoplanctonica alla stazione S è minore di quella alla P. Tale differenza non può essere attribuita nè alla luce nè alla temperatura. Altri fattori causano quindi tale diminuzione e, non avendo terminato i conteggi fitoplanctonici, non sappiamo se ciò possa essere attribui-

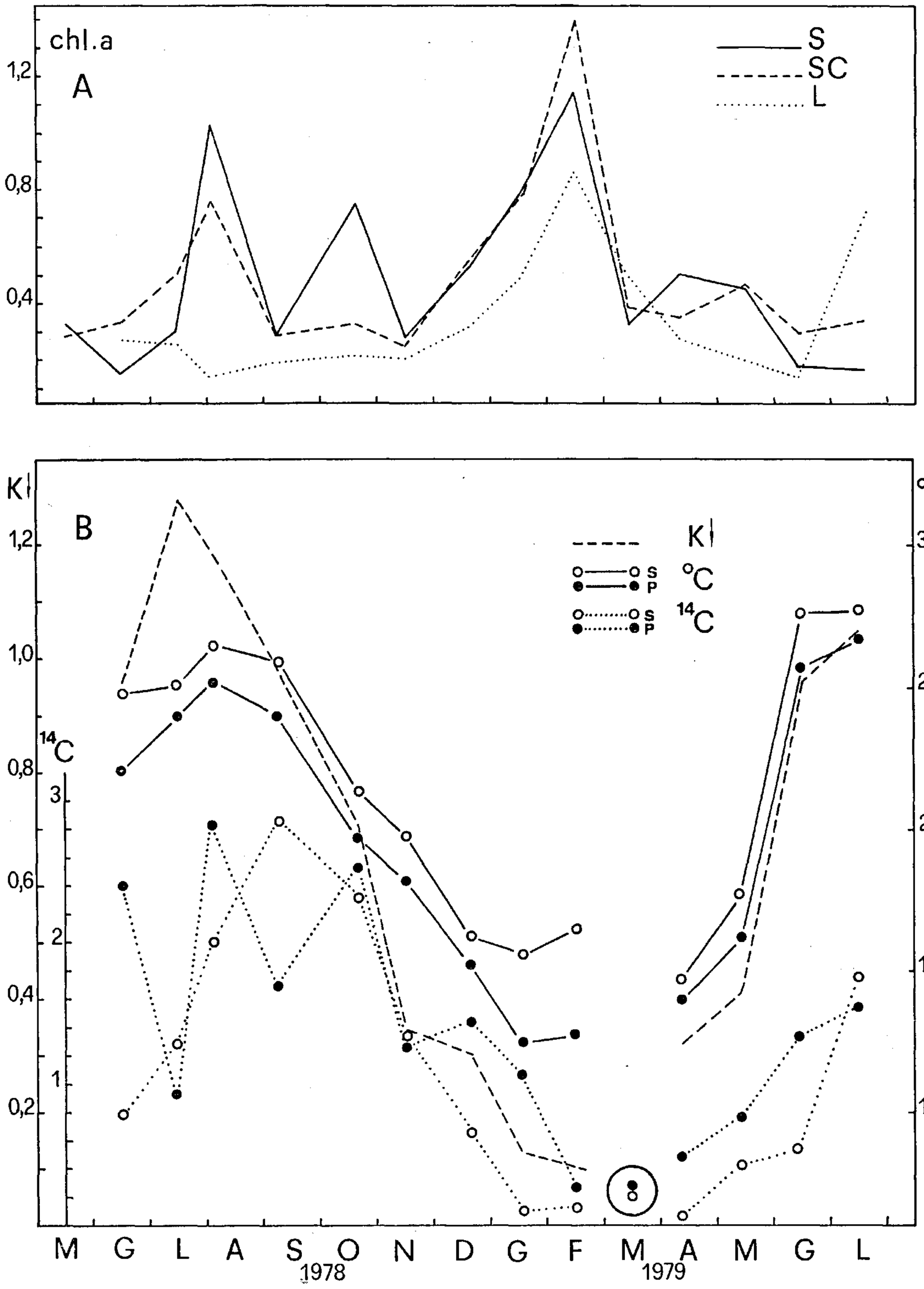

chl.a
A
1,2
0,8
0,4
S
SC
L
K
B
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
14C
3
2
1
°C
30
25
20
15
10
S
P
S
P
M G L A S O N D G F M A M G L
1978
1979

Fig. 4

to a differenze quantitative o qualitative del fitoplancton, o ad altri fattori presenti allo scarico come la clorazione, lo shock meccanico o le interferenze con la composizione delle più vicine acque telluriche, o provenienti dal vicino porto.

Relativamente alle analisi microscopiche del fitoplancton sinora svolte si possono fare le notazioni che seguono.

Da maggio ad agosto si è notata una tendenza all'aumento del numero di cellule/litro in tutte le stazioni. Le densità cellulari sono considerevoli rispetto alla normale situazione tirrenica di questa stagione e sottocosta sono molto maggiori (massimo 300.000 cellule/l) che al largo (massimo 50.000 cellule/l). Indipendentemente da quali possano essere le cause della tendenza all'aumento, va rilevato che esso si presenta sia sottocosta che al largo e comunque sembra che le cause non siano ravvisabili nella presenza del pennacchio termico.

Dallo studio della struttura delle popolazioni è emerso che in luglio sottocosta si ha una fioritura abbastanza inconsueta per i mesi estivi ed a carico di tre specie: la diatomea *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve; una dinoflagellata non identificata del genere *Gymnodinium* e una cryptophyta non identificata. Questo phylum è piuttosto raro e scarsamente conosciuto.

Il numero totale delle specie rilevato durante questo periodo è risultato molto elevato: 414. In luglio ed agosto è superiore nelle stazioni sottocosta, compresa la S, con una media di circa 50 specie per stazione, mentre quello delle stazioni al largo è in media di circa 25 per stazione.

Dallo studio della diversità specifica è risultato che i valori tendono globalmente a diminuire da maggio ad agosto, con la tendenza cioè ad una distribuzione meno omogenea degli individui tra le specie al passare del tempo. Le popolazioni fitoplanctoniche dell'intera area non sono quindi caratterizzate dai livelli di stabilità tipici dei nostri climi nei mesi estivi. La stazione S non presenta mai la diversità più bassa, ad indicare che non vi sono, rispetto alle altre stazioni, fenomeni di dominanza più elevati, o considerevoli riduzioni nel numero di specie rare.

Da questi primi risultati, limitatamente ai parametri ed ai periodi in cui sono stati rilevati, si può concludere che la situazione fitoplanctonica

---

Fig. 4 - A: variazioni mensili della clorofilla *a* in γ/l: allo scarico S, nelle tre stazioni sottocosta SC e nelle tre al largo L. Il valore di SC del maggio 1978 è media delle sole stazioni T ed M. B: variazioni mensili della produzione fitoplanctonica in mg/m^3 h di ^{14}C e della temperatura allo scarico S ed alla presa P. $K\downarrow$: irradianza globale solare media durante l'incubazione in cal/cm^{2}min. I valori della produzione di marzo derivano da prelievi effettuati internamente alla centrale prima (●) e dopo (O) il condensatore: incubazione a luce artificiale.

sottocosta si differenzia da quelle normali in buono stato di conservazione dell'Alto Tirreno a causa di apporti terrigeni, evidenziati dalla maggiore concentrazione nutritizia, che forse sono da collegarsi con le attività industriali, agricole e turistiche presenti nell'entroterra del Golfo di Follonica. Al largo la situazione, per quanto influenzata da quella sottocosta, è più simile a quelle normali. In relazione con la maggior concentrazione nutritizia, per i mesi esaminati, sottocosta, si ha una maggior ricchezza di specie e di biomassa fiotplanctonica, ma le specie dominanti sono differenti da quelle delle situazioni normali ed anche l'andamento dei cicli si discosta da queste.

Le differenze tra largo e sottocosta non si presentano comunque dipendenti dallo scarico termico. Inoltre la stazione più direttamente influenzata da questo, rispetto alle altre sottocosta, in alcuni mesi presenta un incremento di ossigeno, probabilmente dovuto alla turbolenza, ed un decremento di produzione la cui causa è tuttora da identificare, ma che non sembra imputabile all'incremento termico.

LETTERATURA CITATA

COULON C., ALEXANDER V. (1972) - A sliding-chamber-phytoplankton settling technique for making permanent quantitative slides with applications in fluorescent microscopy and autoradiography. *Limnol. Oceanogr.*, **17**, 149-152.

STRICKLAND J. D. H., PARSONS T. R. (1972) - A practical handbook of sea-water analysis. *Fish. Res. Board Can. Bull.*, **167**, 310 pp.

UNESCO (1966) - Determination of photosynthetic pigments in sea-water. Monographs on oceanographic metodology, UNESCO, Paris, 70 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

R. FERRARA (*), A. SERITTI (*), S. DE RANIERI (**),
A. PETROSINO (*), G. DEL CARRATORE (*), M. TORTI (*)

DISTRIBUZIONE DEI METALLI PESANTI NELLE ACQUE COSTIERE DELLA TOSCANA SETTENTRIONALE (***)

Riassunto — E' riportata la distribuzione di Zn, Cd, Pb e Cu nelle acque costiere della Toscana settentrionale rilevata durante una campagna annuale di prelievi (Aprile '78 - Marzo '79). I dati si riferiscono a campioni di acqua non filtrati, prelevati ad 1 metro di profondità e a circa 1 miglio dalla costa. E' stata usata la tecnica elettrochimica di *Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry* (D.P.A.S.V.) ed i singoli metalli sono stati misurati a diversi valori di pH allo scopo di avere una informazione indiretta sulla capacità complessante del mare.

Abstract — *Distribution of heavy metals in the coastal waters of Northern Tuscany.* The distribution of Zn, Cd, Pb, and Cu in the coastal water of Northern Tuscany during an annual field study (April '78-March '79), is reported. The data refer to unfiltered water samples collected 1 meter depth and 1 mile offshore. Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry was used and each metal was measured at different values of pH in order to have an indirect information about the complexing capacity of the sea.

Key words — Heavy metals, sea water.

La presenza dei metalli pesanti in natura è in parte di origine geochimica ed in parte antropogenica. Alcuni di essi come Zn, Cu, Co, Cr, Ni, V, Se, sono essenziali nei processi metabolici perché associati a vari sistemi enzimatici. Altri, come Hg, Cd, Pb, non sono interessati a nessuna richiesta biochimica e la loro presenza è tollerata dai vari organismi solo a livello di tracce.

Questa distinzione è anche espressa in termini di metalli potenzialmente tossici, dove la tossicità è legata a valori generalmente elevati, e di metalli tossici per i quali sono noti gli effetti nocivi già a concentrazioni molto basse, in quanto non venendo utilizzati, tendono ad accumularsi nei vari livelli trofici della catena alimentare (NÜRNBERG, 1979).

Negli oceani i livelli dei metalli pesanti sono generalmente bassi (ROBERTSON e CARPENTER, 1976), ma tendono ad aumentare in prossimità delle coste a causa degli scarichi industriali, dei concentramenti urbani e spesso per la affluenza di fiumi ad alto tasso di inquinanti.

(*) C.N.R. Laboratorio per lo Studio delle Proprietà Fisiche di Biomolecole e Cellule, via F. Buonarroti 9, 56100 Pisa.
(**) Centro Interuniversitario di Biologia Marina, P.le Mascagni 1, 57100 Livorno.
(***) Ricerca svolta nell'ambito del Progetto Finalizzato del CNR « Promozione della Qualità dell'Ambiente ».

Le relativamente basse concentrazioni da misurare hanno presentato e presentano notevoli problemi dal punto di vista analitico ed anche per questa ragione i dati relativi alle coste del Mediterraneo e più in particolare dell'Italia, sono molto scarsi. Per il tratto di costa tirrenica da noi esaminato gli unici dati a disposizione sono quelli di NÜRNBERG *et al.* (1977).

Uno dei problemi legati al confronto dei dati di vari laboratori consiste nella mancanza di una standardizzazione delle metodiche usate.

Per la determinazione di Zn, Cd, Pb e Cu nelle acque, la tecnica di D.P.A.S.V. è senza dubbio la più usata nonchè la più affidabile (NÜRNBERG e VALENTA, 1975), in quanto oltre a presentare un alta sensibilità, riduce al minimo la manipolazione dei campioni e quindi i problemi di contaminazione, permettendo anche la determinazione contemporanea di più metalli.

Le misure sono state da noi eseguite secondo le seguenti modalità.

Campionamento. I campioni di acqua sono stati prelevati per mezzo di bottiglie di Van Dorn in undici stazioni situate lungo il tratto di costa compreso tra la foce del fiume Arno ed il Cecina. Sono stati effettuati campionamenti mensili a circa un miglio dalla costa ed a un metro di profondità nell'arco di tempo che va dall'aprile '78 al marzo '79. I campioni, non filtrati, sono stati conservati in contenitori di polietilene e analizzati entro le 24 ore dal prelievo.

Strumentazione. Le misure voltammetriche sono state effettuate con il multipolarografo Amel mod. 472. Il sistema di elettrodi era costituito da un elettrodo capillare a goccia pendente (H.M.D.E. Methrom E 410), un elettrodo ausiliare di Pt ed un elettrodo di riferimento Ag/AgCl. Il campione era mantenuto a 25°C con un bagno termostatico e agitato magneticamente. Le soluzioni standard erano trasferite nella cella per mezzo di micropipette M.S.A.

Analisi. 25 ml di campione erano deaerati per 10 minuti facendo gorgogliare nella cella un flusso di azoto UPP. Si procedeva quindi all'elettrolisi per 72 sec a un potenziale di —1,3 V. Dopo 7 sec di riposo della soluzione iniziava la scansione anodica ad una velocità di 10 mV sec^{-1} con un'ampiezza di impulso di 25 mV. La registrazione del voltammogramma era ripetuta almeno tre volte allo scopo di verificare la riproducibilità. La soluzione veniva allora acidificata a pH 5,8 con $HClO_4$. Dopo aver registrato il nuovo voltammogramma si procedeva al dosaggio dello Zn con aggiunte successive di 0,25 μg di soluzione standard.

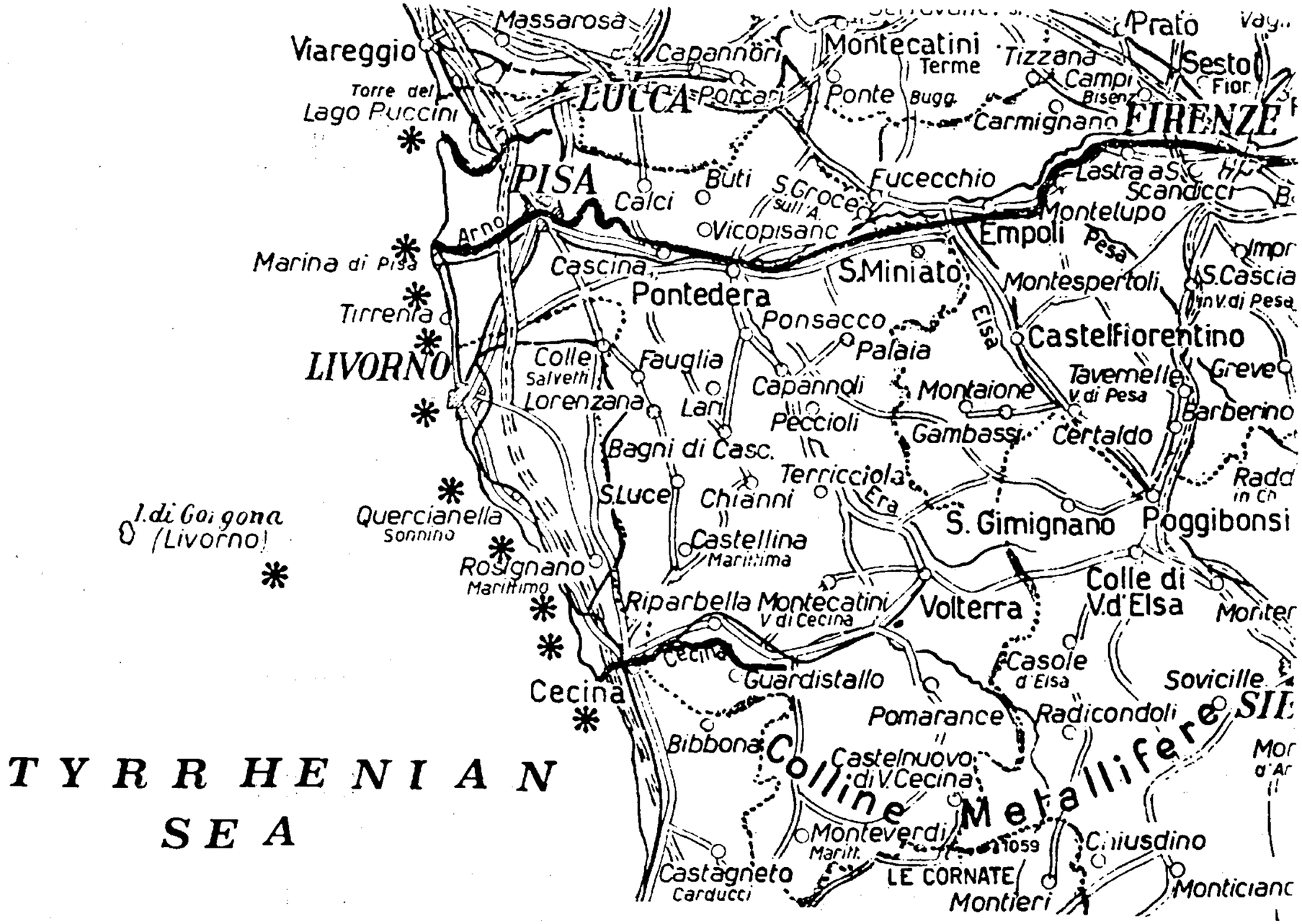


Fig. 1 - Stazioni di campionamento.

Per la determinazione rispettivamente di Cd, Pb e Cu la soluzione era acidificata a pH 2 con $HClO_4$; quindi dopo aver registrato il nuovo voltammogramma si procedeva al dosaggio contemporaneo dei tre metalli con aggiunte successive di standard.

Reagenti. Le soluzioni standard erano preparate giornalmente per diluizione con acqua bidistillata da soluzioni concentrate contenenti 1 mg per ml di metallo (BDH). Sono stati usati acidi Merck « Suprapur grade ».

Nella Figura 1 è riportata l'area e le stazioni in cui sono stati effettuati i prelievi. Una stazione di campionamento è stata fissata a 10 miglia al largo allo scopo di verificare eventuali variazioni rispetto ai valori trovati in vicinanza della costa. Le concentrazioni misurate sono risultate abbastanza omogenee per ogni singolo metallo, sia tra le varie stazioni che nell'arco dei dodici mesi della campagna di prelievi. Per quanto riguarda la stazione al largo, i valori di concentrazione trovati non si discostano apprezzabilmente da quelli delle altre stazioni.

Nella Tabella 1 sono riportate le concentrazioni medie di Zn, Cd, Pb e Cu ed i loro valori minimi e massimi ai rispettivi pH di misura e le percentuali di metallo presenti al pH naturale. I dati si riferiscono a campioni di acqua non filtrati. I valori trovati sono sensibilmente più alti dei valori medi delle acque oceaniche, ma abbastanza in accordo con i livelli medi di altre zone costiere ad alto concentramento industriale ed urbano (WALDHAUER *et al.*, 1978; ABDULLAH *et al.*, 1972).

Metallo	pH	Valori medi µg/l	Range µg/l	% al pH naturale	Concentrazioni di minimo rischio (W.Q.C. 1972) µg/l
Zn	5,8	9,8	3,4-18	60-70	20
Cd	2,7	<0,1	0,1- 0,6	100	0,2
Pb	2,7	2,2	1- 2,9	20-30	10
Cu	2,7	1,5	0,8- 4	50-60	10

Per quanto riguarda il confronto con altri dati disponibili per il Mediterraneo e più in particolare per le coste italiane, bisogna premettere che questa operazione è molto difficile da fare in quanto, come accennato nell'introduzione, diverse sono le stazioni ed i tempi di campionamento così come i metodi d'analisi impiegati. A questo scopo sarebbe auspicabile un periodico lavoro di intercalibrazione tra vari laboratori. Fatta questa premessa, si può affermare che i nostri dati non presentano grosse varia-

zioni rispetto a quelli di altri autori concernenti aree limitrofe alla nostra (BENON *et al.*, 1978; BERNHARD, 1978).

Per quanto riguarda i livelli di tossicità, nella Tabella 1 sono riportate anche le concentrazioni di sicurezza pubblicate dal *Committee of Water Quality Criteria* (1972) da cui si ricava che i nostri valori sono, in ogni caso, al di sotto delle concentrazioni ritenute di minimo rischio.

Concludendo, si può affermare che sebbene i valori trovati non siano di per sè allarmanti, essi possono essere considerati come un indice di una tendenza che, se confermata in periodi successivi, può rappresentare in futuro un pericolo reale per l'ecosistema marino.

Gli Autori ringraziano la Capitaneria di Porto di Livorno per la collaborazione offerta per il prelievo dei campioni.

LETTERATURA CITATA

ABDULLAH M. J., ROYLE L. G., MORRIS A. W. (1972) - Heavy metal concentration in coastal waters. *Nature,* **235**, 158-60.

BENON P., BLANC F., BOURGADE B., DAVID P., KANTIN R., LEVEAN M., ROMANO J. C., SANTRIOT D. (1978) - Distribution of some heavy metals in the gulf of Fos. *Mar. Pollut. Bull.*, **9**, 71-75.

BERNHARD M. (1978) - Heavy metals and chlorinated hydrocarbons in the Mediterranean. *Ocean Manage.*, **3**, 253-313.

NÜRNBERG H.W., MART L., VALENTA P. (1977) - Concentration of Cd, Pb and Cu in man and his environment. *Sci. Total Environ.*, **12**, 35-60.

NÜRNBERG H. W., MART L., VALENTA P. (1972) - Concentration of Cd, Pb and Cu in Ligurian and Tyrrhenian Coastal Waters. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **24**, 25-29.

NÜRNBERG H. W., VALENTA P. (1975) - Polarography and voltammetry in marine chemistry. In E.D. Goldberg ed., *The nature of Sea Water.* Dahlem-Konferenzen, Berlin, pp. 87-136.

ROBERTSON D. E., CARPENTER R. (1976) - Activation analysis. In: E.D. Goldberg ed., *Strategies for Marine Pollutions Monitoring.* Wiley, New York, pp. 93-156.

WALDHAUER R., MATTE A., TUCKER R. E. (1978) - Lead and copper in the waters of Raritan and lower New York Bays. *Mar. Pollut. Bull.*, **9**, 38-42.

W.Q.C. (1972) - A report of the Committee on Water Quality Criteria NAS, Wash. D.C., 593 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

E. ORLANDO, M. MAURI

ESPERIENZE IN LABORATORIO SULL'ACCUMULO DI MANGANESE IN *DONAX TRUNCULUS* L. (BIVALVIA) (*)

Riassunto — Esemplari di una popolazione di *Donax trunculus* a basso contenuto di manganese sono stati allevati in laboratorio in ambiente addizionato di $MnCl_2$. E' stata studiata la cinetica di accumulo del metallo in funzione del tempo di incubazione. Il contenuto di metallo non varia sostanzialmente in gonade-piede e ghiandola digestiva, mentre una forte incorporazione si registra a livello del mantello e dei sifoni. Viene discusso il possibile significato di questo accumulo.

Abstract — *The accumulation from water of manganese by the wedge shell* Donax trunculus *L.* (*Bivalvia*). Samples of *Donax trunculus* dredged from two areas of the Tuscan coast show very different content of manganese. *Donax* from Feniglia-Macchiatonda present uniformly low values; on the contrary, very high manganese levels are found in some individuals from Calambrone-Bocca d'Arno. *Donax* from Feniglia-Macchiatonda have been reared in seawater added with $MnCl_2$ and the metal has been determined in various tissues. Foot-gonad and digestive gland do not present in time variation of manganese content; instead mantle and siphons show a significant uptake and the kinetic of accumulation is linear with time during the experiment. Mn present in the shell of *Donax* is probably related to the level of « soluble » metal in seawater as for other species of marine bivalves.

Key words — Manganese, accumulation, *Donax*.

Precedenti studi erano stati effettuati su *Donax trunculus,* bivalve infossatore che vive lungo i litorali sabbiosi, per determinare l'accumulo di metalli pesanti (MAURI e ORLANDO, 1979). Un esame comparativo tra due popolazioni, viventi in zone a diverso grado d'inquinamento, aveva messo in luce sostanziali differenze nella quantità di manganese corporeo. E' stata presa in considerazione una popolazione della zona compresa fra la foce dell'Arno e quella del Calambrone che risente fortemente di apporti inquinanti ed un'altra delle coste di Feniglia-Macchiatonda, presso Orbetello, zona indenne da qualsiasi tipo d'inquinamento. I dati relativi alle concentrazioni di manganese corporeo in individui di taglia commerciale indicano per la prima popolazione una distribuzione di frequenza netamente asimmetrica, caratterizzata per altro da una dispersione molto elevata. La popolazione di Feniglia-Macchiatonda presenta invece valori costantemente bassi del metallo (0-6,0 μg/g). Alcune analisi eseguite su acqua di mare prelevata nelle due zone di campionamento, danno valori non

Istituto di Zoologia dell'Università, via Università 4, 41100 Modena.
(*) Ricerca finanziata dal CNR P.F. « Oceanografia e Fondi marini ».

significativamente diversi per il manganese « solubile », mentre una maggiore quantità di metallo in forma particellata è presente nelle acque di Calambrone-Bocca d'Arno (ORLANDO e MAURI, 1978).

La diversità tra le due popolazioni può essere presumibilmente messa in relazione alla diversa quantità di manganese presente nell'ambiente, in accordo col fatto che i bivalvi in genere sono scarsamente capaci di regolare le concentrazioni interne di metallo. Per tale motivo la concentrazione corporea è legata strettamente a quella ambientale.

Ciò è verificabile sperimentalmente anche in laboratorio e numerosi sono i bivalvi che, trattati con acqua artificialmente inquinata da metalli, aumentano progressivamente la concentrazione di questi nelle carni (BRYAN, 1976; MAJORI, 1973; SCHULZ-BALDES, 1974; UNSAL, 1978 ecc.).

Un primo esperimento in laboratorio teso allo studio della cinetica di accumulo del manganese in *Donax,* non ha dato risultati tali da indicare con sicurezza un avvenuto accumulo (ORLANDO e MAURI, 1979). Infatti, dei numerosi individui trattati solo pochissimi presentavano un netto accumulo del metallo, ma l'elevata variabilità individuale riscontrata durante l'esperimento non ha permesso una soddisfacente valutazione dei dati.

Nel presente esperimento è stato utilizzato manganese sotto forma ionica aggiunto direttamente all'acqua di mare, e l'accumulo del metallo è stato studiato a livello di alcuni tessuti ed organi isolati e non sull'intera parte edibile, come nell'esperimento precedente. Ciò permette inoltre di stabilire se, e in quali tessuti ed organi, avvenga l'eventuale accumulo del manganese presente in soluzione.

MATERIALI E TECNICHE

Individui di *D. trunculus* di taglia commerciale, appartenenti alla popolazione che presenta valori di manganese costantemente bassi, sono stati prelevati in località Feniglia-Macchiatonda e posti in due vasche di trattamento simili a quelle già descritte in precedenza (ORLANDO e MAURI, 1979). Nella prima vasca gli esemplari sono stati allevati in acqua di mare prelevata nella stessa zona di campionamento ed addizionata di $MnCl_2$ fino ad una concentrazione di 100 μg/l. L'acqua veniva cambiata giornalmente e l'alimentazione era costituita da mangime artificiale per molluschi, che all'analisi è risultato molto povero in manganese. Nella seconda vasca erano allevati esemplari di controllo, nelle stesse condizioni sperimentali ma senza aggiunta di sale di manganese. All'inizio dell'esperimento e dopo due, quattro, sei, otto, dieci giorni dall'inizio venivano prelevati tre individui. Dopo stabulazione per alcune ore in acqua di mare, questi

venivano dissezionati per isolare mantello-sifoni, ghiandola digestiva, gonade-piede che, insieme alla restante parte del corpo, erano poi analizzati separatamente. Le determinazioni del manganese sono state eseguite con la tecnica di spettrofotometria ad assorbimento atomico dopo digestione delle parti molli in miscela nitrico-perclorica. Le concentrazioni del metallo sono espresse in μg/g.

Risultati

I valori delle concentrazioni del manganese ottenute nei vari organi e tessuti esaminati sono riportati in Tabella 1. Per ogni prelievo sono indicate le medie ottenute e, come parametro di dispersione, le deviazioni standard. I dati sono poi diagrammati nelle Figure 1-4. Come si può osservare dai valori riportati, solo mantello e sifoni presentano concentrazioni di manganese decisamente crescenti all'aumentare del tempo di stabulazione.

La concentrazione del metallo appare inoltre correlata al tempo in mo-

giorni		0	2	4	6	8	10
mantello	$\bar{X}$	0,7	1,5	2,3	3,6	4,7	5,1
e sifoni	d.s.	0,30	0,52	0,48	0,51	0,60	0,70
ghiandola	$\bar{X}$	1,6	2,2	2,4	2,5	2,4	3,1
digestiva	d.s.	0,61	0,52	0,69	0,48	0,43	0,60
gonade e	$\bar{X}$	0,8	1,3	1,2	1,3	1,4	1,7
piede	d.s.	0,31	0,39	0,30	0,27	0,34	0,41
resto del	$\bar{X}$	11,5	13,5	12,5	16,7	20,0	20,2
corpo	d.s.	6,8	8,1	8,2	11,0	11,1	13,2

Tabella 1 - Concentrazione di manganese (μg/g) in alcuni tessuti di *Donax trunculus*. $\bar{X}$: media dei valori; d.s.: deviazione standard.

do altamente significativo (r = 0,970) secondo la retta di regressione Y = 0,451 X + 0,890 dove Y rappresenta la concentrazione del metallo (μg/g) ed X il tempo trascorso in giorni. La retta, interpolata col metodo dei minimi quadrati, è rappresentata in Figura 2.

Nel caso degli altri organi e tessuti isolati non è emersa invece alcuna correlazione significativa fra manganese e tempo di stabulazione. Si nota tuttavia una tendenza della concentrazione media ad assumere valori più elevati col trascorrere del tempo, ma la dispersione dei valori (figg. 1, 3, 4), è tale da mascherare un'eventuale correlazione. Ciò è tanto più vero per il resto del corpo (fig. 4), dove la concentrazione media al termine dell'esperimento è quasi raddoppiata; le deviazioni standard sono tuttavia molto elevate, ammontando fino al 70% del valore raggiunto dalle medie. Poichè i reni contengono la maggior parte del manganese dell'intero corpo, presentando anche, rispetto a tutti gli altri tessuti ed organi, la più elevata deviazione standard (MAURI e ORLANDO, 1978), è logico attribuire al metallo dei reni la grande dispersione osservabile in Figura 4.

CONCLUSIONI

Da questo esperimento emerge che, nelle condizioni sperimentali adottate, il mantello ed i sifoni accumulano il manganese disciolto nell'acqua di mare secondo una cinetica di accumulo che è lineare con il tempo di stabulazione. Negli altri organi e tessuti esaminati, l'accumulo non appare così evidente: per confermare tuttavia questo punto sarebbe necessario sperimentare tempi di stabulazione più lunghi.

I risultati di questo esperimento concordano con quanto osservato in natura da BRYAN e UYSAL (1978) in *Scrobicularia plana* (Da Costa). Questo bivalve detritivoro, molto comune nei sedimenti degli estuari, rispecchia, nella concentrazione di manganese della ghiandola digestiva, quella del metallo presente nei sedimenti. La concentrazione nel mantello e nei sifoni è invece correlata solo alla concentrazione di manganese « solubile » presente nelle acque. Ciò è molto importante in quanto la quantità di metallo nel mantello determina quella nella conchiglia. Il manganese fissato nella conchiglia rispecchia in ultima analisi la concentrazione del metallo « solubile » delle acque.

In *Crassostrea virginica* Gmelin (FRAZIER, 1975) la conchiglia presenta una concentrazione molto elevata di manganese, che eccede di gran lunga quella dell'intero corpo. Anche in questo bivalve il manganese « solubile » presente nelle acque viene fissato dal mantello in forti quantità. Ciò avviene stagionalmente in concomitanza con i periodi di crescita del-

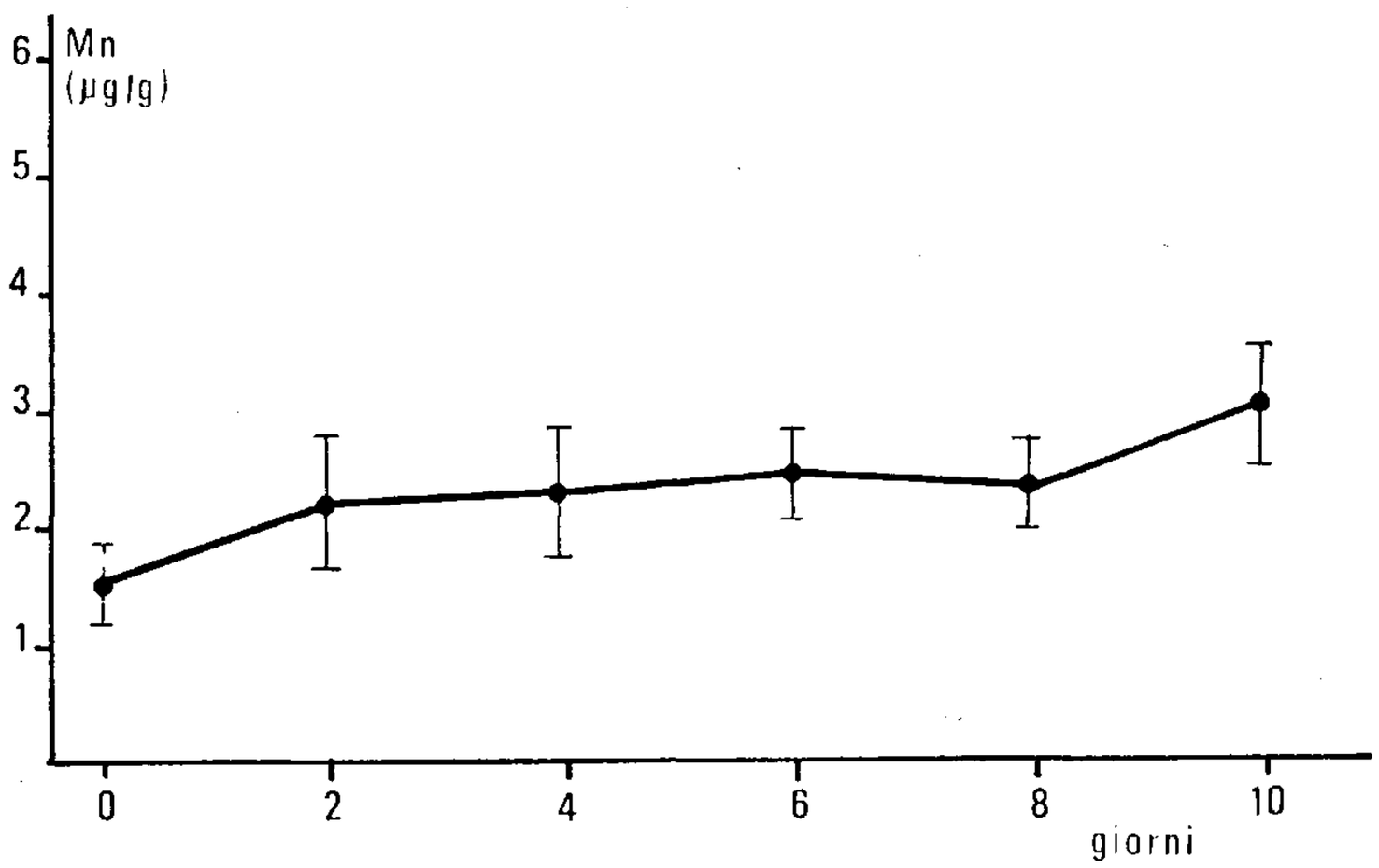


Fig. 1

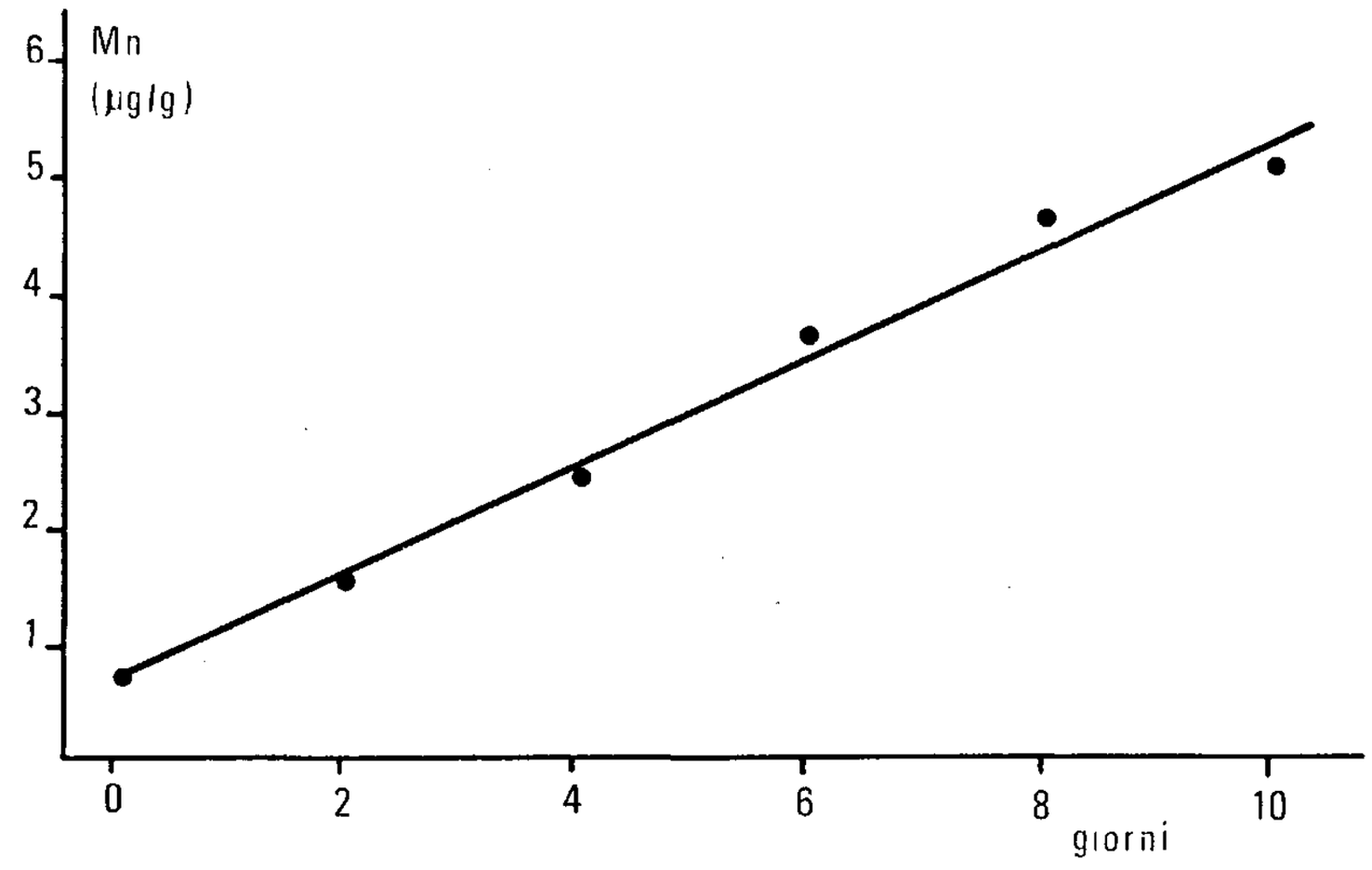


Fig. 2

la conchiglia. Anche in *Donax trunculus* la quantità di manganese fissato nella conchiglia è abbastanza elevata, le concentrazioni aggirandosi sui 15-25 µg Mn/g (MAURI, 1979).

E' presumibile che, anche in questa specie, il manganese solubile accumulato in breve tempo da mantello e sifoni, venga ad essere incorporato nella conchiglia.

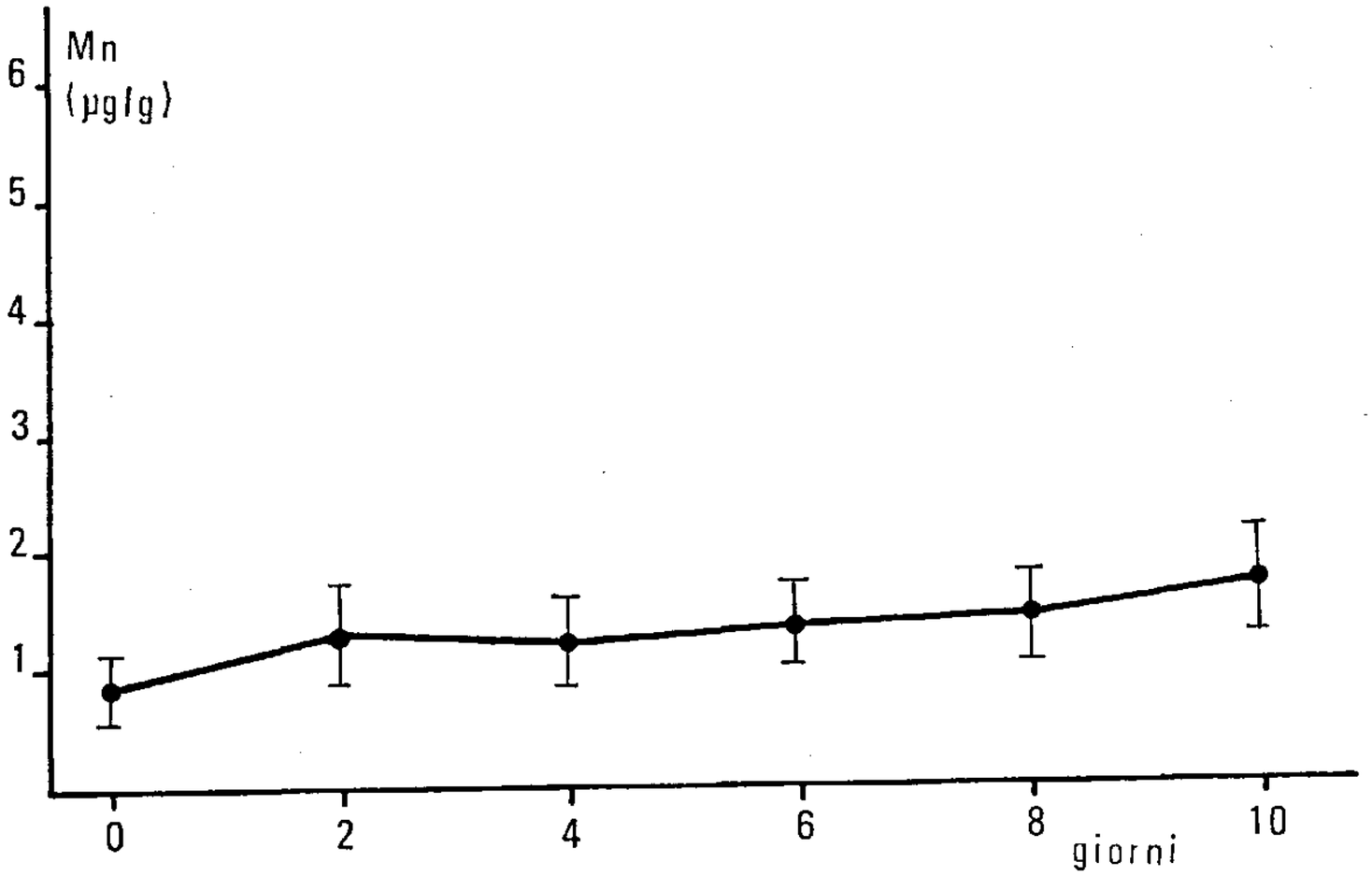


Fig. 3

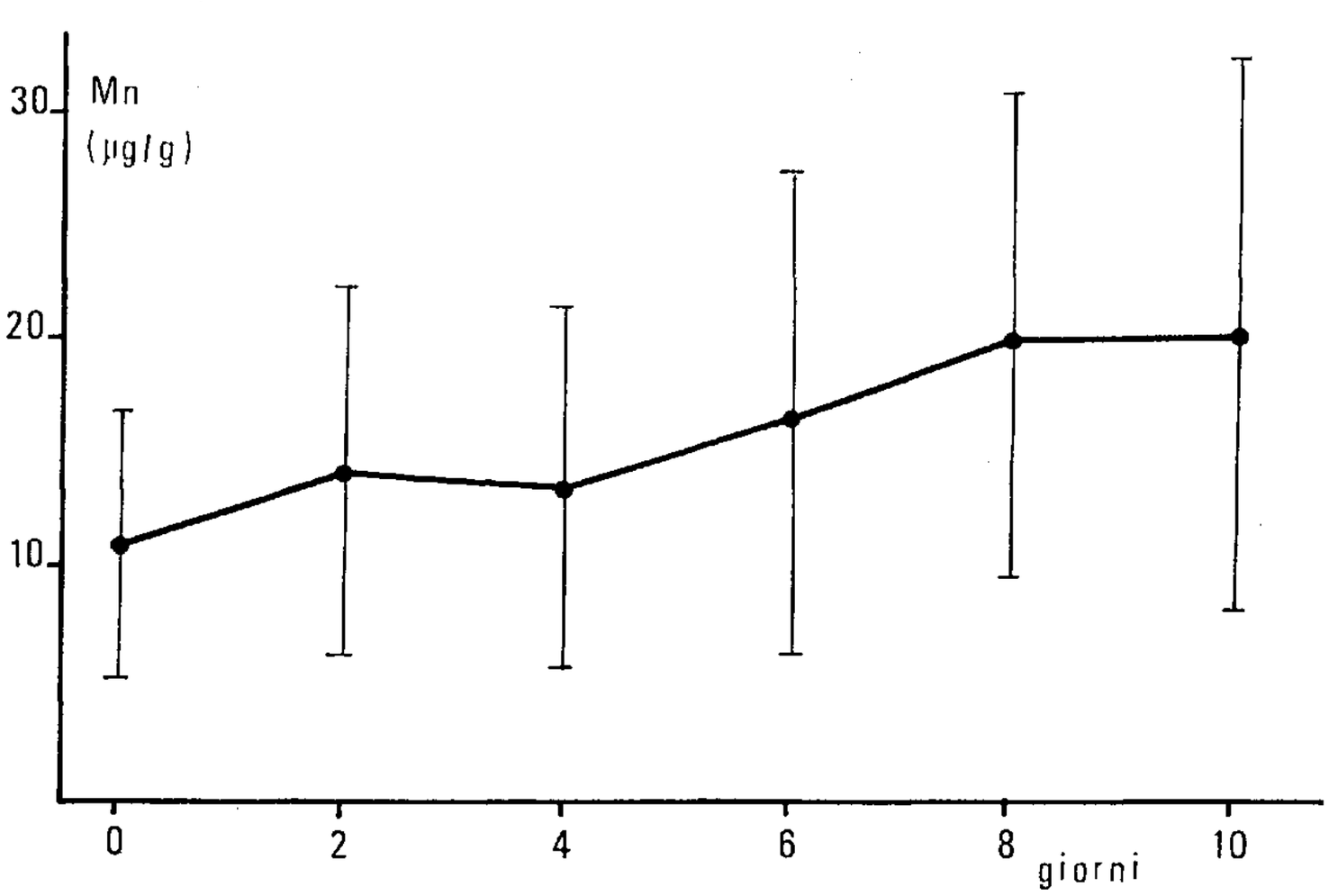


Fig. 4

Fig. 1, 2, 3, 4 - Concentrazione di manganese (µg/g) in funzione del tempo di stabulazione (giorni) nella ghiandola digestiva (fig. 1), mantello e sifoni (fig. 2), gonade e piede (fig. 3), resto del corpo (fig. 4). La fig. 2 rappresenta la retta di regressione calcolata con il metodo dei minimi quadrati. Le barre verticali indicano la grandezza della deviazione standard, i punti le medie dei valori.

LETTERATURA CITATA

BRYAN G. W. (1976) - Some aspects of heavy metal tolerance in aquatic organisms. In: A.P.M Lockwood Ed., *Effect of pollutants on aquatic organisms.* Cambridge University Press, pp. 193.

BRYAN G. W., UYSAL H. (1978) - Heavy metals in the burrowing bivalve *Scrobicularia plana* from the Tamar estuary in relation to environmental levels. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **58**, 89-108.

FRAZIER J.M. (1975) - The dinamic of metals in the american oyster *Crassostrea virginica;* I - Seasonal effects. *Chesapeake Sci.*, **16**, 162,171.

MAJORI L. (1973) - Fenomeno di accumulo nel mitilo *Mytilus galloprovincialis* LMK stabulato in ambiente artificialmente inquinato. *Ig. mod.*, **1**, 64-78.

MAURI M. (1979) - Incorporazione del manganese e del ferro nella conchiglia di *Donax trunculus* L. (Bivalvia). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, Ser. B, suppl. (1979), 211-215.

MAURI M., ORLANDO E. (1979) - Occurrence of trace metals Fe, Mn, Zn, Cu in *Donax*

ORLANDO E., MAURI M. (1978) - Accumulation of manganese in *Donax trunculus* L. (Bivalvia). *IV^es Journées Etud. Pollutions, Antalya C.I.E.S.M.*, 297-299.

ORLANDO E., MAURI M. (1979) - Accumulo di alcuni metalli pesanti in due popolazioni di *Donax trunculus* L. (Bivalvia). *Atti Conv. Scient. Naz. P.F. Oceanografia e Fondi marini, CNR,* 1-13.

SCHULZ-BALDES M. (1974) - Lead uptake from seawater and food, and lead loss in the common mussel *Mytilus edulis. Mar. Biol.*, **25**, 177-193.

UNSAL M. (1978) - Étude des voies de transfert et des phénomènes d'accumulation du vanadium chez les mollusques: *Mytilus edulis* L. *Rev. int. océanogr. Méd.*, **51-52**, 71-81.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. MAURI

INCORPORAZIONE DEL MANGANESE E DEL FERRO NELLA CONCHIGLIA DI *DONAX TRUNCULUS* L. (BIVALVIA) (*)

Riassunto — Manganese e ferro sono stati determinati nella conchiglia di *Donax trunculus*, bivalve infossatore molto frequente nel litorale toscano, nel quadro di una più ampia ricerca sull'incorporazione ed accumulo di metalli pesanti nelle parti edibili e nella conchiglia di bivalvi marini. Per entrambi i metalli non è stata evidenziata alcuna correlazione tra concentrazione e mole corporea. L'esame comparativo tra due popolazioni viventi in acque a differente contenuto di metallo in forma « particellata » non ha messo in rilievo alcuna diversità nel contenuto di metalli nella conchiglia, diversamente da quanto si verifica per la parte edibile. Si fa l'ipotesi che il contenuto di manganese sia in stretta relazione con la forma « solubile » del metallo presente nell'ambiente.

Abstract — *Incorporation of Mn and Fe in the shell of* Donax trunculus *L.* (*Bivalvia*). Populations of *Donax* living in two areas characterized by a different level of « particulate » metals have been studied in order to examine the content of Mn and Fe in the shell. The two populations show similar concentrations of manganese and iron in the shell and these values are not correlated with the body size, unlike that has been already seen for the soft parts. The Mn concentration in the shell is related to the level of « soluble » metal in seawater.

Key words — *Donax*, incorporation, metals.

Numerosi aspetti delle modalità di incorporazione di metalli pesanti nella conchiglia di molluschi marini restano tuttora oscuri. In particolare per alcuni metalli, e soprattutto per il manganese, è ancora aperto il problema dell'esistenza o meno di una relazione tra contenuto di metallo e tenore dello stesso nell'ambiente.

Misure di manganese in conchiglie di specie fossili e viventi sono state usate per studi sulla diagenesi dei sedimenti (KRISLEY, 1959). RUCKER e VALENTINE (1961) in base a indagini effettuate sulla conchiglia di *Crassostrea virginica* (Gmelin) hanno collegato le concentrazioni di manganese a parametri ambientali e suggeriscono di utilizzare i dati sul metallo per risalire a misure di paleosalinità. Nella conchiglia di *Scrobicularia plana* (Da Costa), specie fortemente eurialina, il contenuto di manganese e di ferro sembra in stretta relazione con il livello di metallo « solubile » presente nell'acqua. (BRYAN e UYSAL, 1978). Infatti individui di questo bivalve, provenienti dalle zone più interne degli estuari, presentano nelle valve una concentrazione di manganese notevolmente più elevata degli indivi-

Istituto di Zoologia dell'Università, via Università 4, 41100 Modena.
(*) Ricerca effettuata con il contributo CNR, P.F. « Oceanografia e Fondi marini ».

dui provenienti da zone più vicine alla foce e quindi più salate, dove la quantità di metallo nell'acqua è notevolmente più bassa.

Per quanto riguarda *Donax trunculus* varie indagini sono state condotte riguardo al contenuto in metalli pesanti Fe, Mn, Cu, Zn nelle parti molli (ORLANDO e MAURI, 1978, 1979 a, b) in relazione alla possibilità di utilizzare questo mollusco di interesse commerciale come « indicatore biologico » di inquinamento ed al tempo stesso al tentativo di individuare il meccanismo di incorporazione e di accumulo di metalli dall'ambiente. Da un esame comparativo del contenuto di metalli pesanti nelle carni, in due popolazioni di *Donax,* era emerso che, nella popolazione di Calambrone-Bocca d'Arno vivente in acque salmastre inquinate, gli individui contengono manganese in quantità notevolmente più elevate rispetto a quelli della popolazione di Feniglia-Macchiatonda (Orbetello) vivente in acque marine non inquinate.

L'indagine attuale si propone di estendere anche alla conchiglia le conoscenze relative alla presenza di metalli pesanti in *Donax,* allo scopo di stabilire un'eventuale relazione con la mole corporea e l'ambiente di provenienza. Per il momento sono stati studiati manganese e ferro.

Esemplari di conchiglie di varia grandezza appartenenti alle due popolazioni di *Donax* già prese in esame, sono state lavate in acqua di fonte e disseccate all'aria per alcuni giorni. Dopo averne determinato il peso e la lunghezza sono state trattate con acido cloridrico, dapprima a freddo fino a completa dissoluzione e successivamente a caldo. Dopo evaporazione dell'acido cloridrico il residuo è stato ripreso con acido nitrico concentrato e perossido d'idrogeno fino a chiarificazione della soluzione. Le determinazioni di manganese e ferro sono state effettuate secondo le tecniche di spettrofotometria ad assorbimento atomico su soluzioni nitriche 0,1 n. Trattandosi di soluzioni con matrice complessa i valori determinati sono stati corretti per « effetto matrice » mediante il metodo delle aggiunte di standard. Le concentrazioni di Mn e Fe sono state espresse in μg/g e riportate in scala doppio logaritmica in funzione del peso della conchiglia (fig. 1).

Per entrambi i metalli l'analisi statistica dei dati non ha evidenziato alcuna correlazione tra concentrazione e peso. Ciò è dimostrato dai coefficienti di correlazione lineare (r) che non differiscono significativamente da zero (tab. 1). Inoltre tra le medie delle concentrazioni nelle conchiglie delle due popolazioni non è emersa alcuna differenza significativa, contrariamente a quanto si verifica per l'intera parte edibile. In uno studio precedente (ORLANDO e MAURI, 1978), il più alto livello di manganese che si riscontra nelle parti molli degli esemplari del Calambrone-Bocca d'Arno,

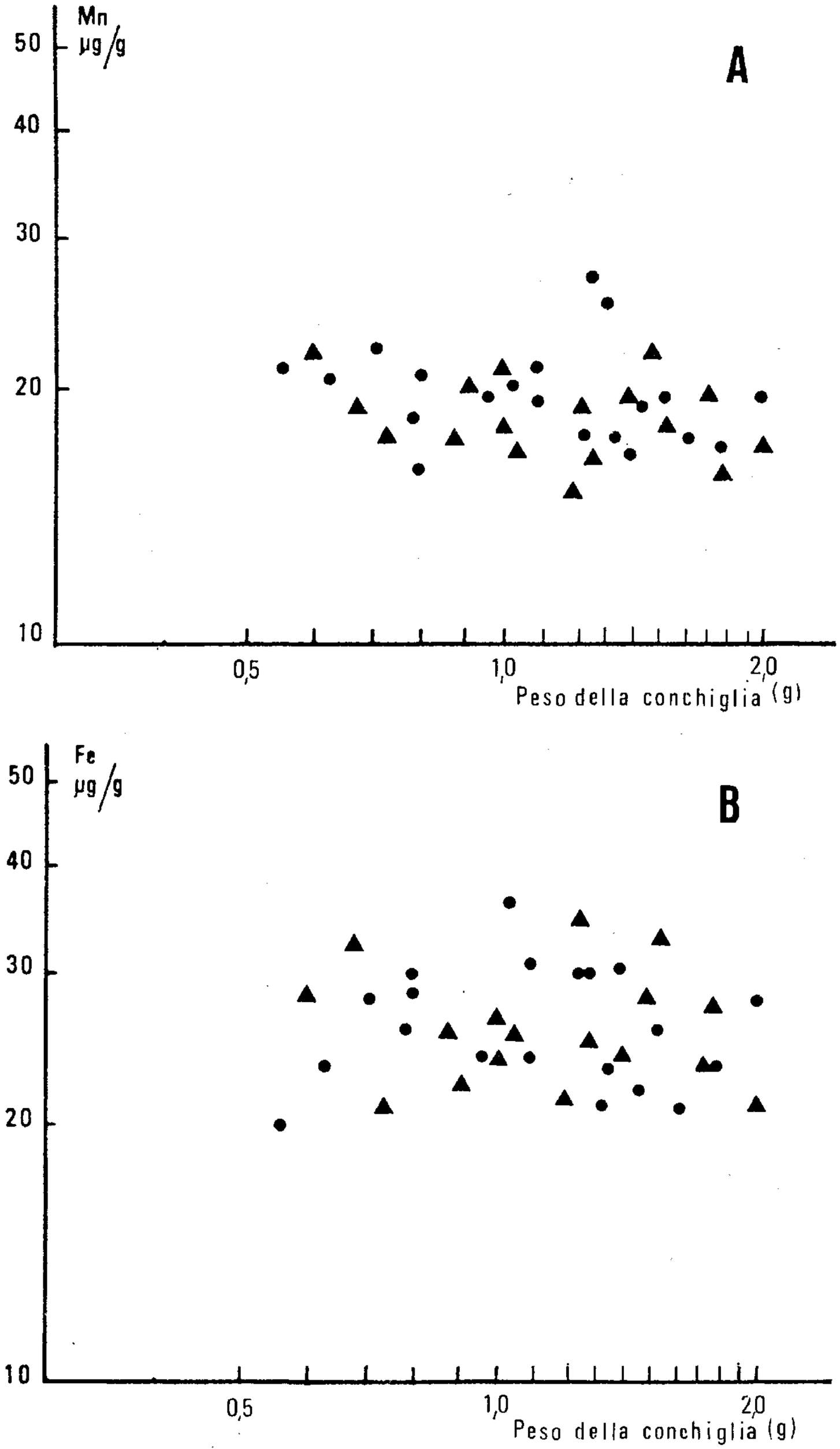


Fig. 1 - Concentrazione di manganese (A) e ferro (B) in relazione al peso della conchiglia (grammi) in due popolazioni di *Donax*.
▲ : Feniglia-Macchiatonda; ● : Calambrone-Bocca d'Arno.

	stazione	$\bar{x}$	Δ x	d.s.	r
Mn	Feniglia	18,5	15,0-22,0	2,02	— 0.2648 *
	Calambrone	19,8	16,0-27,0	2,71	— 0,1999 *
Fe	Feniglia	26,4	21,0-34,9	4,03	— 0,0705 *
	Calambrone	26,3	20,0-36,2	4,22	— 0,0023 *

TABELLA 1 - Dati statistici sul contenuto di Fe e Mn nella conchiglia di *Donax trunculus*. $\bar{x}$: concentrazione in µg/g; Δx: intervallo di variabilità; d.s.: deviazione standard; r: coefficiente di correlazione; *: valori significativamente non diversi da zero.

era stato attribuito alla maggiore quantità di metallo in forma « particellata » presente nella zona (tab. 2). Nella conchiglia quindi, diversamente da quanto avviene nelle parti molli, ad una più alta quantità di metallo « particellato » nell'acqua non fa riscontro una maggiore concentrazione di metallo.

Dato che il manganese in forma « solubile » è presente in quantità simili nelle due zone (tab. 2) si conferma che anche in *Donax,* analogamente a *Scrobicularia plana,* la quantità di metallo incorporato nella conchiglia rispecchia quello in forma « solubile » presente nelle acque.

stazione	Mn sol.		Mn part.		Fe part.	
	$\bar{x}$	Δx	$\bar{x}$	Δx	$\bar{x}$	Δx
Feniglia	28,4	6,0-94,0	2,8	1,2- 5,4	75,4	31,0-130,5
Calambrone	25,7	5,0-84,1	7,0	2,8-16,5	335,8	105,7-369,0

TABELLA 2 - Metalli pesanti nell'acqua di mare. $\bar{x}$: concentrazione media in γ/l; Δx: intervallo di variabilità; sol.: solubile (< 0,45µ); part.: particellato (> 0,45µ).

Si può quindi prospettare l'ipotesi che nei bivalvi marini un tale processo di incorporazione del manganese intervenga durante la formazione della conchiglia.

LETTERATURA CITATA

BRYAN G.W., UYSAL H. (1978) - Heavy metals in the burrowing bivalve *Scrobicularia plana* from the Tamar estuary in relation to environmental levels. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **58**, 89-108.

KRINSLEY D. (1959) - Manganese in modern and fossil gastropod shell. *Nature,* **183,** 770-771.

ORLANDO E., MAURI M. (1978) - Accumulation of Manganese in *Donax trunculus* L. (Bivalvia). *IV^es Journ. Etud. Pollutions C.I.E.S.M.,* 297-299.

ORLANDO E., MAURI M. (1979a) - Accumulo di alcuni metalli pesanti in due popolazioni di *Donax trunculus* L. (Bivalvia). *Atti Conv. Scient. Naz. P.F. Ocean. Fondi marini CNR,* 1-13.

ORLANDO E., MAURI M. (1979b) - Esperimenti in laboratorio sull'accumulo di manganese in *Donax trunculus* L. (Bivalvia). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.,* Ser. B, **86**, suppl. (1979), 204-210.

RUCKER J. R., VALENTINE J. W. (1961) - Salinity response of trace element concentration in *Crassostrea virginica. Nature,* **190**, 1099-1100.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C. Nasci, V.U. Fossato

STUDIO SULLA FISIOLOGIA DEI MITILI E SULLA LORO CAPACITA' DI ACCUMULARE IDROCARBURI E IDROCARBURI CLORURATI (*)

Riassunto — Nel 1978 è stata eseguita un'indagine sui mitili della laguna di Venezia per seguire l'andamento stagionale dell'indice di condizione, carboidrati, lipidi, idrocarburi da petrolio e idrocarburi clorurati. I risultati indicano che nel confrontare il livello di inquinanti organici nei mitili di diverse aree si deve prendere in considerazione anche la condizione dei mitili e la loro composizione biochimica.

Abstract — *Studies on physiology of mussels and their ability in accumulating petroleum hydrocarbons and chlorinated hydrocarbons.* During 1978, a study was carried out to follow the seasonal pattern of condition index, carbohydrate, lipid, petroleum hydrocarbons and chlorinated hydrocarbons in mussels from the lagoon of Venice. Results indicate that condition of organisms and their biochemical composition have to be closely considered when reporting on levels of organic pollutants in mussels from different areas.

Key words — Mussels, biochemical composition, petroleum hydrocarbons, chlorinated hydrocarbons.

E' noto che i bivalvi del genere *Mytilus,* sono accumulatori di inquinanti organici e inorganici; per tale caratteristica, e per essere organismi sessili molto diffusi e facilmente campionabili, essi vengono usati in programmi nazionali e internazionali di controllo dell'inquinamento marino. Nonostante il ciclo fisiologico e riproduttivo dei mitili sia ben noto (Bayne, 1976), non si conosce ancora in modo completo come i fattori biologici e stagionali influenzino la capacità di accumulo di questi molluschi. Nell'intento di chiarire tale aspetto, è stata condotta nel 1978 una ricerca sui mitili della laguna di Venezia determinando alcuni parametri atti a definire lo stato fisiologico: indice di condizione, percentuale di carboidrati e di lipidi. Fra gli inquinanti sono stati scelti gli idrocarburi (frazione alifatica con temperatura di ebollizione compresa fra 250° e 400°C) e gli idrocarburi clorurati (BHC, DDT, PCB), due classi di composti molto diffusi nell'ambiente marino, poco solubili in acqua e molto solubili nei lipidi.

I campioni sono stati prelevati ogni quindici giorni da una popolazione naturale di mitili insediati sulle « briccole » antistanti la Punta della Salute, una zona influenzata sia da scarichi urbani sia industriali.

Istituto di Biologia del Mare del CNR, Riva Sette Martiri 1364/A, 30122 Venezia.
(*) Ricerca effettuata nell'ambito del P.F. «Oceanografia e Fondi marini» del CNR.

L'indice di condizione, definito come il rapporto fra il peso delle parti molli cotte moltiplicato cento e il volume intervalvare, è stato determinato secondo il metodo messo a punto da GALASSI e CANZONIER (comunicazione personale).

I carboidrati totali, formati prevalentemente da glicogeno, sono stati determinati per via spettrofotometrica dopo reazione a caldo con una soluzione di antrone (HEWITT, 1958).

Per la determinazione di lipidi, idrocarburi alifatici e idrocarburi clorurati, le parti molli dei mitili, disidratate con sodio solfato anidro, sono state estratte in Soxhlet con n-esano per otto ore. Determinato per pesata il materiale organico estratto (lipidi) dopo cauta evaporazione del solvente, l'estratto stesso, ridisciolto in esano, è stato utilizzato per l'analisi degli idrocarburi alifatici e degli idrocarburi clorurati. I metodi di purificazione, di frazionamento e di analisi gas cromatografica sono stati descritti in precedenti lavori (FOSSATO e SIVIERO, 1974; FOSSATO e CRABOLEDDA, 1979).

I parametri fisiologici presi in esame presentano delle notevoli variazioni nel corso dell'anno (tab. 1). Evidente risulta l'influenza combinata del ciclo termico annuale delle acque e del ciclo riproduttivo dei mitili, che nella laguna di Venezia si riproducono da marzo a ottobre, con un massimo in marzo e in settembre. I massimi relativi all'indice di condizione, ai lipidi e ai carboidrati si verificano nel periodo estivo; i minimi, seppure sfasati fra loro, nel periodo invernale. Anche le concentrazioni di idrocarburi e idrocarburi clorurati, riferite al peso umido delle parti molli dei mitili, presentano delle notevoli differenze nel corso dell'anno (tab. 1). Queste possono essere attribuite in parte a possibili variazioni di concentrazione di tali sostanze nelle acque e nel plancton, di cui si alimentano i mitili, e in parte al ciclo annuale di accumulo e utilizzo dei lipidi, in cui vengono immagazzinati gli inquinanti liposolubili.

Su base annuale, indice di condizione, carboidrati e lipidi mostrano una relazione diretta statisticamente significativa ($p<0,01$), mentre non significative risultano le correlazioni fra i parametri biologici e gli inquinanti considerati. Analizzando i dati per periodi più limitati, si deduce che diversi sono i meccanismi di accumulo dei lipidi nelle varie stagioni. In primavera, in estate e nella prima parte dell'autunno le riserve di carboidrati e lipidi derivano dall'abbondante nutrimento attraverso il quale entrano anche gli inquinanti, le cui concentrazioni, riferite al peso umido, tendono ad aumentare nonostante le ripetute emissioni di gameti. Nel periodo invernale, data la minore attività filtratoria, la minore disponibilità di alimento e la contemporanea forte richiesta energetica dovuta alla ga-

Parametri	Medie	Min.	Mas.
Ind. Cond.	20,7 ± 2,2	10,5	36,8
Carboidr. %	1,1 ± 0,3	0,3	2,5
Lipidi %	1,7 ± 0,2	1,2	2,4
BHC tot. µg/kg	5,0 ± 1,0	2,2	10,9
DDT tot. µg/kg	31,4 ± 5,5	7,5	65,0
PCB tot. µg/kg	269 ± 40	111	492
Idrocar. mg/kg	109 ± 20	15	216

TABELLA 1 - Valori medi e intervallo fiduciale ($p < 0,05$), minimi e massimi per indice di condizione, carboidrati, lipidi, esacloro-cicloesano (BHC), dicloro-difenil-tricloro-etano (DDT), policlorobifenili (PCB) e idrocarburi in mitili campionati nel 1978 nella laguna di Venezia. I dati sono riferiti al peso umido.

metogenesi (BAYNE, 1976), l'accumulo dei lipidi nelle gonadi in formazione avviene per la maggior parte a spese dei carboidrati; l'andamento dei due parametri in questa stagione diverge infatti nettamente.

Il fatto che diversi possano essere i meccanismi di accumulo e di utilizzo dei lipidi nei mitili complica notevolmente l'interpretazione dei dati ambientali e rende ragione della conclusione che semplici correlazioni lineari sono inadeguate per stabilire la relazione fra concentrazione di inquinanti liposolubili e lipidi. Consegue inoltre che il confronto fra i livelli di concentrazione di inquinanti liposolubili nei mitili di diverse aree va fatto sulla base di serie di dati che coprano l'intero ciclo annuale, così da mediare le variazioni dovute alla diversa condizione fisiologica e composizione biochimica nelle varie stagioni.

LETTERATURA CITATA

BAYNE B. L. (1976) - Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press, Cambridge, 506 pp.

FOSSATO V. U., CRABOLEDDA L. (1979) - Chlorinated hydrocarbons in mussels, *Mytilus* sp., from the Laguna Veneta. *Archo Oceanogr. Limnol.*, **19**, 169-178.

FOSSATO V. U., SIVIERO E. (1974) - Oil pollution monitoring in the lagoon of Venice using the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Mar. Biol.*, **25**, 1-6.

HEWITT B. R. (1958) - Spectrophotometric determination of total carbohydrate. *Nature*, **182**, 246-47.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. Fava, E. Crotti

EFFETTO PARADOSSO DI UN DETERSIVO A BASE DI LAS IN *TISBE HOLOTHURIAE* HUMES (COPEPODA, HARPACTICOIDA)

Riassunto — L'effetto di un detersivo commerciale contenente LAS sul numero di nauplii prodotti per femmina è stato studiato in *Tisbe holothuriae* a due livelli di affollamento. Il numero di nauplii è minore negli animali esposti all'inquinante, rispetto ai controlli, quando l'affollamento è minimo. Il risultato è opposto con otto coppie per capsula. Questo effetto apparentemente « positivo » sembra provocato da un'azione di « rimozione » che il detersivo effettua a carico dei meccanismi a feed-back che regolano le dimensioni della popolazione.

Abstract — *A paradoxical effect of a LAS containing detergent on* Tisbe holothuriae *Humes* (*Copepoda, Harpacticoida*). Two concentrations of a domestic detergent containing 20% of LAS about, were tested in *Tisbe holothuriae,* at two crowding levels. With one couple of animals per vessel the presence of the pollutant induced a reduction of the « fecundity » which did not occur in the controls. With eight couples per vessel the pollutant induced an increase of the number of nauplii. These apparently paradoxical results can be explained assuming: 1. the detergent reduces oxygenation damaging the developing eggs; 2. the pollutant removes the mechanism that enables the animals to perceive and to react to crowding. This mechanism is probably dependent on some kind of intraspecific chemoreception.

Key words — Pollution, detergent, LAS.

Nello studio degli effetti biologici di varie sostanze inquinanti è sovente importante verificare l'azione prodotta da concentrazioni molto basse e tali da essere considerate perfettamente tollerabili con i normali *tests* di letalità. Ciò è particolarmente vero per le sostanze tensioattive che, in tali condizioni, possono interferire negativamente con un elevato numero di funzioni biologiche, avendo la capacità di inibire o danneggiare gli epiteli respiratori ed i chemocettori (Bardach *et al.*, 1965; Svedmark *et al.*, 1971).

In questi primi saggi abbiamo studiato l'effetto della esposizione ad un detersivo commerciale, contenente circa il 20 per cento di LAS (dodecilbenzene sulfonato di sodio), sul numero di nauplii prodotti da ciascuna femmina di *Tisbe holothuriae,* limitatamente al primo sacco ovigero, in due diverse condizioni di affollamento, cioè ponendo una od otto coppie di animali in singoli contenitori con 20 ml di acqua di mare. In *T. holothuriae* la « fertilità » infatti sembra dipendere dall'affollamento e un meccanismo a feed-back tenderebbe a controllare le dimensioni della popola-

Istituto di Biologia del Mare, CNR, Riva 7 Martiri 1364/A, 30122 Venezia.

zione e sarebbe probabilmente basato su qualche forma di chemorecezione intraspecifica (FAVA e CROTTI, in stampa).

Nel primo esperimento si è saggiata la concentrazione di 2 mg/l di detersivo commerciale (fig. 1 A); nel secondo le concentrazioni di 2 e 4 mg/l di prodotto commerciale (fig. 1 B). Nel terzo, infine, si sono usati 4 mg di detersivo commerciale e 0,8 mg/l di dodecilbenzene sulfonato di sodio (fig. 1 C), cioè la quantità approssimativamente contenuta in 4 milligrammi di prodotto commerciale.

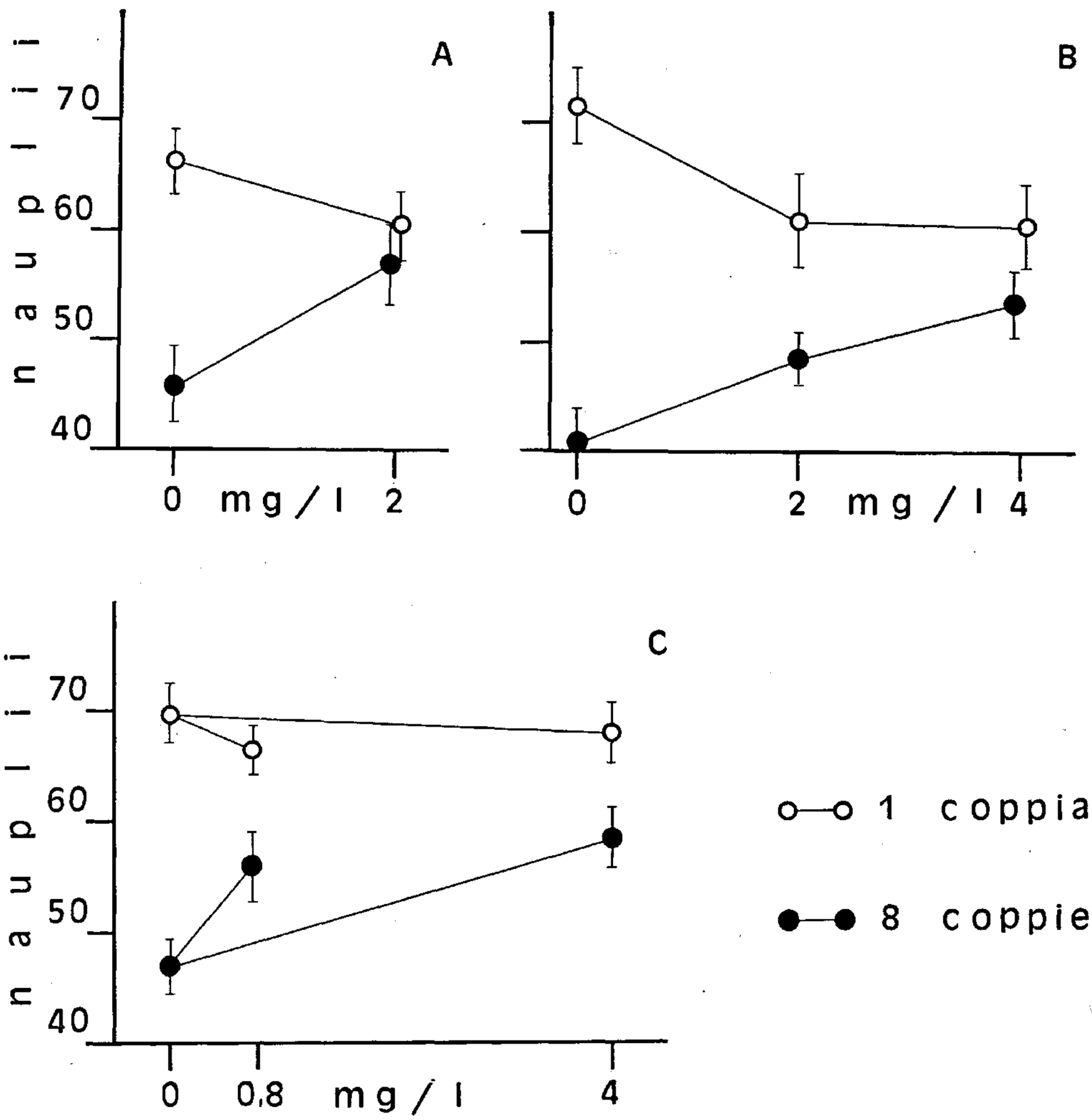


Fig. 1 - Numero medio di nauplii per femmina (primo sacco ovigero) nei controlli ed a varie concentrazioni di detersivo commerciale nei tre esperimenti. In C la concentrazione di 0,8 mg/l si riferisce al LAS. Le barre indicano i limiti fiduciali delle medie.

In tutti gli esperimenti il numero medio di nauplii prodotti per femmina è minore negli animali esposti all'inquinante rispetto a quelli di controllo, quando l'affollamento è minimo. La « fertilità » è invece maggiore negli animali trattati rispetto ai controlli, quando l'affollamento è massimo.

Questo comportamento è in apparenza paradossale dal momento che ci si attenderebbe eventualmente un danno maggiore quando gli animali subiscono contemporaneamente due azioni stressanti: alta densità ed inquinamento. Tuttavia il paradosso può venire superato ammettendo che il differente comportamento ai due livelli di affollamento sia dovuto all'azione di due meccanismi di natura diversa.

La diminuzione del numero di nauplii, quando si ha una sola coppia per capsula, può essere dovuta all'azione dannosa che questo tipo di inquinante causa negli scambi gassosi ed a carico dei gameti. Con otto coppie, alla eventuale diminuzione dovuta alle ragioni sopra esposte, si sovrapporrebbe un aumento del numero di nauplii provocato da un'azione di « rimozione » che il detersivo effettuerebbe sui meccanismi che determinano la risposta alla densità di popolazione che, in *Tisbe*, appare essere rappresentata da una diminuzione della fertilità.

Poichè il meccanismo che permette agli animali di percepire e di reagire all'affollamento, come si è detto sopra, sembra basato su sostanze prodotte dagli stessi, si può ipotizzare che il detersivo, danneggiando o inibendo gli organi di senso, alteri la percezione di dette sostanze.

Notiamo infine come la sostanza commerciale e la corrispondente quantità di LAS in essa contenuta sembrino avere la medesima azione (fig. 1 C); il dodecilbenzene sulfonato di sodio sembrerebbe quindi l'unico responsabile degli effetti osservati.

Se si tiene conto che le concentrazioni di LAS saggiate non sono molto lontane da quelle riscontrate in varie zone dell'Adriatico da MAJORI *et al.* (1969), appare ragionevole avanzare l'ipotesi che questi inquinanti possano avere anche nell'ambiente naturale un'azione simile a quella descritta.

La possibilità che venga profondamente disturbata la complessa rete di segnali chimici, sia intra che interspecifici, che regola l'esistenza delle popolazioni naturali deve essere attentamente considerata, come sottolineano anche MACKIE e GRANT (1974). Nel nostro caso particolare, la inibizione che questo tipo di detersivi sembra operare a carico dei meccanismi che controllano le dimensioni delle popolazioni potrebbe essere la causa di improvvise esplosioni demografiche.

E' ovviamente difficile stimare, a questo stadio delle conoscenze, la

reale ampiezza di questi fenomeni. Tuttavia i risultati riportati sembrano sufficienti per suggerire il proseguimento di questo tipo di ricerche, anche al fine di valutare quali gruppi di specie siano soggetti a questo genere di fenomeni.

LETTERATURA CITATA

BARDACH J. E., FUJIYA M., HALL A. (1965) - Detergents: effects on the chemical senses of the fish *Ictalurus natalis* (Le Sueur). *Science,* **148,** 1605-1607.

FAVA G., CROTTI E. - Effect of crowding on nauplii production during mating time in *Tisbe clodiensis* and *T. holothuriae* (Copepoda, Harpacticoida). *Helgoländer wiss. Meeresunters* (in stampa).

MACKIE A. M., GRANT P. T. (1974) - Interspecies and intraspecies chemoreception by marine invertebrates. In: P.T. Grant & A.M. Mackie eds., *Chemoreception in Marine organisms,* Academic Press, New York, pp. 105-141.

MAJORI M., RAUSA G., MORELLI M.L., DIANA L., GASPARINI V. (1969) - L'inquinamento delle acque nell'Alto Adriatico. Nota III: studio della Laguna Veneta e della zona di mare ad essa prospiciente. *Ig. Mod.,* **62,** 715-749.

SWEDMARK M., BRAATEN B., EMANUELSSON E., GRANMO Å. (1971) - Biological effects of surface active agents on marine animals. *Mar. Biol.,* **9,** 183-201.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A. Strusi, P. Panetta, R. Serio

CORRELAZIONE TRA LE CARICHE BATTERICHE ED I NUTRIENTI NEI MARI DI TARANTO

Riassunto — Si riferisce su dati raccolti nel periodo marzo 1978-febbraio 1979 sulle cariche batteriche, sui nutrienti, sull'ossigeno e sulla temperatura di 19 stazioni situate nei mari di Taranto. L'analisi della correlazione tra le cariche batteriche e i nutrienti ed i parametri chimico fisici è risultata significativa per quanto riguarda i coliformi totali (CT), fecali (CF), enterococchi (ENT) e i nutrienti.

Abstract — *Correlation among bacterial populations and nutrients in the seas of Taranto (Italy).* During a one-year survey of 19 stations in Taranto seas (Mar Grande and Mar Piccolo) quantitative importance of coliforms, fecal coliforms, enterococcus, heterotrophic bacteria and nutrients have been studied. Enteric pathogens and nutrients are enumerated, the extent of wastewaters into Taranto seas determinated. The results of analysis of correlation among totale (CT) and fecal (CF) coliforms, enterococcus (ENT), heterotrophic bacteria (HETER), nutrients, O_2 and temperature are also reported.

Key words — Bacteriology, nutrients.

Per apprezzare il grado d'inquinamento cloacale nei mari di Taranto, l'Istituto Talassografico ha effettuato indagini chimiche, fisiche e batteriologiche. I campionamenti mensili a quota 0,5 m sono stati effettuati dal marzo 1978 al febbraio 1979 in 7 stazioni in Mar Grande e 12 in Mar Piccolo (fig. 1). Per ogni stazione sono stati determinati: T (con termometro a rovesciamento), O_2 (metodo di Winkler), $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_2$, $N\text{-}NO_3$, $P\text{-}PO_4$ (Strickland e Parsons, 1968), CT, CF, ENT (metodo delle membrane filtranti con M-Endo Agar LES, M-FC-Broth, Enterococcus Agar) ed HETER (Bacto Marine Agar 2216).

Poichè i dati dei parametri presentano alta variabilità ad eccezione di quelli relativi a O_2 e T, i cui valori sono poco variabili e distribuiti normalmente ne è stata effettuata la trasformazione logaritmica. Si sono calcolati per ogni parametro il coefficiente di asimmetria β_1 e l'indice di Curtosis β_2. Dato che tutti i valori di β_1 si aggirano intorno allo zero e quelli di β_2 intorno a tre, possiamo ritenere abbastanza soddisfacente la trasformazione logaritmica.

In Tabella 1 sono rappresentati per ogni parametro con N il numero dei campionamenti, Xmin e Xmax rispettivamente il loro valore minimo e massimo, con $\bar{z}$ il valore medio logaritmico, con $s_{\bar{z}}$ la deviazione standard logaritmica, con $e^{\bar{z}}$ il valore medio reale e con $e^{\bar{z} \pm 1{,}96 s_{\bar{z}} / \sqrt{209}}$ l'intervallo di confidenza.

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, via Roma 3, 74100 Taranto.

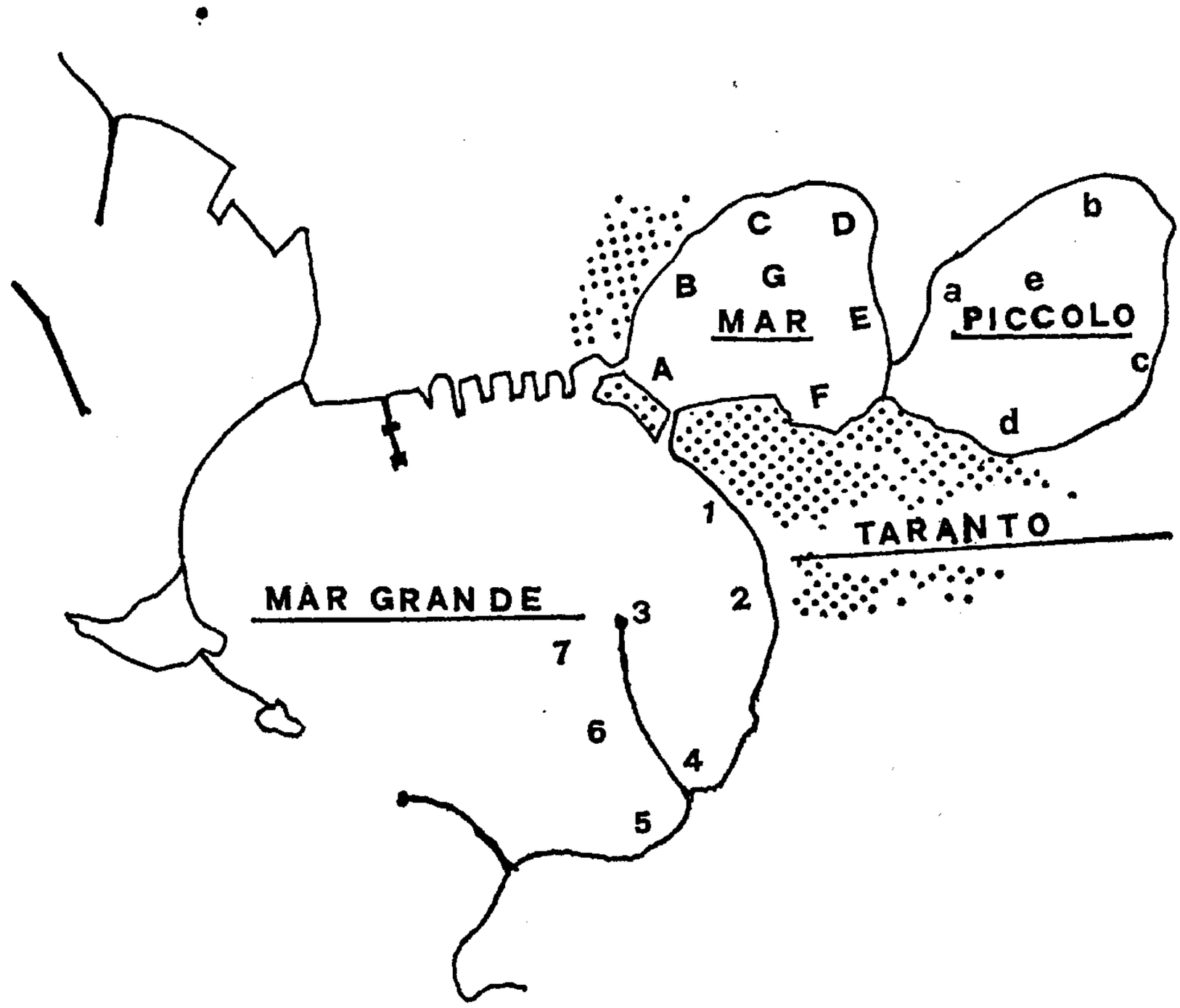


Fig. 1

	N	Xmin	Xmax	$\bar{z}$	$s_{\bar{z}}$	$e^{\bar{z}}$	$e^{z\pm1,96s_{\bar{z}}/\sqrt{209}}$	
CT	209	1	12999871	4,38	3,46	79,65	80,12	79,18
CF	209	1	1099999	3,26	3,25	25,93	26,37	25,49
ENT	209	1	300000	3,56	2,86	35,04	35,29	34,78
HETER	209	200	14399873	10,81	1,91	49581	56303	42859
$P\text{-}PO_4$	209	0,03	11,11	3,17	10^{-3}	0,24	0,241	0,239
$N\text{-}NH_3$	209	0,01	76,48	4,34	2.10^{-3}	0,76	0,763	0,757
$N\text{-}NO_2$	209	0,01	2,75	2,87	10^{-3}	0,18	0,181	0,179
$N\text{-}NO_3$	209	0,01	18,67	4,53	$2,10^{-3}$	0,93	0,933	0,179
						$\bar{X}$	$x+1,96s/\sqrt{209}$	$X-1,96^{s}/\sqrt{209}$
T	209	8,14	25,88			17,40	18,08	16,73
O_2	209	3,48	11,43			8,07	8,22	7,92

TAB. 1

I valori medi reali sono calcolati per ogni stazione. In Mar Grande nelle stazioni 1 e 2 sono stati riscontrati i seguenti valori: CT $\simeq 10^6$, CF $\simeq 10^4$, ENT $\simeq 10^4$ e nelle restanti stazioni, valori tra 10^2 e 10^3. In Mar Piccolo CT, CF, ENT non superano 2.10^2, ad eccezione delle stazioni 8 e 9, in cui variano tra 10^3 e 2.10^3, HETER mostrano valori elevati in tutte le stazioni con punte in prossimità delle fogne e nel secondo seno del Mar Piccolo. Le concentrazioni dei nutrienti sono per $N\text{-}NO_3$ elevate e per $N\text{-}NO_2$ basse in tutte le situazioni, mentre per $P\text{-}PO_4$ e $N\text{-}NH_3$ sono alte solamente nelle stazioni 1 e 2 ove si hanno valori minimi di O_2.

Infine si è calcolato il coefficiente di correlazione tra i dieci parametri, la cui matrice è rappresentata in Tabella 2, dove il numero sopra-

CT	1,00000								
CF	0,87979 α<0,001	1,00000							
ENT	0,83611 α<0,001	0,83959 α<0,001	1,00000						
HETER	0,07139 n.s.	0,06355 n.s.	-0,01178 n.s.	1,00000					
$P\text{-}PO_4$	0,67284 α<0,001	0,65844 α<0,001	0,64662 α<0,001	0,03903 α<0,05	1,00000				
$N\text{-}NO_3$	0,06928 n.s.	0,11715 n.s.	0,05391 n.s.	-0,10991 n.s.	-0,01043 n.s.	1,00000			
$N\text{-}NH_3$	0,20662 α<0,05	0,17142 α<0,05	0,16297 α<0,05	0,09860 n.s.	0,37114 α<0,001	-0,32866 α<0,001	1,00000		
O_2	-0,28015 α<0,001	-0,21513 α<0,05	-0,19789 α<0,05	0,01915 n.s.	-0,34824 α<0,001	0,23307 α<0,001	-0,15217 α<0,05	1,00000	
$N\text{-}NO_2$	0,30111 α<0,001	0,26815 α<0,001	0,24989 α<0,001	0,07704 n.s.	0,44526 α<0,001	0,39120 α<0,001	0,02808 n.s.	-0,05526 n.s.	1,00000
T	-0,09435 n.s.	-0,13539 α<0,05	-0,16447 α<0,05	0,03505 n.s.	-0,06079 n.s.	-0,60440 α<0,001	0,45625 α<0,001	-0,19563 α<0,05	-0,48106 α<0,001

TABELLA 2 - Matrice di correlazione tra i dieci parametri. Il numero soprastante indica il coefficiente di correlazione, mentre quello sottostante (α) il valore di significatività.

stante indica il coefficiente di correlazione tra i parametri presi a due a due e quello sottostante il valore di significatività r(α). Si nota che i parametri chimico-fisici sono CT, CF e ENT correlati con le cariche batteriche ad eccezione degli HETER. Essi sono anche correlati con $P\text{-}PO_4$ e $N\text{-}NO_3$ mentre presentano con O_2 una correlazione negativa. $N\text{-}NH_3$ è correlata con T e O_2 in senso negativo. $N\text{-}NO_2$ sono correlati con T in senso negativo, $N\text{-}NO_3$ e O_2 con T in senso negativo. Gli HETER sono scarsamente correlati con tutti i parametri osservati poichè si tratta di una grande quantità di batteri endogeni ed esogeni.

CT coliformi totali % cc
CF coliformi fecali % cc
ENT enterococchi % cc
HETER eterotrofi aerobi % cc
$P\text{-}PO_4$ fosfati µg-at/l
$N\text{-}NH_3$ ammoniaca µg-at/l
$N\text{-}NO_2$ nitriti µg-at/l
$N\text{-}NO_3$ nitrati µg-at/l
T temperatura (C°)
O_2 ossigeno cc/l

LETTERATURA CITATA

American Water Works Association, American Public Health Association & Water Pollution Control Federation (1976) - *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater,* 14th edn, Washington American Public Health Association.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1968) - A Pratical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish Res. Board Can.*

STRUSI A., PASTORE M. (1974) - Osservazioni idrografiche nel Mar Grande e Mar Piccolo di Taranto, campagna 1970-71. *Oebalia,* **1**, 1-64.

VATOVA A. (1972) - Osservazioni fisico-chimiche periodiche nel Mar Grande e Mar Piccolo di Taranto (1962-1969). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* **27**, 43-80.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

R.B. CLARK

MONITORING CHANGE IN THE MARINE ENVIRONMENT

Abstract — Effluents discharged into the sea become pollutants when they create a threat to human health or cause undersirable environmental change. Research strategy in response to the former is reasonably clear, but monitoring environmental change induced by pollutants presents great difficulty. Except for gross pollution, such changes are often insignificant beside wide, natural ecosystem fluctuations, the causes of which are imperfectly understood. The very long-term and detailed studies of ecosystem response to disturbance and stress that are needed have not kept pace with experimental studies, but because of the genetic variability of marine organisms, among other reasons, the results of the latter cannot be applied to real-life situations and may be totally misleading.

Riassunto — *Adeguamento dei sistemi di rilevamento nell'ambiente marino.* Gli effluenti scaricati in mare sono considerati inquinanti quando divengono una minaccia per la salute dell'uomo o provocano alterazioni ambientali. Mentre la strategia di ricerca per quanto riguarda la salute umana appare abbastanza chiara, il rilevamento dei cambiamenti ambientali provocati dagli inquinamenti presenta grandi difficoltà. Tali cambiamenti, con l'eccezione di quelli determinati dagli inquinamenti più gravi, sono spesso insignificanti rispetto alle ampie variazioni naturali dell'ecosistema, le cui cause sono imperfettamente noti. Gli studi riguardanti la risposta dell'ecosistema a disturbi e alterazioni, che devono essere necessariamente a lungo termine e dettagliati, non hanno tenuto il passo con gli studi sperimentali. Fra le altre ragioni, a causa della variabilità genetica degli organismi marini, i risultati degli studi sperimentali non solo non possono essere applicati alle reali situazioni di vita ma possono essere anche totalmente ingannevoli.

Key words — Pollution, marine environment.

INTRODUCTION

In many localized areas and sometimes over much wider areas of restricted water exchange, pollution of coastal waters and estuaries is so gross that major environmental deterioration is inevitable and very obvious when it occurs. While the precise links in the chain of events leading to this impoverishment of the environment may not be known in detail, the principal causes of the decline are usually self-evident. A relatively short and comparatively crude investigation is often adequate in these circumstances to prescribe an effective remedy. What is required is not more science but the political and economic will to apply those remedies.

Most pollution research is not concerned with the study of specta-

Department of Zoology and Dove Marine Laboratory, the University of Newcastle upon Tyne, England.

cular pollution at particular hotspots, but with the more subtle environmental change that may result from low-level but pervasive additions to the sea. Much of this effort is directed towards measuring the concentration of these contaminants in the water column, sediments and marine organisms, studying the behaviour, degradation or modification of these contaminants once they reach the sea, attempting to understand their transmission through food webs, and measuring their effects through toxicity tests of various degrees of refinement and sophistication, and by studying the physiological, developmental and behavioural responses of organisms exposed to them. No-one would deny the importance of knowing the quantity and source of inputs to the marine environment and their behaviour once they get there. But the fact remains that much of the enormous volume of quantitative data that is being accumulated cannot be applied to any real-life situation. Because of this, although much of the information is of great interest in its own right, it makes little effective contribution to pollution research.

I shall argue that much of this effort has no sharp focus on the objectives of pollution research and for this reason an imbalance has developed between the types of research that are undertaken. The main effort at present is directed towards relatively easy, if often sophisticated laboratory-based studies, but far too little effort is directed towards the far more difficult and frustrating task of studying the response of ecosystems to additions of various kinds. Until the balance is redressed, we shall be able to make little use of the flood of data emanating from distinguished laboratories around the world.

Objectives of environmental monitoring

Environmental monitoring may be undertaken for several different reasons. The most direct are when an addition to coastal waters poses a direct threat to human health. Additions of this kind include pathogenic bacteria and viruses in domestic sewage, mercury and cadmium, and radioactive wastes. The control of the exposure of local human populations to these threats is a public health measure. It is necessary to monitor the concentration and distribution of these pathogens and toxic substances, most particularly in sea food for human consumption because this is the usual vehicle by which humans are exposed to these dangers. The objectives and research strategy are clear and, for this reason, are in most cases being pursued vigorously and effectively. Where they are not it

is not due to scientific ignorance but to inadequacies in the public health service.

Most monitoring, however, is concerned with vaguer threats. There is a concern that low level pollution may have a long-term, cumulative impact and change coastal ecosystems at a rate which is not obvious now, but which might cross some kind of threshold and suddenly escalate and become serious or, in the minds of some pessimists, catastrophic. By keeping a finger on the pulse of the marine environment to measure its state of health it is hoped to get warning of undesirable consequences of effluent discharges to the sea at an early enough stage that measures can be taken to prevent that threshold being crossed.

A second reason for monitoring the response of marine ecosystems to pollutants relates, paradoxically, to the need which I suggest we now have, to maximize effluent discharges to the sea. This may sound alarming in areas where pollution is already so great that it is patently having undesirable effects in human health, commercial fisheries, or more generally. But it is naive to suppose that all discharges to the sea constitute pollution in any real sense because this is to ignore the considerable physico-chemical and biological homeostatic mechanisms in marine ecosystems. Public opinion in many countries, alarmed by reports of damage resulting from spectacular pollution accidents, applies pressure to reduce, control or treat at source almost any effluent discharged into the sea or which by some circuitous route might end up there. It must be said that they are supported in this view by many scientists. This is a laudible sentiment, but it can be satisfied only at some cost: cost of land for treatment plants, but more importantly, cost in energy. Energy costs (in the broadest sense) depend on the stringency of effluent standards that are set, and if the standards are high the costs escalate very rapidly. The prospect of a very substantial increase in energy prices, to say nothing of the possibility of an energy shortage, means that the cost of effluent treatment to a high standard will become very high indeed. And this will be at the expense of other desirable activities.

Under these circumstances, it is not difficult to forsee a strong temptation to discharge all wastes into the sea. This could only lead to the damaging consequences that have already been observed in a number of areas that have been overloaded with effluents. It will be necessary to walk a narrow tightrope to avoid the wastefulness of treating, expensively, more effluent on land that we need, and the wastefulness of discharging too much untreated effluent to the sea with serious consequences for living marine resources. We need to know how much can ' safely ' be discharged,

and this leads to the question which marine biologists can scarecely begin to answer and which most pollution research is not designed to answer: how much perturbation to a marine ecosystem is caused by the presence of a particular level of additive to the sea? Until some approach can be made to answering this, it will be impossible to assess the cost-benefit of treating wastes on land or discharging them to the sea, and much pollution research will have no clearly defined objective.

Mortality and morbidity

A considerable volume of pollution research is concerned with measuring toxic concentrations and the sublethal effects of pollutants and the behavioural responses of animals to them. Yet many of these substances can evidently be added to the sea in considerable quantities without perceptible effect on marine ecosystems. Even the heavy mortality of an animal need not necessarily have much impact. During treatment of floating 'Torrey Canyon' oil by very toxic dispersants, there was observed 90% kill of pilchard (*Sardina pilchardus*) eggs in the area of spraying and a 50% kill over a very much wider area (Smith, 1968). Cornish pilchard are considered to be a small isolated population and it was expected that the stocks would be seriously affected by this mortality. In fact, there was no shortfall of this year's class when it entered the commercial fishery 2-3 years later. Lobster (*Homarus vulgaris*) larvae were also in the surface plankton at this time and are likely to have been killed in large numbers, yet these, too, showed no shortfall in the commercial fishery 8-9 years later. Evidently it is possible for a fecund species to absorb very heavy additional mortality at early stages in its life history without influencing the size of the adult population.

Other species may not have the capacity to withstand heavy juvenile mortality. This is particularly true of species with a boreal reproductive pattern which is characterized by erratic breeding, low fecundity, slow growth and maturation, but long adult life. In temperate waters, this is best exemplified by auks such as guillemots (*Uria aalge*) which do not breed every year and lay only one egg when they do so. It is estimated that loss of eggs and chicks from predation and falling off the breeding ledges is so great that only 20% of the young reach the sea (Southern *et al.*, 1965). The life expectancy of those that survive this hazardous birth and infancy is very good, however, and the birds may live for 20 years or more. With this breeding pattern, numbers lost through pollution cannot

rapidly be made good and LESLIE (1966) calculated that it would take 53 years for a colony of guillemots to double in size. These birds are particularly subject to mortality through oil pollution and this is reflected in the decline of a number of colonies in south-west England and Brittany (CLARK, 1969).

Observed mortality, even if on a massive scale, has little significance unless it has some durable impact on the adult population of the species. Whether this is so or not depends on the fecundity, reproductive biology and population dynamics of the species involved. This is rarely considered. As, for example, in the observation that experimental ingestion of crude oil by young herring gulls (*Larus argentatus*) leads to damage in the intestine and liver, and impairs nasal gland function (MILLER *et al.*, 1978), it is claimed that these sub-lethal effects must reduce the viability of gulls exposed to oil pollution and result in a hidden additional mortality. Yet these gulls on European Atlantic coasts, which have been exposed to as much oil pollution over the last 50 years as those in any part of the world, far from declining in numbers, have shown a dramatic increase and are now subject to not very successful control measures in several places in the interest of public health and nature conservation. Unfortunately, this example is not isolated and most studies of sub-lethal pathological conditions or behavioural changes in animals exposed to toxic substances in the laboratory cannot be interpreted because we do not know whether heavy mortality, let alone morbidity, matters in the species concerned.

KEY SPECIES IN ECOSYSTEMS

The loss or decline of a particular species in polluted areas may be of concern to particular interests, but is much less critical than if ecological change follows its loss. The reduction in the number of breeding auks in southwest England appears to have had no wider ecological impact and even if the 1967 year class of Cornish pilchards had been catastrophically reduced by 'Torrey Canyon' oil dispersants, although the local commercial fishery would have suffered, there is no reason to suppose there would have been more widespread ecological repercussions. The loss of limpets (*Patella* spp.) on the other hand, led to major ecological change. These herbivores have a dominating influence on beaches where they occur and at a number of sites where they were killed by over-enthusiastic use of toxic dispersants, the rocks were rapidly colonized by diatoms and algae, leading to the establishment of a dense

Fucus community (SMITH, 1968; NELSON-SMITH, 1968). Eventually, *Patella* became re-established, grazed down the *Fucus* and, to a considerable extent, these affected beaches have now returned to their former condition, although the proces has taken a decade (SOUTHWARD and SOUTHWARD, 1978). A similar phenomenon, probably with a similar recovery period, was observed in a small bay on the Pacific coast of Baja California following the wreck of the 'Tampico Maru' (NORTH *et al.*, 1965). Here the pollutant was diesel fuel, the herbivores that were eliminated were *Haliotis* and the echinoid *Strongylocentrotus,* and the alga which then became dominant was *Macrocystis pyrifera.* Apart from the fact that these events tooks place subtidally rather than on the shore, they were essentially the same as in the Cornish experience.

A potentially far more serious ecological change following the severe reduction in numbers of a key species has been recorded on the coast of Nova Scotia, Canada (BREEN and MANN, 1976, MANN, 1977). Here there was a stable kelp bed ecosystem with *Laminaria* spp. as the main producer. Most algal production was exported as detritus but these areas supported a population of herbivores, mainly *Strongylocentrotus droebachiensis,* which were preyed upon and controlled chiefly by lobsters, *Homarus americanus.* The lobster population has declined greatly since 1968 due, it is thought, to overfishing, not pollution, and with the reduction in predation *Strongylocentrotus* has increased greatly in numbers and considerable areas of *Laminaria* forest destroyed. Continued settlement of *Strongylocentrotus* prevents the re-establishment of algae and MANN (1977) claims that this urchin-dominated, barren ground is a new, stable configuration of the ecosystem. The loss of primary and secondary productivity of the coastal waters of considerable parts of Nova Scotia coast that follows is potentially serious and likely to be long-term.

The existence of key species which determine, by their abundance or absence, the character of an entire ecosystem should simplify the enormous task of monitoring environmental change. If more attention were paid to the biology of these species and to their susceptibility to pollution damage, as LEWIS (1976, 1978) has advocated, environmental monitoring would have a sharper focus and the capability of predicting change would be much improved. With this predictive ability, it would be possible to decide whether or not the likely environmental change resulting from a discharge was acceptable or not. The substantial loss of production on considerable stretches of the Nova Scotia coast, which is likely to persist, would almost certainly be judged disadvantageous. Whether or not the replacement (even if temporary) of relatively barren

barnacle-covered rocks by a fucoid cover with its rich associated fauna on some Cornish beaches, was the ecological disaster it was widely claimed to be, is largely a matter of taste. The marine biologist might find the latter of greater interest, though the tourist probably would not. But the decision of the acceptability or otherwise of a predicted environmental change is a political one which must take into account the conflicting interests of industry, fisheries, tourism, conservation, and so on; it is not a scientific problem and different decisions would obviously be taken, and rightly so, in different places.

Natural population fluctuations

In studying the impact on an ecosystem of an effluent load, it is common to use a neighbouring area supporting a similar ecosystem, but not exposed to the effluent, as a ' control ' or reference site. It is now becoming clear that there are very wide population fluctuations in marine ecosystems from purely natural causes, although the latter are rarely understood in detail. Not only is it extremely difficult to distinguish pollution-induced change againt this fluctuating background, but sometimes the natural fluctuations are of such a nature that they produce major ecological change comparable to that resulting from what would be regarded as a catastrophic pollution incident. The same problems are encountered in ' baseline ' studies, may of which are conducted for too short a period to reveal the full range of fluctuations in the ecosystem and therefore have little value.

The extent of this problem was dramatically shown by Lewis (1972) following several years' continuous study of a rocky coastal area in north-east England (fig. 1). The winter of 1965-66 was cold and stopped the growth of the 1965 class of the carnivorous gastropod *Thais lamellosa* which was then eaten in large numbers by a shorebird, the purple sandpiper *Calidrys maritima.* The following winter was milder and the 1966 class of *Thais* fed and grew continously becoming too large to be eaten by *Calidrys.* The large surviving population of *Thais* fed on *Mytilus* and seriously reduced its numbers, so making space available for colonization by *Balanus.* However, in 1967 there was an exceptionally heavy settlement of *Mytilus* which destroyed all other species on the rocks. Their large numbers led to competition for space and resulted in an insecure, hummocky growth of the mussels. In March 1969, severe storms swept many of the *Mytilus* away, so leaving space once more for *Balanus* settle-

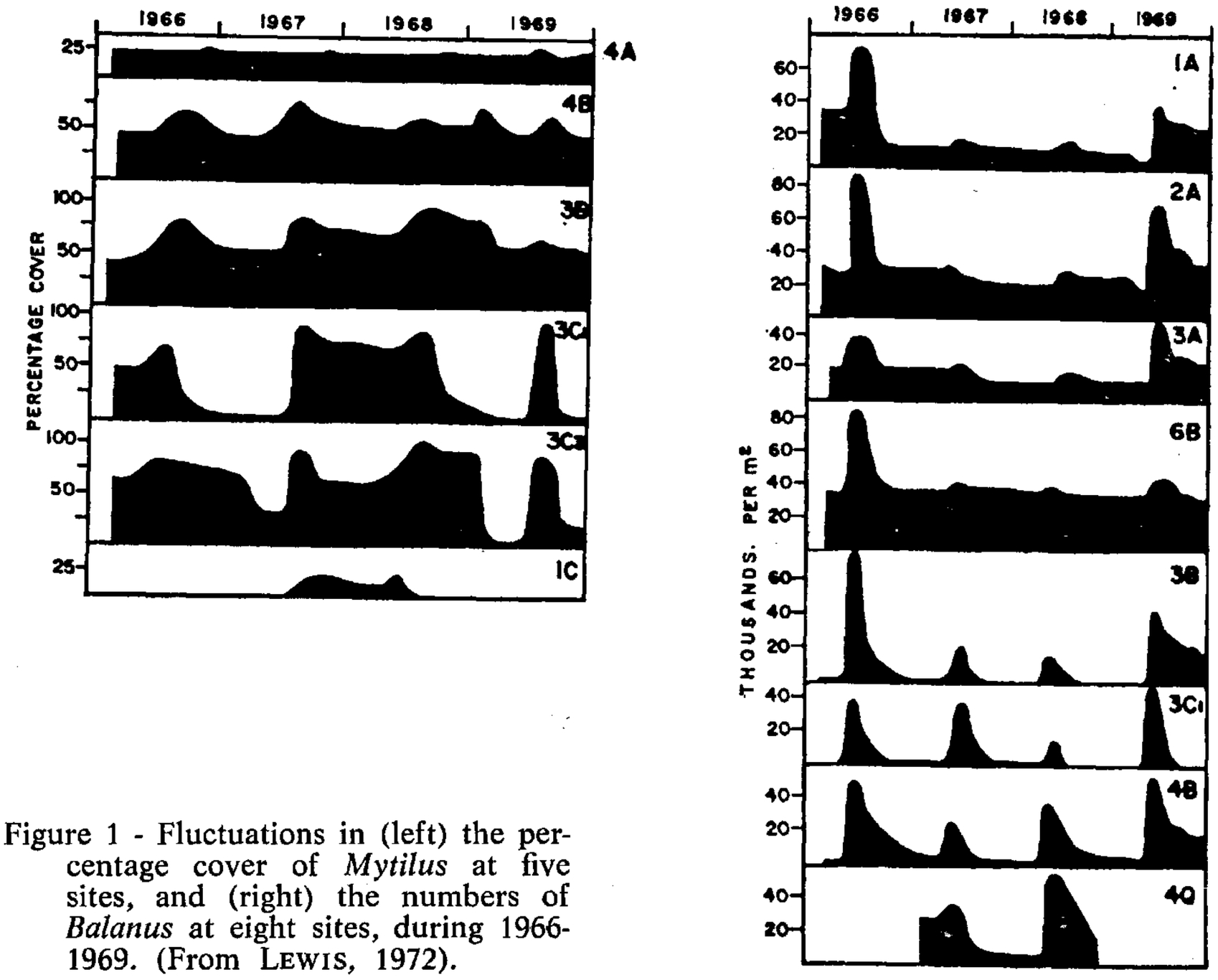


Figure 1 - Fluctuations in (left) the percentage cover of *Mytilus* at five sites, and (right) the numbers of *Balanus* at eight sites, during 1966-1969. (From LEWIS, 1972).

ment in June. But because the dense growth of *Mytilus* had excluded the limpet *Patella* and the mussels were not destroyed until after the settlement of young *Patella,* diatoms and ephemeral algae developed quickly and abundantly, and prevented the settlement of *Balanus.* The rocks then became dominated by algae.

Erratic, but major faunistic changes caused by climatic changes or biological interactions of this kind have been observed in a number of situations where sufficiently detailed and prolonged studies have been made (SOUTHWARD, 1967; SOUTHWARD and CRISP, 1954, 1956; WILSON, 1971; CRISP, 1958, 1964; CONNELL, 1970; PAINE, 1974). On temperate, rocky intertidal shores subject to moderate wave exposure, the habitat is equally suitable for *Mytilus, Patella* and *Balanus,* or *Fucus,* each with a characteristic associated fauna. Which faunistic and floristic assemblage dominates depends on historical climatic and biological events. *Patella,* as the principal herbivore of rocky shores, plays a particularly important role. BOWMAN and LEWIS (1977) have shown that the success of its recruitment in any year is little influenced by gamete production but is strongly affected by the occurrence of frosts, to which the young are su-

sceptible, during the first few weeks after settlement (fig. 2). They are also susceptible to desiccation and these two factors appear to determine the northern and southern geographical limits of *Patella vulgata,* and also account for erratic changes in the algal cover of rocky beaches.

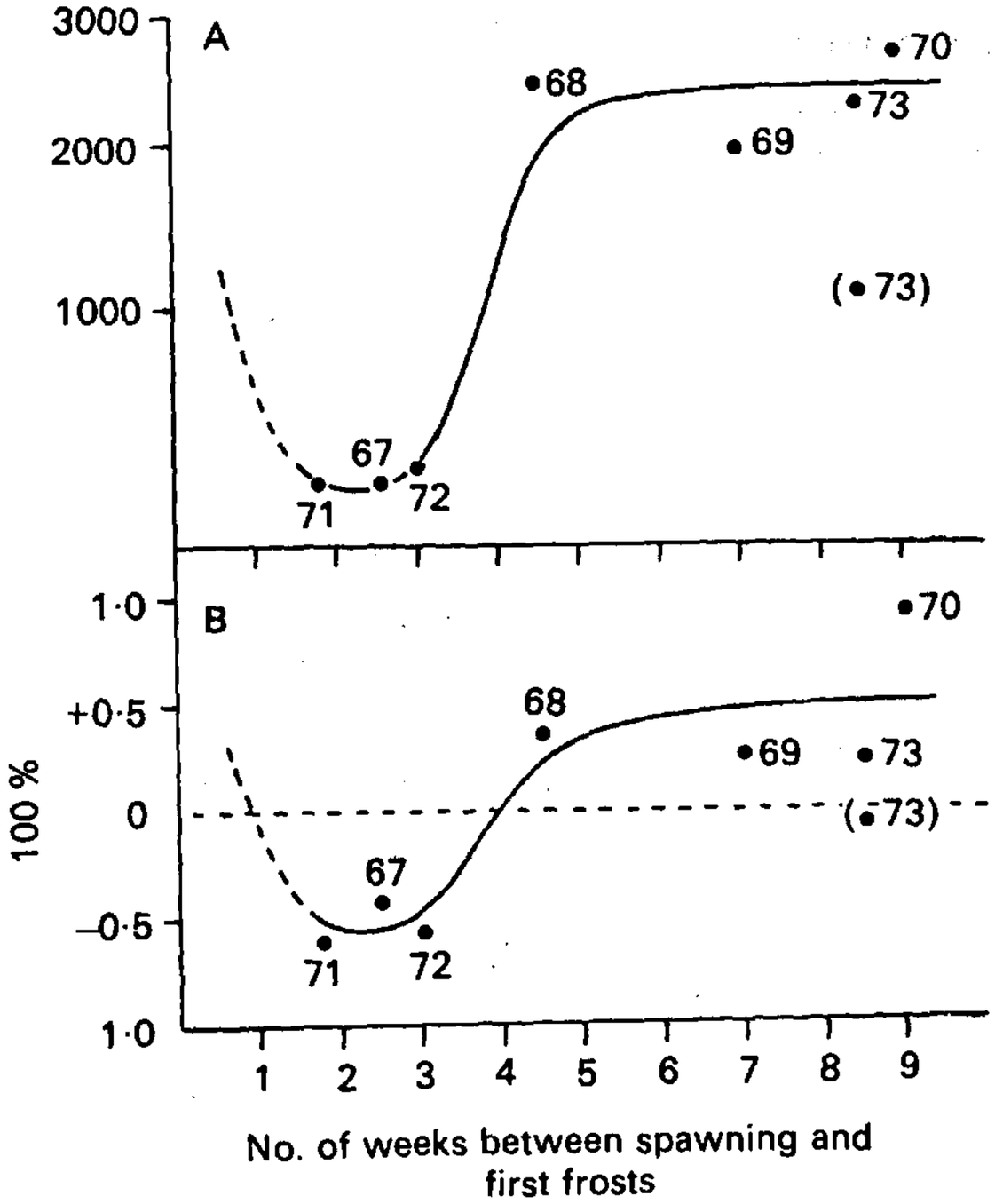
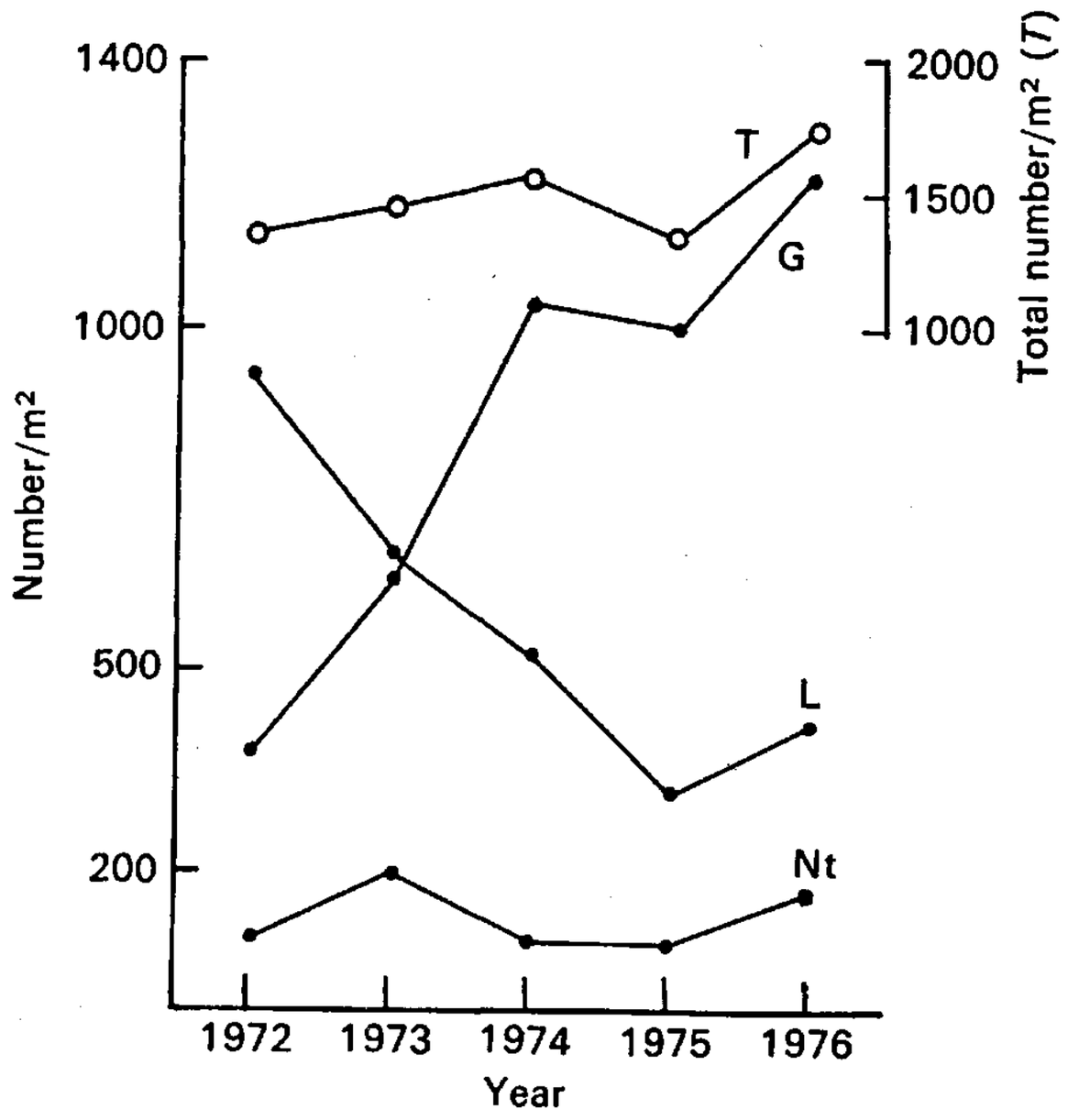


Figure 2 - The relationship between annual recruitment of *Patella vulgata* and the duration of frost-free time after spawning. (A) annual total of juvenile maxima on all sites, (B) summation of individual site variation astride their means in % units of the mean. Data for 1967 based on 3 sites, 1968 on 4 sites, others on 5 sites in north east England. Bracketed 1973 data are uncorrected. (From BOWMAN and LEWIS, 1977).

This knowledge enabled BOWMAN (1978) to illustrate the pitfalls of instant assessment of pollution damage. A spillage of fuel oil from a storage tank at Dounreay on the north coast of Scotland in February 1977, contaminated a flat rocky beach which was cleaned by dispersants. Subsequent examination of the beach revealed deaths of *Balanus, Patella* and other intertidal organisms and a dense growth of diatoms, *Enteromorpha* and *Porphyra.* This is typical of the damage reported after clean-up of oil by dispersants in many pollution incidents. In fact, the Dounreay beaches had been regularly monitored by BOWMAN since 1971. An exceptionally hot summer in 1976 was responsible for the death of many intertidal organisms, including, by September, a considerable proportion of the limpets. This reduction in the limpet population made the development of

a dense algal cover inevitable. The oil spill and use of dispersants were almost entirely irrelevant and had minimal effects.

One of the few other long time-series of observations is of benthic soft-bottom fauna off the north-east coast of England by Buchanan and his collaborators. The faunistic assemblage is a balanced one but has shown changes in the pattern of relative species abundance in response to a slight increase in average winter sea temperature from 6.25°C in the period 1965-70 to 6.75°C in 1971-76. There is some evidence that by the end of that period the bottom community was adjusting to a stable ' warm water state ' (fig. 3), but no species had been eliminated and in a fluctua-



Gaining species 1972–76 (G)		Losing species 1972–76 (L)		Neutral species 1972–76 (Nt)
Species	Gain/m²	Species	Loss/m²	Species
Paraonis gracilis	238	*Spiophanes bombyx*	219	*Ampharete finmarchica*
Prionospio malmgreni	144	*Chaetozone setosa*	129	*Glycera rouxi*
Myriochele oculata	129	*Ampelisca tenuicornis*	112	
Thyasira flexuosa	115	*Amphiura filiformis*	50	*Goniada maculata*
Owenia fusiformis	104	*Nephtys hombergi*	31	
Magelona minuta	100	*Scoloplos armiger*	26	
Tharyx multibranchiis	27	*Rhodine gracilior*	24	
		Ammotrypane aulogaster	17	

Figure 3 - Contribution of the top 17 ranked species to the total number of individuals present at one sub-tidal station off the north-east English coast. Divided into gaining (G), losing (L) and neutral (Nt) species listed below. Total number of individuals (T). (From BUCHANAN *et al.*, 1978).

ting environment these changes could be reversed (BUCHANAN *et al.*, 1978). It should be noticed that changes in temperature have had little effect on community production; the available energy is progressively transferred from one suite of species to another which thrives better, in response to the environmental change (BUCHANAN *et al.*, 1974).

Long-term trends in the abundance of various species of north Atlantic zooplankton were detected in a 22 year Continuous Plankton Recorder survey from 1948 to 1969 (GLOVER *et al.*, 1972). Some species such as *Pleuromamma borealis* and *Euchaeta norvegica* show an upward trend, *Spiratella retroversa* and two calanoids show a significant downward trend, but no trend was detectable in *Temora longicornis* or *Clione limacina* (fig. 4). All these species are subject to erratic and sometimes very large fluctuations in abundance, some fluctuations extending over several years, and the long-term trends would not have been detected without this very long time-series of observations. Unlike previous examples, it has not been possible to relate these long fluctuations and trends to any known climatic or human factors.

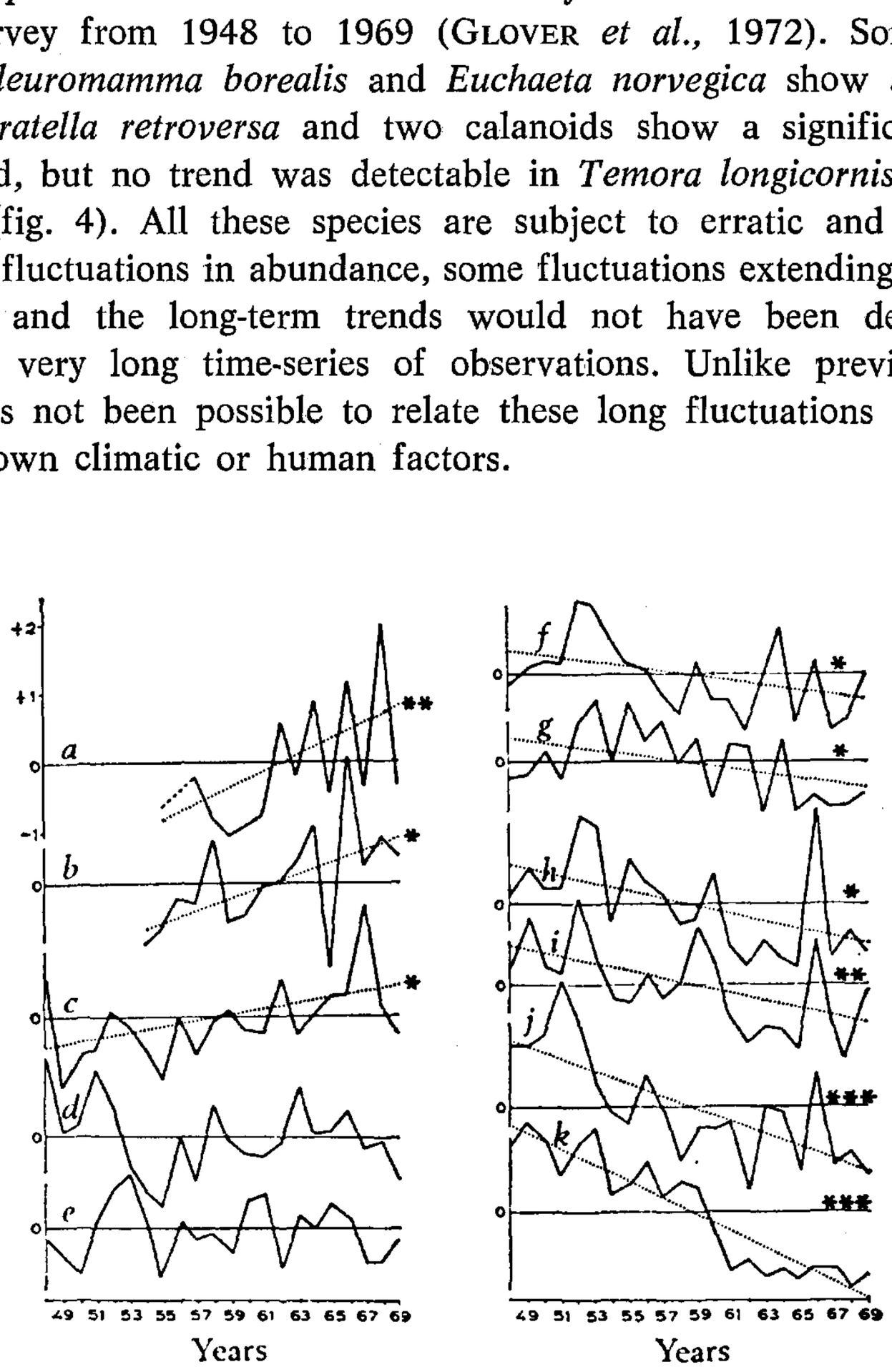


Figure 4 - Fluctuation is numbers of zooplankton species in the North east Atlantic. a) *Pleuromamma borealis,* b) *Euchaeta norvegica,* c) *Acartia clausi,* d) *Temora longicornis,* e) *Clione limacina,* f) *Calanus helgolandicus* and *C. finmarchicus,* stages V and VI, g) *Metridia lucens,* h) *Candacia armata,* i) *Centropages typicus,* j) *Spiratella retroverson,* k) *Pseudocalanus* and *Paracalanus,* *** $P < 0.1\%$, ** $P < 1.0\%$, * $P < 5.0\%$. (From GLOVER *et al.*, 1972).

In addition to the difficulties these natural fluctuations in marine ecosystems pose for baseline studies and reference sites in pollution studies, they make it very difficult to state, except within very broad limits. what is the normal faunistic and floristic configuration at a particular site. As a result, it is difficult to identify with any confidence small pollution-induced changes without very detailed and prolonged investigations and an unwelcome vagueness is introduced into studies of the recovery of ecosystems after polluting sources have been removed.

Genetic variability

Marine invertebrates, in general, show a high degree of genetic variability and fish are genetically the most varied of all vertebrates. Views of the adaptive significance of this condition (reviewed by Grassle and Grassle, 1978) are still largely speculative, but there is some evidence that this, rather than physiological or behavioural regulatory ability of individuals, is commonly an adaptation to unpredictably variable environments. Genetic variability is, if anything, even more pronounced in some species from uniform environments (e.g. deep-sea benthos) where, presumably, other selective factors are responsible for this condition (Valentine, 1976; Valentine and Ayala, 1978).

In environments such as estuaries which have regular, predictable short-term fluctuations, organisms living there are able to evolve physiological tolerence or regulatory ability. This is not possible if the fluctuations are unpredictable or occur at intervals comparable to the life-span of the individual; short-term selection is then an important component of adaptation. This accounts for opportunistic species which show rapid population changes and are able to respond to environmental disturbances. One of the group of sibling species formerly known as *Capitella capitata* is genetically variable and showed a dramatic increase in numbers after an oil spill (Grassle and Grassle, 1974), and Gray (1979) described a similar response of *Capitella* to other forms of pollution.

In habitats which are spatially rather than temporally varied, there may be selection of larvae after settlement in each microhabitat and the survivors be adapted to a somewhat different set of local conditions at each site. There is great variation in the size and structure of the stype of *Laminaria* and while to some extent this is the result of a phenotypic response to water movements, there is also strong genetic selection for different kinds of plants at different sites which may be very close to-

gether (CHAPMAN, 1974). DOYLE (1974, 1975) found important genetic differences between *Spirorbis borealis* in open coast and sheltered rock pools only a few hundred metres apart. *Littorina* populations show genetic differences with respect to shell shape to withstand wave action and desiccation (NEWKIRK and DOYLE, 1975), and *Crassostrea virginica* from different sites have genetic differences in growth rates and salinity tolerance (NEWKIRK *et al.*, 1977).

The strategy for survival in the marine environment thus appears often to be, not an efficient machinery for individual regulation or tolerance, but genetic flexibility. The discovery that a number of species are, in fact, groups of sibling species (e.g. *Capitella capitata* (GRASSLE and GRASSLE, 1974), *Ophryotrocha labronica* (AKESSON, 1972, 1977) and no doubt many more yet to be uncovered) reveals an extension of the same phenomenon. This may underlie the surprising apparent robustness of many marine ecosystems to substantial levels of anthropogenic additions. There may well be subtle changes but they are beyond the limit of resolution of ecologists, since they involve the replacement of one genotype or sibling species, which cannot be readily distinguished, by others. But this genetic flexibility poses practical problems for environmental monitoring and even greater problems for laboratory studies of pollution effects.

The selection of genotypes that will thrive in local conditions which vary within the space of a few metres or even on opposite sides of the same boulder results in a mosaic. MANN (1972) measured the growth rates of the algae *Laminaria* and *Agarum* on the Nova Scotia coast, but despite measuring hundreds of individual plants, still found standard deviations up to ± 100% of the mean values (fig. 5). To get useful results in these circumstances involves a large amount of time-consuming and expensive replication of measurements.

A more critical consequence of this variation relates to laboratory studies. The whole philosophy of experimental biology is to achieve reproducible results under known, controlled conditions. Experimentalists expect to get low standard deviations and indeed, experimental results with a standard deviation of ± 100% of the mean would be quite unacceptable. Genetic variability between the experimental organisms is to be avoided if at all possible, and the ultimate achievement to this end has been the development of the laboratory rat. In experimental pollution research, the equivalent has been the use of a small number of 'standard' animals, the use of laboratory cultures in preference to natural populations (REISH, 1973), the development of the pure genetical strains of the polychaete *Ophryotrocha* (AKESSON, 1970, 1976) and, most strikingly,

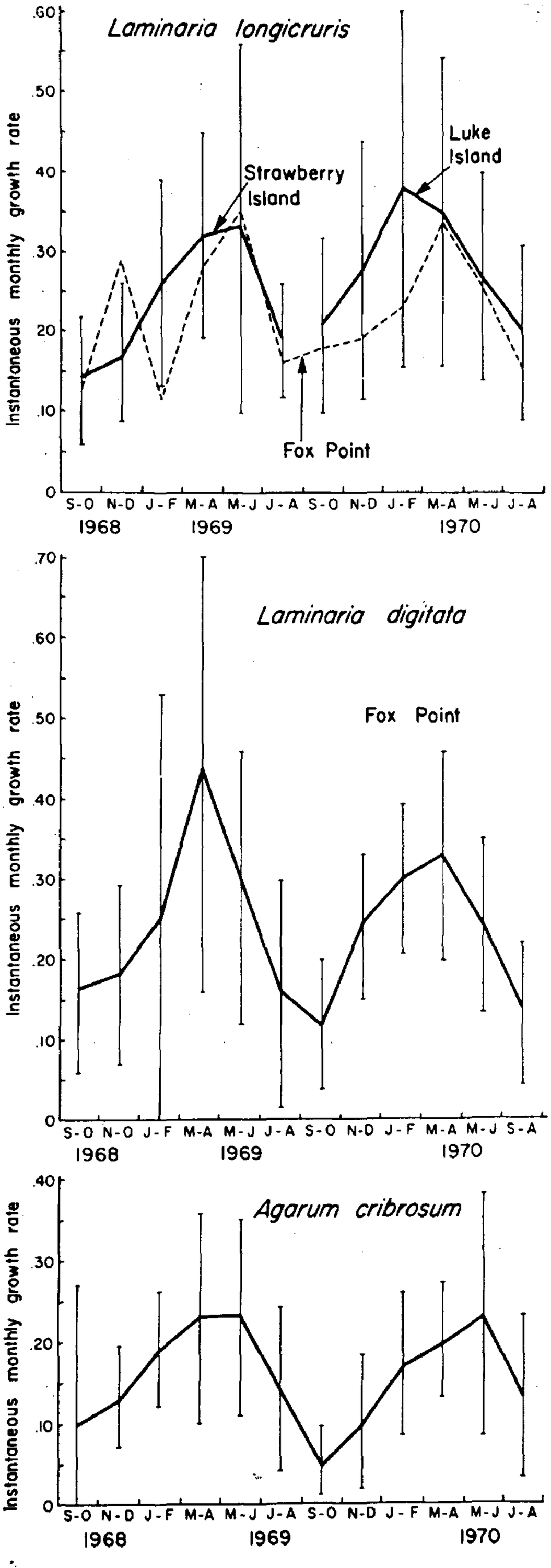


Figure 5 - Seasonal growth of seaweeds in eastern Canada. Standard deviations and means plotted. (From MANN, 1972).

of cloned hydroids for use in the bioassay of pollutants in low concentrations (STEBBING, 1976).

This approach is in the best traditions of experimental biology, but as it now appears, may completely falsify the situation that actually obtains in the sea and make it virtually impossible to translate the results of such laboratory experimental studies into real-life terms. It is quite possible that we are wasting a good deal of money, time and effort on conventional laboratory experimentation, to say nothing of routine toxicity testing on a small spectrum of ' standard ' marine organisms. Because of the inadequacy of our knowledge of the response of populations and communities of marine organisms to toxicants and other stresses in the natural environmental, the experimental results, at best, cannot be interpreted and, at worst, may be totally misleading.

CONCLUSIONS

In all science, the right answers emerge only if the right questions are asked, and the answer to one question should lead to further questions. Effluents discharged to the sea or reaching it by a circuitous route constitute pollution only when they have some undesirable effect, but this raises many questions about what is undesirable or acceptable, and to whom, and the answers to them are political, not scientific. The primary scientific questions relate to the environmental change. Before a sensible political decision can be taken, is is necessary to discover the nature, extent and duration of an environmental change and to identify the causative agents. Political decisions often have to be taken in advance of scientific investigations and even when the necessary information is available, there is no guarantee that a wise political decision will be taken, but if scientists cannot begin to provide it, the chances of adequate and economical remedial action being undertaken are remote indeed.

Because of the uncertainties of the situation, there is a temptation to play safe and in some countries, remedial action is instituted before it is known if an effluent is damaging in any material way. This is expensive and wasteful of resources and may soon prove to be a luxury we cannot afford. It is essential, therefore, that we get a much better knowledge than we have about the response of ecosystems to the addition to the sea of potentially harmful substances. This is not an easy task.

A number of marine ecosystems, certainly including those it is important to monitor, show wide erratic natural fluctuations caused by climatic or biological events which we are only just beginning to understand.

They can be on a scale comparable to the effects of the most severe pollution damage, sometimes, as in the case of the loss of the dominant herbivores, producing exactly the same kind of change or, as in the case of the exceptionally cold and prolonged winter of 1962-63 in Britain, causing even greater and more widespread change (CRISP, 1964). These are only the most conspicuous natural fluctuations and there are no doubt constant adjustments on a much smaller scale. Against such a background it is difficult to detect pollution-induced changes unless they are very large and obvious or are clearly related to a single point input. To get early warning of pollution damage, particularly from diffuse inputs, requires a much more detailed and prolonged knowledge of ecosystem structure and performance than we usually have. In addition to this need, it must be remembered that the collection of data is complication by the genetic variability which is now coming to light of organisms within small areas. To get reliable measurements for comparative purposes, it is necessary to replicate samples to an unusually large extent.

These difficulties create purely practical problems. It is difficult to gain financial support for long-term projects which may require at least ten years sustained effort without any guarantee that the commitment of large sums of money to it will yield commensurate results. And grant-awarding agencies, perhaps more familiar with experimental sciences, are not always sympathetic to the need for the very intensive and repetitive sampling, or for the manpower needed to analyse the samples that these investigations produce. It is also difficult to persuade scientists to undertake such programmes; scientific reputations are rarely enhanced by tedious research which is unlikely to yield results of any interest in less than ten years and may not do so even then.

It is not altogether surprising that both funding agencies and scientists should have turned their attention much more to short-term surveys, experimental studies, and chemical monitoring of the pathways, concentrations and fates of additions to the marine environment for which sensitive analytical equipment can be employed. Unfortunately, it has now become clear that the results of this very considerable volume of work do not provide an answer to the crucial question of the safe limit of effluent discharge to particular areas of sea. This situation is not likely to change until we achieve a better balance between ecological and experimental studies of the consequences of marine pollution. When we have a more secure knowledge of the response of ecosystems to stress, it will be possible to give focus to studies in the laboratory and allow that work to produce results that can be applied to real situations in the sea.

SUMMARY

Effluents discharged to the sea or reaching it indirectly cause pollution when they present a threat to human health or result in changes in ecosystems. The point at which such threats or changes become unacceptable is a political decision for which adequate scientific knowledge, among other things, is essential. Research strategy depends on the nature of the problem. Gross and obvious pollution generally requires a short and relatively crude investigation to identify causes and prescribe remedies. Health hazards are largely through contaminated sea-food and are primarily a public health problem: research strategy is nearly always clear and in most cases is vigorously pursued. The detection of more subtle changes in ecosystems is more difficult and has been neglected in comparison with other pollution studies. It is vital to understand and monitor these changes to provide a focus for other studies and to set realistic but safe limits for the discharge of wastes to the sea, which will become increasingly important in the future.

Whether or not heavy mortality of organisms influences the size of the population, depends on the population dynamics of the species in question. Very large (50-90%) mortality of eggs of an isolated population of *Sardina pilchardus* by toxic oil spill dispersants had no perceptible impact on the local fishery in subsequent years. Losses of some seabirds, on the other hand, have had a major impact on the size of some colonies. Laboratory tests of the toxicity of pollutants and of their sublethal effects have therefore little value at present because they cannot be interpreted in realistic terms. In cases were populations of a species are reduced, the ecological consequences are much greater if they occupy a key role in an ecosystem, (e.g. key predators, some herbivourous gastropods and echinoids). Their loss may result in major ecological change of long duration. A number of prolonged studies of marine ecosystems (intertidal, pelagic and benthic) have revealed ecological change from natural climatic or biological causes which are of a similar type and scale to those following maior pollution. There are also less pronounced natural fluctuations, the causes of which are generally unknown.

It is extremely difficult to detect small, pollution-induced changes against this naturally fluctuating background without very detailed and long-term investigations. The problem is made worse because many marine organisms are genetically very variable and strategy for survival is short term selection rather than individual tolerance, physiological regulation or adaptation. Different genotypes may be selected over very short distances where physical or other factors are different and the extreme variability of natural populations demands much replication of sampling in ecological studies. In experimental studies, genetic variability of test organisms is avoided or reduced if possible, and has led to the use of genetically « pure » strains or clones for toxicity tests, etc. This appears to falsify the situation in marine ecosystems and the results of these experiments cannot be interpreted or may even be misleading. Because of the difficulties, monitoring the response of ecosystems to pollution or other stress has not been undertaken as vigorously as other types of pollution research, but it is important that this imbalance be corrected.

REFERENCES

AKESSON B. (1970) - *Ophryotrocha labronica* as test animal for the study of marine pollution. *Helgol. wiss. Meeresunters.*, **20**, 293-305.

AKESSON B. (1972) - Incipient reproductive isolation between geographical populations of *Ophryotrocha labronica* (Polychaeta, Dorvilleidae). *Zool. Scr.*, **1**, 207-210.

AKESSON B. (1976) - Bioassay studies with polychaetes of the genus *Ophryotrocha* as test animals. In J.H. Koeman & J.J.T.W.A. Strik eds. *Sublethal Effects of Toxic Chemicals on Aquatic Animals*. Elsevier, Oxford, pp. 121-135.

AKESSON B. (1977) - Crossbreeding and geographical races, experiments with the polychaete genus *Ophryotrocha*. *Mikrofauna Meeresboden*, **61**, 15-24.

BOWMAN R. S. (1978) - Dounreay oil spill: major implications of a minor incident. *Mar. Pollut. Bull.*, **9**, 269-273.

BOWMAN R. S., LEWIS J. R. (1977) - Annual fluctuation in the recruitment of *Patella vulgata* L. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **57**, 793-815.

BREEN P. A., MANN K. A. (1976) - Destructive grazing of kelp by sea urchins in eastern Canada. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **33**, 1278-1283.

BUCHANAN J. B., KINGSTON P. F., SHEADER M. (1974) - Long-term population trends in the benthic macrofauna in the offshore mud of the Northumberland coast. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **54**, 785-795.

BUCHANAN J. B., SHEADER M., KINGSTON P. F. (1978) - Source of variability in the benthic macrofauna off the Northumberland coast, 1971-1976. *J. mar. biol. Ass. U.K*, **58**, 191-209.

CHAPMAN A. R. O. (1974) - The genetic basis of morphological differentiation in some *Laminaria* populations. *Mar. Biol.*, **24**, 85-91.

CLARK R. B. (1969) - Oil pollution and the conservation of seabirds. *Proc. intern. Conf. Oil Pollution of the Sea, Rome, 1968*, 76-112.

CONNELL J. H. (1970) - A predator-prey system in the marine intertidal region. I. *Balanus glandula* and several predatory species of *Thais*. *Ecol. Monogr.*, **40**, 49-78.

CRISP D. J. (1958) - The spread of *Elminius modestus* Darwin in north-west Europe. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **37**, 483-520.

CRISP D. J. (1964) - The effects of the severe winter of 1962-63 on marine life in Britain. *J. Anim. Ecol.*, **33**, 165-210.

DOYLE R. W. (1974) - Choosing between darkness and light: the ecological genetics of photic behaviour in the planktonic larvae of *Spirorbis borealis*. *Mar. Biol.*, **25**, 311-317.

DOYLE R. W. (1975) - Settlement of planktonic larvae: a theory of habitat selection in varying environments. *Am. Nat.*, **109**, 113-126.

GLOVER R. S., ROBINSON G. A., COLEBROOK J. M. (1972) - Plankton in the north Atlantic - an example of the problems of analysing variability in the environment. In M. Ruivo ed., *Marine Pollution and Sea Life*. Fishing News (Books) Ltd., London, pp. 439-445.

GRASSLE J. F., GRASSLE J. P. (1974) - Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. *J. Mar. Res.*, **32**, 253-284.

GRASSLE J. F., GRASSLE J. P. (1978) - Life histories and genetic variation in marine invertebrates. In B. Battaglia & J.A. Beardmore eds., *Marine Organisms, Genetics, Ecology and Evolution*. Plenum Press, New York, pp. 347-364.

GRAY J.S. (1979) - Pollution - induced changes in populations. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.*, **283**, 545-561.

LESLIE F. H. (1966) - The intrinsic rate of increase and overlap of successive generations in a population of guillemots (*Uria aalge* Pont.). *J. Anim. Ecol.*, **35**, 291-301.

LEWIS J. R. (1972) - Problems and approaches to baseline studies in coastal communities. In M. Ruivo ed., *Marine Pollution and Sea life*. Fishing News (Books) Ltd., London, pp. 401-404.

LEWIS J. R. (1976) - Long-term ecological surveillance: practical realities in the rocky intertidal. *Oceanogr. Mar. Biol., Ann. Rev.*, **14**, 371-390.

LEWIS J. R. (1978) - The implications of community structure for benthic monitoring studies. *Mar. Pollut. Bull.*, **9**, 64-67.

MANN K. H. (1972) - Ecological energetics of the seaweed zone in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. II. Productivity of seaweeds. *Mar. Biol.*, **14**, 199-209.

MANN K. H. (1977) - Destruction of kepp-beds by sea-urchins: a cyclical phenomenon or irrevirsible degradation. *Helgol. wiss. Meeresunters.*, **30**, 445-467.

MILLER D. S., PEAKALL D. B., KINTER W. B. (1978) - Ingestion of crude oil: sublethal effects in herring gull chicks. *Science,* **199**, 315-317.

NELSON-SMITH A. (1968) - Effects of oil and emulsifiers on shores in south-west Britain. *Rep. Challenger Soc.*, **3** (20), 60.

NEWKIRK G. F., DOYLE R. W. (1975) - Genetic analysis of shell-shape variation in *Littorina saxatilis* on an environmental cline. *Mar. Biol.*, **30**, 227-237.

NEWKIRK G. F., HALEY L. E., WAUGH D. L., DOYLE R. W. (1977) - Genetics of larval and spat growth in the oyster *Crassostrea virginica. Mar. Biol.*, **41**, 49-52

NORTH W. J., NEUSHAL H., CLENDENNING K. A. (1965) - Successive biological changes observed in a marine cove exposed to a large spillage of mineral oil. *Symp. Comm. int. Explor. scient. Mer Mediterr., Monaco,* **1964**, 335-354.

PAINE R. J. (1974) - Intertidal community structure. Experimental studies on the relationship between a dominant competitor and its principal predator. *Oecologia,* **15**, 93-120.

REISH D. J. (1973) - Laboratory populations for long-term toxicity tests. *Mar. Pollut. Bull.*, **4**, 46-47.

SMITH J. E. (1968) - « *Torrey Canyon* », *Pollution and Marine Life.* University Press, Cambridge.

SOUTHERN H. N., CARRICK R., POTTER G. W. (1965) - The natural history of a population of guillemots (*Uria aalge* Pont.). *J. Anim. Ecol.*, **34**, 649-665.

SOUTHWARD A. J. (1967) - Recent changes in abundance of intertidal barnacles in south west England: a possible case of climatic deterioration. *J. mar. biol. Ass., U.K.*, **47**, 81-95.

SOUTHWARD A. J., CRISP D. J. (1954) - Recent changes in the distribution of the intertidal barnacles *Chthamalus stellatus* Poli and *Balanus balanoides* L. in the British Isles. *J. Anim. Ecol.*, **23**, 163-177.

SOUTHWARD A. J., CRISP D. J. (1956) - Fluctuations in the distribution and abundance of intertidal barnacles. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **35**, 211-229.

SOUTHWARD A. J., SOUTHWARD E. C. (1978) - Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersants to clean up the Torrey Canyon spill. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **35**, 682-706.

STEBBING A. R. D. (1976) - The effects of low metal levels on a clonal hydroid. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **56**, 977-994.

VALENTINE J. W. (1976) - Genetic strategies of adaptations. In F.J. Ayala ed., *Molecular Evolution.* Sinauer Associates Inc., Sunderland, Mass., pp. 78-94.

VALENTINE J.W., AYALA F. J. (1978) - Adaptive strategies in the sea. In B. Battaglia & J.A. Beardmore eds., *Marine Organisms, Genetics, Ecology and Evolution.* Plenum Press, New York, pp. 323-345.

WILSON D. P. (1971) - *Sabellaria* colonies at Duckpool, North Cornwall, 1961-1970. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **51**, 509-580.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. SARÀ

IL RUOLO DEI PORIFERI NELL'ECOSISTEMA MARINO LITORALE

Riassunto — Sono esaminati i seguenti aspetti dell'ecologia dei Poriferi importanti per la conoscenza dell'ecosistema marino litorale e quindi per la gestione delle sue risorse: il ruolo nelle catene trofiche; l'azione nel modellamento della morfologia costiera, mediante consolidamento, protezione oppure distruzione del substrato; il condizionamento sulla biocenosi attraverso competizione per l'alimento e il substrato o cooperazione con altri organismi in rapporti di simbiosi, epibiosi ed inquilinismo; la funzione quali filtratori nel controllo di microorganismi patogeni e sostanze tossiche in rapporto ad un possibile impiego dei Poriferi nella difesa contro l'inquinamento.

Abstract — *The impact of Sponges on the marine littoral ecosystem.* The following aspects of the sponge ecology, interesting for the knowledge of the marine littoral ecosystem and therefore for its resource management, are analyzed: role in the trophic chains; action in the shaping of coastal morphology through substrate strenghtening, protection or destruction; community conditioning through competition for food and substrate or cooperation with other organisms, in symbiosis, epibiosis or inquilinism relationships; function as filter feeders in the control of pathogenic microorganisms and toxic substances, in relation to a possible employment of Sponges in the struggle against pollution.

Key words — Sponges, marine ecosystem, littoral protection.

I Poriferi sono per biomassa, copertura del substrato, diversità specifica e varietà di habitat colonizzati, uno dei gruppi più importanti del benthos costiero. Il loro ruolo ecologico generale è però stato scarsamente messo a fuoco. Esso è sottovalutato sia per la scarsezza d'indagini al riguardo, sia per il fatto che per lo più non si manifesta direttamente ma influenza indirettamente — e non per questo meno efficacemente — gli equilibri su cui si regge l'ecosistema litorale.

La conoscenza della funzione che i vari componenti della biocenosi, e quindi anche i Poriferi, hanno in tale ecosistema rappresenta la base per ogni studio applicativo al riguardo e quindi anche per una corretta ed incisiva gestione della fascia costiera e delle sue risorse. Occorre peraltro sottolineare che recenti ricerche, con apporto di nuovi dati ed apertura di nuovi settori d'indagine, consentono di affrontare questi problemi anche per i Poriferi in modo diverso che nel passato.

RUOLO TROFICO

Occorre anzitutto fissare chiaramente il posto che i Poriferi occupano

Istituto di Zoologia dell'Università, via Balbi 5, 16126 Genova.

nella rete trofica. I Poriferi, come si sa, sono degli eccellenti filtratori che utilizzano grandi quantità di acqua, fra i 100 e i 200 l al giorno, per m^2 di substrato, e le particelle captate vanno da quelle molto sottili, colloidali del seston fino ad alghe unicellulari di 50 μm (SARÀ e VACELET, 1973). Sembra inoltre che molte specie possano trattenere importanti quantitativi di sostanza organica disciolta, in parte grazie ad un'abbondante microflora batterica ad essi associata. Quello che è soprattutto importante rilevare a questo riguardo è la facoltà di utilizzare le particelle molto piccole e, come sembra molto probabile, la sostanza organica disciolta. Ciò colloca i Poriferi in una posizione particolare nella serie degli animali filtratori, cioè in quella di organismi che si nutrono del particolato più fine (VACELET, 1978). Le ricerche sulla nutrizione delle spugne, effettuate da REISWIG (1971) nel biotopo della barriera corallina, hanno mostrato che ogni specie ha caratteristiche alimentari distinte e che la scelta del nutrimento dipende notevolmente dal materiale a disposizione: dove, ad esempio, c'è particolare ricchezza di batteri, l'alimentazione diventa in gran parte batterica. Tuttavia questi dati, che sono di rilevante interesse, anche sul piano applicativo, per un eventuale utilizzo delle spugne come depuratori biologici in ambienti inquinati, richiedono delle verifiche in ambienti diversi dalle barriere coralline, come quelli mediterranei, in cui sembra comunque che non vi debbano essere rilevanti differenze. Inoltre, la variabilità del tipo di alimentazione, secondo le diverse specie e secondo il tipo di alimento a disposizione, va saggiata in una più ampia gamma di situazioni.

Altrettanto importante per comprendere il ruolo trofico dei Poriferi è di tener presente che le spugne vivono, nella fascia costiera, con notevole frequenza in simbiosi con una microflora batterica (BERTRAND e VACELET, 1971), soprattutto Cianobatteri (ex Cianofite) (SARÀ, 1971; VACELET, 1971), e più raramente algale, come le Zooxanthelle nei Clionidi (SARÀ e LIACI, 1964). Sia i Cianobatteri che le Zooxanthelle sono dotate di pigmenti fotosintetici. Le spugne partecipano quindi, attraverso i loro simbionti che vi si riproducono e successivamente disgregano cedendo loro la propria sostanza organica, all'attività fotosintetica del sistema litorale.

Inoltre non bisogna dimenticare la rivalutazione recente del ruolo che hanno i Poriferi nella rete trofica generale, col trasferimento delle sostanze organiche, accumulate nei modi predetti, ad altri consumatori dell'anello secondario e terziario. Si riteneva fino a pochi anni fa che le spugne avessero ben pochi predatori e che quindi molto limitata fosse la loro partecipazione diretta alle catene alimentari. Le spugne sono infatti notevolmente protette contro la predazione mediante i mezzi meccanici e

chimici, spesso tossici, di cui molte specie appaiono dotate. Tuttavia nuovi dati mostrano che numerose specie d'invertebrati appartenenti ai più vari gruppi zoologici e anche Pesci, questi ultimi però soprattutto nella barriera corallina, si nutrono di spugne. Vi appartengono Turbellari, Molluschi e in particolare Opistobranchi, Crostacei, soprattutto Decapodi, Echinodermi, specialmente Asteroidi. Secondo nuove vedute, le spugne nelle catene alimentari vengono a porsi fra il plancton (ultra e macroplancton di cui si nutrono) e vari consumatori e rappresentano un anello caratteristico e diretto nel trasferimento dell'energia (KEOUGH e BUTLER, 1979). Naturalmente non bisogna dimenticare la maggiore rilevanza del ruolo trofico indiretto delle spugne come serbatoio e riserva di sostanza organica. Questa rientra infatti per la maggior parte nel ciclo generale del mare attraverso la loro morte e decomposizione.

COMPETIZIONE E COOPERAZIONE

Un aspetto fondamentale attraverso cui le spugne condizionano l'ecosistema litorale di cui fanno parte è rappresentato dai fenomeni di competizione, ma anche di cooperazione (SARÀ, 1970) nell'occupazione del substrato.

Le ricerche dei vari autori (JACKSON e BUSS, 1975; BUSS e JACKSON, 1979; ecc.) hanno recentemente mostrato la complessità delle reti competitive degli organismi sessili, in cui si inseriscono come elemento primario le spugne, e la loro importanza nell'evoluzione delle comunità, in particolare nella barriera corallina. Le spugne competono fra loro e con altri organismi. Ciò si verifica mediante differenza nella velocità di crescita, ma anche mediante allelochimici (JACKSON e BUSS, 1975). D'altra parte non bisogna dimenticare che le spugne costituiscono centri di colonizzazione nell'occupazione del substrato. E' stato già messo in rilievo (SARÀ, 1970) come la diversità, e non soltanto la ricchezza specifica, aumenti con la copertura del substrato; ciò probabilmente è in rapporto ad un condizionamento del microclima, che viene reso più favorevole all'impianto di nuove specie dalle specie preesistenti. Questo fatto si può verificare sia perché le varie specie hanno requisiti alimentari differenti, e quindi possono non competere per il nutrimento, sia per un loro differente ruolo nell'occupazione del substrato, che nelle zone densamente colonizzate è stratificato. Si ha infatti una vera e propria struttura della spongofauna con quattro categorie di specie: perforanti, criptiche o insinuanti, basali ed epibionti, che si succedono gradualmente nella colonizzazione fino a formare un popolamento molto stabile e complesso (SARÀ, 1968). La spongoceno-

si si complica incorporando molte altre specie bentoniche, vegetali (alghe) ed animali, questi ultimi epibionti o anche commensali nei canali delle spugne. Si arriva così a casi estremi come quello della spugna tropicale *Spheciospongia vesparia* che PEARSE ha chiamato « albergo vivente ». Infatti in singoli individui di *Spheciospongia* sono stati contati da 7000 a 17000 animali endobionti appartenenti a 2 specie diverse. Così le spugne vengono a rappresentare un vero substrato vivente per gli altri gruppi dell'ecosistema di cui fanno parte.

TRASFORMAZIONE DEL SUBSTRATO

Un altro ruolo ecologico fondamentale dei Poriferi si esplica direttamente nella trasformazione del substrato su cui si impiantano. Da una parte le spugne, con il gruppo dei Clionidi, lo perforano, producendovi cavità e gallerie e costituendo dimora adatta per varie altre specie criptiche ed endobionti di Poriferi e di altri gruppi animali. Infine lo distruggono, contribuendo al *turnover* del substrato duro e all'accumulo di sedimenti. Questo fenomeno, ampiamente studiato nelle barriere coralline, assume spesso caratteristiche imponenti (SARÀ e VACELET, 1973). D'altra parte le spugne consolidano e cementano il substrato e successivamente lo proteggono dall'erosione. Un ruolo importante in questo senso va riconosciuto soprattutto alle Cheratose come talune specie di *Ircinia* e come *Fasciospongia cavernosa* (RÜTZLER, 1965). Ma gli stessi Clionidi, perforanti nella fase α, possono, nella fase γ massiccia, divenire protettori del substrato.

CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO

L'importanza dei Poriferi nella dinamica dell'ecosistema litorale è quindi grandissima. D'altra parte la ricchezza in specie ed individui del popolamento, in quanto si tratta di organismi sessili e spesso molto stenoeci (molto difficile è infatti il loro allevamento in acquario), è notevolmente affetta dalle condizioni del medium acqueo e in particolare dall'inquinamento. Occorre anche tenere presente che vi sono ambienti come falesie ombrose e grotte che rappresentano delle vere e proprie miniere di specie diverse di spugne e che bisogna difendere dall'impoverimento che può loro derivare dalla manomissione legata ad attività subacquee ed antropiche in genere (SARÀ, 1974, 1976). Vi sono peraltro spugne resistenti all'inquinamento che possono essere utilizzate come indicatrici e anche come elementi di difesa specifica, essendo infatti filtratori attivi di bat-

teri, anche di quelli patogeni (SARÀ, 1973). Il comportamento dei batteri di origine tellurica nelle spugne è stato analizzato da MADRI *et al.* (1967; 1971) in *Microciona prolifera,* con particolare riguardo ad *Escherichia coli.* KUNEN *et al.* (1971) hanno esteso le loro indagini anche al fungo *Candida albicans.* Questi microorganismi si accumulano nelle spugne grazie ad una filtrazione tanto più attiva quanto maggiore è la loro abbondanza nell'acqua circostante e sarebbero eliminati più per filtrazione che per antibiosi (secondo i predetti autori infatti l'antibiosi si verificherebbe soltanto all'interno delle cellule, solo un estratto cellulare sarebbe cioè attivo contro tale flora batterica). Sulla base di tali osservazioni si potrebbe ipotizzare un'utilizzazione di talune specie di Poriferi, particolarmente adatte a vivere in ambienti inquinati, nella difesa contro microorganismi patogeni e in genere nell'autodepurazione del mare con particolare riguardo agli ambienti a forte inquinamento cloacale. Da tener presente anche che i Poriferi costituiscono degli eccellenti depuratori nei confronti di sostanze chimiche e tossiche di provenienza industriale che esse concentrano sui loro tessuti in misura notevolissima (SARÀ, 1973). E' a questo riguardo da sottolineare che il loro destino è in genere quello di cedere la sostanza organica e quindi anche i metalli pesanti ai sedimenti. Appare quindi minore, rispetto ad altri casi, il pericolo che essi costituiscano la via per un loro accumulo nei livelli superiori dell'ecosistema, a parte la possibilità di prelevare e distruggere, dopo l'utilizzo sperimentale, la popolazione eventualmente impiegata. L'utilizzazione dei Poriferi sia come indicatori di condizioni d'inquinamento, attraverso la loro carica in enterobatteri, sia come depuratori di acque inquinate da batteri e sostanze chimiche, rimane per adesso nell'ambito delle previsioni teoriche e non in quello delle applicazioni pratiche. Tuttavia merita di essere segnalata, come passo avanti in quest'ultima direzione, l'introduzione recentissima di metodi di trapianto d'individui da un ambiente all'altro.

I primi esperimenti in questo senso sono stati fatti da GAINO *et al.* (1977) con *Chondrilla nucula* e sono stati ripresi su più vasta scala da WILKINSON e VACELET (1979). Non sembra quindi troppo avventato prevedere che essi possano in un prossimo futuro essere associati alla necessità di difesa da particolari situazioni locali d'inquinamento, con interventi che si possono definire di « ingegneria ecologica ».

LETTERATURA CITATA

BERTRAND J.C., VACELET J. (1971) - L'association entre Eponges cornées et bacteries. *C.R. Acad. Sci., Paris,* D, **273**, 638-641.

BUSS L. W., JACKSON J. B. (1979) - Competitive networks: nontransitive competitive relationships in cryptic coral reef environments. *Am. Nat.*, **113**, 223-234.

GAINO E., PANSINI M., PRONZATO R. (1977) - Aspetti dell'associazione tra *Chondrilla nucula* Schmidt (Demospongiae) e microorganismi simbionti (Batteri e Cianoficee) in condizioni naturali e sperimentali. *Cah. Biol. mar.*, **18**, 303-310.

KEOUGH M. J., BUTLER A. J. (1979) - The role of Asteroid predators in the organization of a sessile community on pier pilings. *Mar. Biol.*, **51**, 167-177.

KUNEN S., CLAUS G., MADRI P., PEYSER L. (1971) - The ingestion and digestion of yeast-like fungi by the sponge *Microciona prolifera*. *Hydrobiol.*, **38**, 565-576.

JACKSON J. B., BUSS L. (1975) - Allelopathy and spatial competition among coral reef invertebrates. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.*, **72**, 5160-5163.

MADRI P. P., CLAUS G., KUNEN J. M., MOSS E. E. (1967) - Preliminary studies on the *Escherichia coli* uptake of the redbeard Sponge (*Microcionia prolifera* Verrill). *Bot. mar.*, **14**, 1-5.

MADRI P. P., HERMEL M., CLAUS G. (1971) - The microbial flora of the sponge *Microcionia prolifera* Verrill and its ecological implications. *Life Sci.*, **6**, 889-894.

REISWIG H. M. (1971) - Particulate feeding in natural populations of three marine Demospongiae. *Am. Zool.*, **11** (4), 697-698.

RUTZLER K. (1965) - Systematik und Ökologie der Poriferen ans litoral - Schattengebieten der Nordadria. *Z. Morph. Oekol. Tiere*, **55**, 1-82.

SARÀ M. (1968) - Stratification des peuplements d'éponges à recouvrement total dans certaines grottes du niveau superficiel. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **19** (2), 83-85.

SARÀ M. (1970) - Competition and cooperation in sponge populations. *Symp. Zool. Soc. London*, **25**, 273-284.

SARÀ M. (1971) - Ultrastructural aspects of the symbiosis between two species of the genus *Aphanocapsa* (*Cyanophyceae*) and *Ircinia variabilis* (*Demospongiae*). *Mar. Biol.*, **11**, 214-221.

SARÀ M. (1973) - Animali filtratori ed autodepurazione nel mare: il ruolo dei Poriferi. *Atti III Simp. Naz. Conserv. Natura, Bari*, 35-51.

SARÀ M. (1974) - Il popolamento delle grotte marine e sua protezione. *Atti IV Simp. Naz. Conservaz. Natura, Bari*, 51-59.

SARÀ M. (1976) - Il popolamento delle grotte marine: interesse di una salvaguardia. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **40**, 502-505.

SARÀ M., LIACI L. (1964) - Symbiotic association between Zooxanthellae and two marine Sponges of the genus *Cliona*. *Nature*, **203** (4942), 321.

SARÀ M., VACELET J. (1973) - Ecologie des Demosponges. In: P.P. Grassé ed., *Traité de Zoologie*, III, 1, pp. 462-564.

VACELET J. (1971) - Etude en microscopie électronique de l'association entre une Cyanophycée Croococcale et une éponge du genre *Verongia*. *J. Micr.*, **12**, 363-380.

VACELET J. (1978) - La place des Spongiaires dans les systémes trophiques marins. *Colloque International CNRS sur la biologie des Spongiaires* (18-22 dec. 1978), Paris.

WILKINSON C. R., VACELET J. (1979) - Transplantation of marine Sponges to different conditions of light and current. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **37**, 91-104.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

P. Casali, G. Manfrin, A. Scarani, N. Tegaccia

DATI PRELIMINARI SULL'ECOLOGIA DI UNA ZONA COSTIERA DELL'ADRIATICO

Riassunto — Su un reticolo di 6 stazioni nell'area antistante la costa della provincia di Pesaro, sono stati effettuati, dal luglio 1978 e con frequenza quindicinale, rilevamenti e prelievi per valutarne gli aspetti chimico-fisici, il fitoplancton, lo zooplancton e il benthos. Vengono considerati i dati di una sola stazione evidenziando i punti di collegamento tra i diversi aspetti ambientali e biologici.

Abstract — *Ecology of an Adriatic coastal zone.* On a net-work of 6 stations in the area near Pesaro, since July 1978 fortnightly observations have been carried out to evaluate chemical and fisical parameters, phytoplankton, zooplankton and benthos of the area. At present, only the data of one station are reported, showing the connections among the different environmental and biological aspects.

Key words — Nutrients, phytoplankton, zooplankton, benthos.

Abbiamo intrapreso uno studio dell'area antistante la costa adriatica della provincia di Pesaro, mirante a esaminare contemporaneamente aspetti ambientali e biologici per evidenziarne le relazioni esistenti. A partire dal luglio 1978, con frequenza quindicinale, abbiamo effettuato i campionamenti in un reticolo di 6 stazioni. Per evidenziare e quantificare le relazioni sarà necessario proseguire questo lavoro per tempi più lunghi, ma a titolo esemplificativo riportiamo alcuni dati che ora consideriamo nelle linee generali, e che si riferiscono ad una sola stazione situata a 3 miglia dalla costa a profondità di 15 m e con fondale fangoso-sabbioso.

I parametri fisico-chimici rilevati sono: salinità, ossigeno sali d'ammonio, nitriti, nitrati, fosfati, fosforo totale, silicio e clorofilla; inoltre sono state registrate stratificazione termica, trasparenza (disco Secchi) e alcune condizioni atmosferiche. Sia in superficie che al fondo veniva prelevato un campione di acqua per l'esame del fitoplancton. Con benna Van Veen di 0,1 m^2 di superficie sono stati effettuati 3 prelievi per stazione per diminuire la variabilità dovuta al campionamento e il materiale raccolto filtrato su un setaccio con maglie da 2 mm. Campioni quantitativi di zooplancton sono stati prelevati con pescate in doppio obliquo con retino da plancton mod. Bongo 20 con maglie da 236 e 335 μ.

L'andamento della temperatura in superficie e al fondo presenta un massimo estivo di 24,5°C in superficie e di 22°C sul fondo e un minimo

Laboratorio di Biologia marina e Pesca, viale Adriatico 52, 61032 Fano.

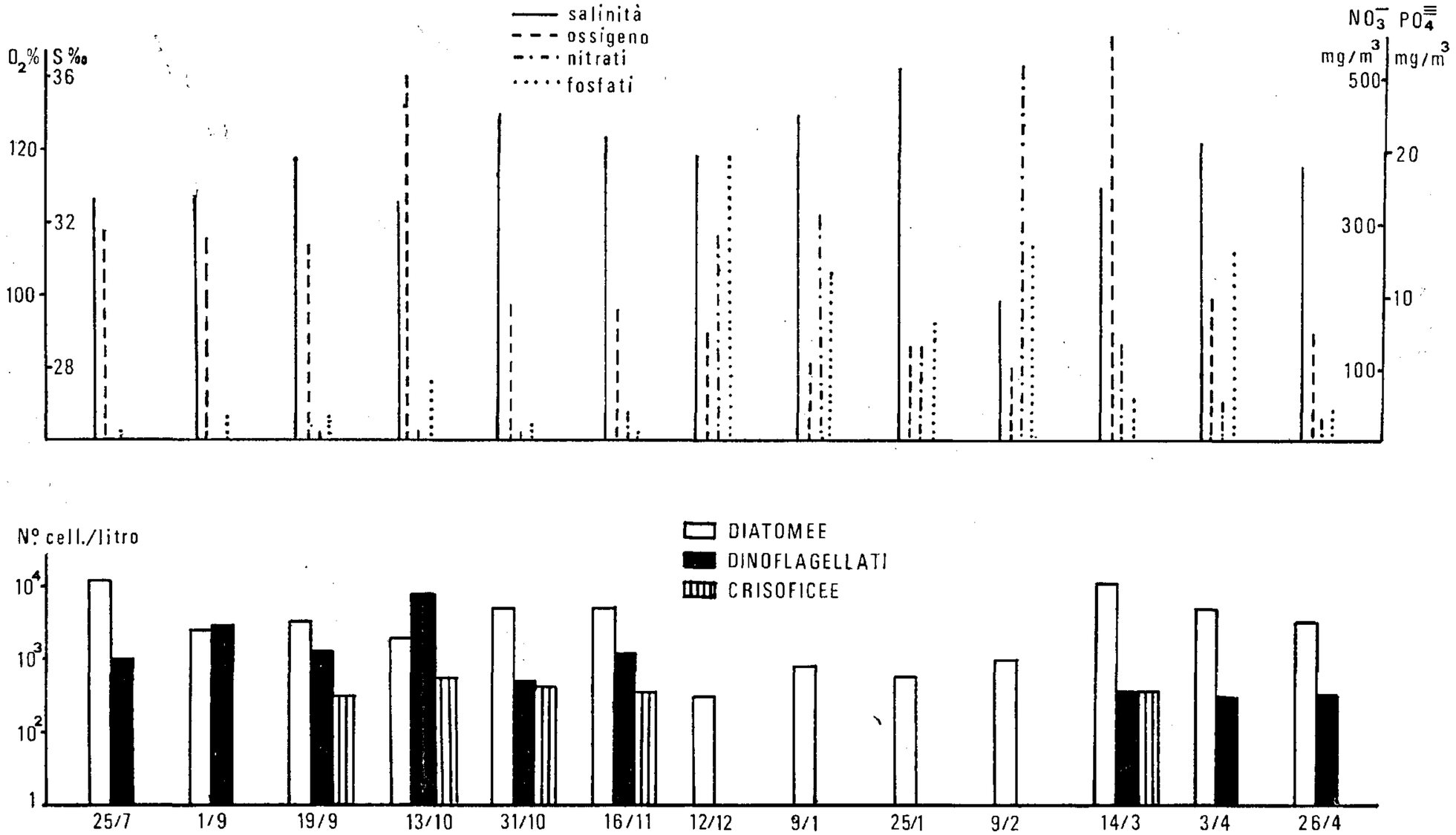


Fig. 1 - Variazioni della quantità di fitoplancton nei diversi prelievi effettuati in correlazione con alcuni parametri chimici superficiali.

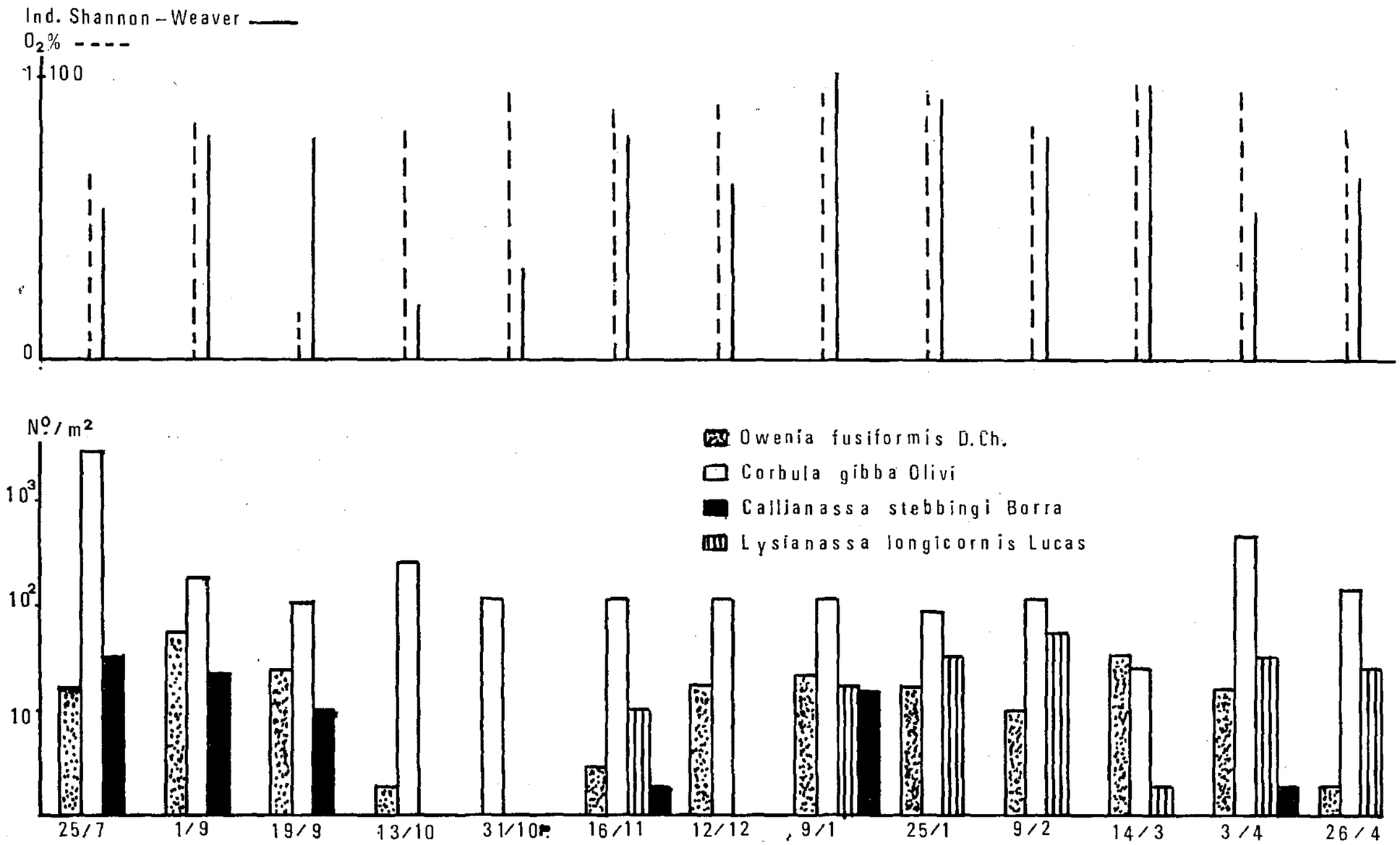


Fig. 2 - Variazione delle principali specie bentoniche riscontrate, in correlazione con la quantità di ossigeno sul fondo e indice di diversità di Shannon-Weaver.

invernale in gennaio con 6°C in superficie e 6,7°C sul fondo. I dati riguardanti la salinità concordano con i valori medi riscontrati nella zona tranne che per il valore superficiale del 9.2.1979 inferiore alla norma, e dovuto probabilmente ad un maggior apporto di acque dolci (fig. 1). Nella stessa figura sono indicati i valori superficiali di nitrati e fosfati. I valori dell'ossigeno si aggirano intorno al 100%, con percentuali superiori in coincidenza ad abbondante attività fitoplanctonica (alto numero di individui) per quanto riguarda la superficie (fig. 1); con valori di poco inferiori al 100% per quanto riguarda il fondo, tranne che nel prelievo del 19.9.1978 in cui la quantità di ossigeno è del 13% (condizione di anossia) (fig. 2). Inoltre dalla Figura 1 si nota una predominanza delle diatomee sui dinoflagellati: in superficie abbiamo una presenza costante di diatomee, mentre i dinoflagellati, assenti in inverno, raggiungono valori massimi in settembre e ottobre, in coincidenza con alcune fioriture, quale quella di settembre dovuta a *Gonyaulax polyedra.* Le crisoficee, con valori poco rilevanti, sono presenti nei mesi autunnali. Nel fitoplancton, in vicinanza del fondo, si ha sempre una predominanza delle diatomee sui dinoflagellati; assenti invece le crisoficee. I valori del fitoplancton, minimi in inverno e più elevati in primavera e autunno, sono inversamente proporzionali all'andamento dei nutrienti. I gruppi zooplanctonici più abbondanti sono i cladoceri e i copepodi: i cladoceri raggiungono il loro massimo in estate (33292 organismi/m^3) e diminuiscono in inverno (32 org./m^3), i copepodi sono più rappresentati in inverno (2398 org./m^3), periodo in cui si ha diminuzione di fitoplancton. Tutti gli organismi planctonici sono rappresentati anche se in numero talvolta irrilevante; interessanti sono gli stadi larvali di echinodermi, crostacei e molluschi, in quanto legati ai cicli biologici degli organismi bentonici nell'area. Per quanto riguarda il benthos (fig. 2) si può osservare che il minimo dell'indice di diversità di Shannon-Weaver si ha il 13.10.1978, proprio nel prelievo successivo all'anossia. Ben visibile è la diminuzione della diversità conseguente a tale fenomeno e poi a poco a poco il normalizzarsi della situazione. La specie più resistente alla carenza di ossigeno sembra essere *Corbula gibba.* Per concludere sottolineiamo che alcuni giorni prima dell'anossia si era verificata un'imponente colorazione delle acque dovuta a dinoflagellati con l'innesco di processi putrefattivi. Le osservazioni fin qui esposte saranno integrate con quelle derivanti dallo studio in via di completamento delle altre cinque stazioni.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

S. Riggio, G. Di Pisa

INDAGINI PRELIMINARI SUI PATTERNS DI INSEDIAMENTO DEI POPOLAMENTI BENTONICI NEL PORTO DI PALERMO (*)

Riassunto — La geometria spaziale del substrato, oltre che la sua estensione, gioca un ruolo determinante nello sviluppo delle successioni bentoniche primarie. Tale ipotesi è stata saggiata attraverso l'osservazione degli insediamenti biotici su pannelli di fibrocemento di uguali aree, ma di superfici piane, concave e convesse, immersi per 15 mesi nel vecchio porto di Palermo. I risultati preliminari mostrano colonizzazioni differenziali di alghe sulle facce piane illuminate, di balani sulle convessità, e di serpulidi al fondo delle concavità.

Abstract — *Preliminary observations on the settlement patterns of benthic populations in the harbour of Palermo (Sicily)*. The first results are reported of an investigation on the role played by the spatial geometry of artificial substrates in the development of primary benthic successions. The use of asbestos-panels of equal areas with plane, convex and concave surfaces, immersed for 15 months in the Harbour of Palermo, has revealed a differential settlement of Algae, Serpulids and Barnacles in relation to the geometry of the substrate. Plane surfaces exposed to light show dense algal growths; barnacles are dominant on the convexities, whereas the Serpulids are restricted to the bottom of the concavities.

Key words — Biotic settlement, asbestos panels.

I patterns di popolamento di substrati sommersi da parte di organismi sessili rientrano nell'ambito di fenomeni spazio-temporali dipendenti oltre che dalla biologia e dalla struttura funzionale delle singole specie, anche dalla natura dello spazio sul quale gli insediamenti hanno luogo (Meadows e Campbell, 1972). Considerazioni preliminari inerenti lo studio di un pattern spaziale derivante da un processo di diffusione (Pielou, 1977) hanno evidenziato la possibilità che la geometria del substrato possa giocare un ruolo primario nell'andamento della distribuzione delle specie. Tale ipotesi ha d'altronde riscontro nella varia tipologia dei popolamenti bentonici in relazione con le condizioni della luminosità e dell'idrodinamismo caratterizzanti i microhabitat presenti su una scogliera sommersa.

Al fine di verificare il ruolo che la geometria del substrato, più che la sua estensione, gioca nei processi di insediamento biotico, sono stati condotti esperimenti con substrati artificiali di uguale superficie, ma di forma diversa, esposti per il medesimo periodo di tempo a condizioni ambientali uniformi e molto semplificate.

Istituto e Museo di Zoologia dell'Università, via Archirafi, 18, 90123 Palermo.
(*) Ricerca effettuata nell'ambito del P.F. CNR « Oceanografia e Fondi marini », contr. n. 78.010.73.88.

Sono stati impiegati pannelli di fibrocemento autoclavato (« Eternit ») della superficie di circa 600 cmq. Sono state prescelte le forme seguenti: rettangolare (20 x 30 cm), quadrata (l = 24.5 cm), ondulata (20 x 30 cm, raggio di curvatura circa 4,5 cm) cilindrica (r = 7.6 cm; lunghezza = 25 cm). I pannelli sono stati posti alla profondità di 1.5 m.

La durata di immersione è stata di oltre 15 mesi, dal dicembre 1977 all'aprile 1979, quando i pannelli sono stati prelevati ed esaminati. La serie di piastre è stata immersa lungo la banchina di attracco dei mezzi navali della Guardia di Finanza (Staz. GGF) del vecchio porto di Palermo, « La Cala », dove il mare è caratterizzato da condizioni fortemente distrofiche a causa dei numerosi apporti fognari e dell'idrodinamismo estremamente ridotto (RIGGIO, 1979; RIGGIO e MAZZOLA, 1976).

L'accentuata oligotipia conseguente a tali condizioni limita l'insediamento primario a poche forme di alghe nitrofile (*Enteromorpha* spp., *Ulva rigida* Ag., *Pseudochlorodesmis furcellata* (Zan.) Börg., *Griffithsia schousboei* Mont.), Policheti Serpulidi (*Mercierella enygmatica* Fauv., *Hydroides elegans* Hasw., *Hydroides* spp., *Serpula concharum* Lang.) e balani (*Balanus eburneus* Gould. dominante su *B. amphitrite* Darw.), mentre l'insediamento secondario è costituito da *Ciona intestinalis* L., *Bugula neritina* L., e, nello strato basale, all'interno ed in mezzo ai gusci dei balani morti, da *Terebella lapidaria* Kahl., *Polydora* sp., *Capitella capitata* Fabr. Si aggiungono forme vagili strettamente legate a biotopi fortemente inquinati, come *Staurocephalus rudolphii* D.Ch. e *Nereis caudata* D.Ch. (COGNETTI, 1972).

I taxa della colonizzazione secondaria sono risultati distribuiti in maniera uniforme o causale, e sono stati quindi trascurati perché di scarso rilievo ai fini della ricerca. Sono state pertanto calcolate le sole superfici di colonizzazione dei maggiori gruppi tassonomici costituenti l'insediamento primario: alghe, serpulidi e balani. E' stato definito il coefficiente di ricoprimento per ogni gruppo tassonomico, espresso dalla seguente relazione: R = Si/St, in cui Si è la superficie occupata dal gruppo, ed St è la superficie totale del pannello.

Le osservazioni dei popolamenti mostrano il passaggio da una distribuzione casuale sulle superfici più illuminate dei pannelli rettangolare e quadrato, ad un insediamento di tipo aggregato (*uniformly clumped*) sui pannelli cilindrico e ondulato. Evidente soprattutto l'insediamento uniforme dei balani sulla superficie esposta alla luce, l'addensamento di tipo decisamente aggregato sul pannello ondulato e la prevalenza delle alghe sulle superfici piane del quadrato e del rettangolo (fig. 1). Sulle facce in ombra, i balani mostrano una dominanza decisa, meno marcata tuttavia

sull'ondulina, dove le componenti algale e dei serpulidi raggiungono un maggior sviluppo, rispettivamente in corrispondenza delle creste e delle valli, che costituiscono veri e propri microhabitat distinti (fig. 1; tab. 1).

Dall'esame dei risultati, insieme ad osservazioni classiche, come la dominanza di balani e serpulidi in condizioni di basse luminosità, emergono dati di indubbio interesse, quali il potere selettivo a favore delle popolazioni di balani esercitato dalle superfici convesse, cui corrisponde un'analoga selettività delle superfici concave per l'insediamento a serpuli-

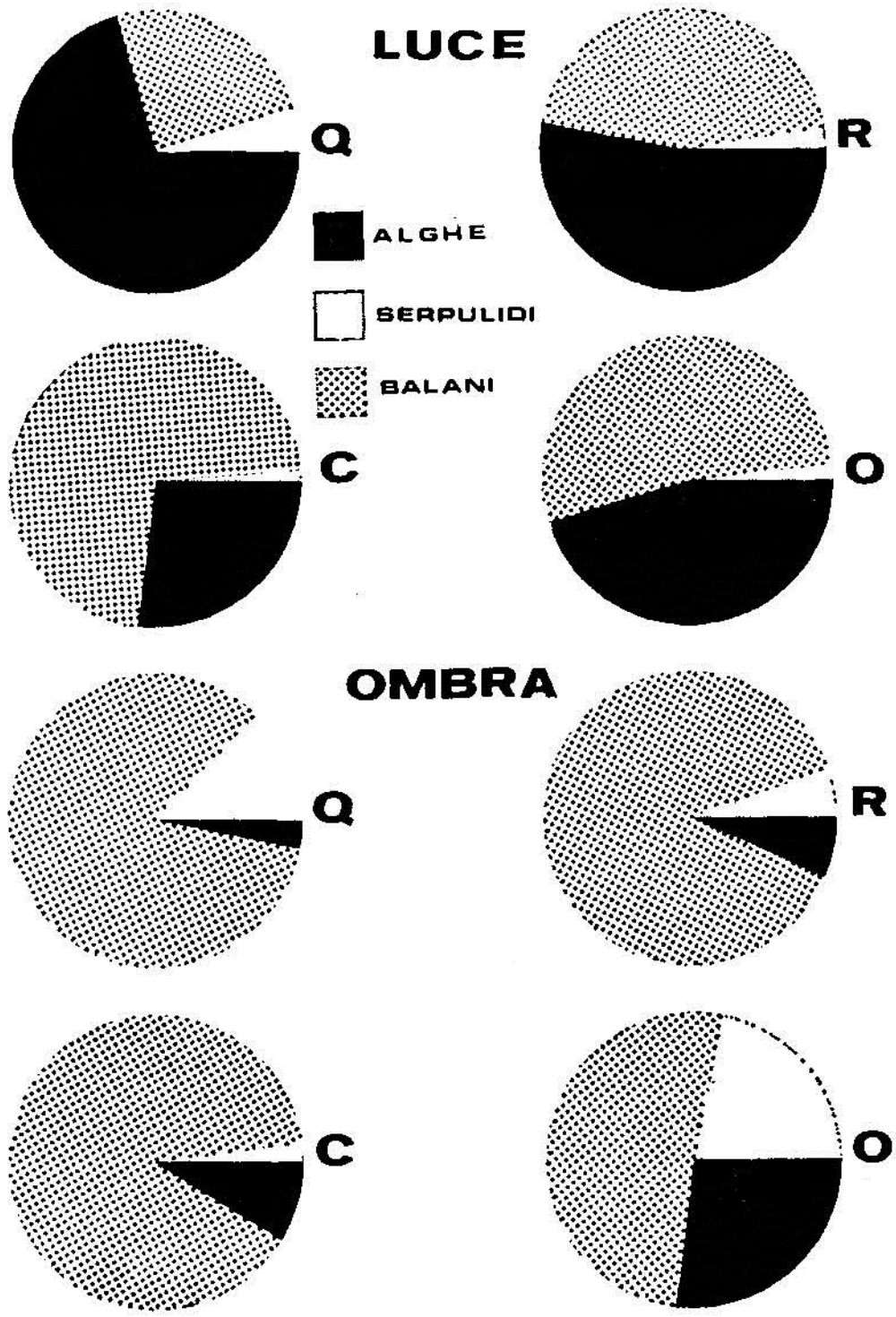


Fig. 1 - Rappresentazione delle percentuali di ricoprimento da parte di alghe, serpulidi e balani sulle superfici dei pannelli: quadrato (Q), rettangolare (R), cilindrico (C) e ondulato (O).

	AL	SE	BA		AL	SE	BA
R	53.	01	.44	R	07	04	87
Q	70	02	27	Q	028	10	86
C	27	01	71	C	09	01	89
O	45	004	53	O	27	21	51

TABELLA 1 - Coefficienti di ricoprimento relativi ai popolamenti di alghe (AL), serpulidi (SE) e balani (BA) sulle superfici dei pannelli: rettangolare (R), quadrato (Q), cilindrico (C) e ondulato (O).

di. Tutto ciò a prescindere dalle effettive condizioni di illuminazione del substrato, come appare dalla Tabella 1.

Le superfici piane sembrano selettive nei riguardi delle alghe, limitatamente alla faccia esposta alla luce, mentre la sola cresta della convessità, che si può omologare a una superficie piana, ospita in prevalenza alghe, anche sul lato rivolto verso la banchina.

Alghe e balani appaiono competere sulle facce piane più illuminate; la competizione sembra annullarsi in rapporto con la diminuzione della luminosità e con l'alternanza di superfici concave e convesse, che modulano la disposizione degli insediamenti biotici.

Non si sono riscontrate differenze sostanziali nella composizione tassonomica degli insediamenti sui pannelli rettangolare, quadrato, ondulato e cilindrico della stessa stazione. Ciò dimostrerebbe che la geometria del substrato non gioca in questo caso un ruolo deciso sul reclutamento delle specie.

Differenze notevoli sono invece apparse riguardo ai patterns di colonizzazione: da distribuzioni casuali riscontrate sulle superfici piane dei pannelli quadrato e rettangolare si passa ad insediamenti per aggregati sulle superfici curve, siano esse concave o convesse.

Tali differenze sono più marcate sulle facce maggiormente esposte alla luce ed accentuano l'effetto della geometria sui patterns di popolamento.

Le condizioni di illuminazione sulle due facce di ogni pannello hanno certamente un ruolo selettivo sui popolamenti, particolarmente sui balani, e che si evidenzia maggiormente sulle superfici piane.

Le superfici esterne del cilindro, indipendentemente dal grado di illuminazione, mostrano densità di balani decisamente più elevate rispetto alle piastre quadrata e rettangolare.

Il pattern di distribuzione esibito dalla piastra ondulata invece è intermedio fra i due tipi succitati, mostrando una equipartizione di balani, addensati sui fianchi e sui dossi delle convessità, e di serpulidi, nettamente dominanti sul fondo delle concavità.

Le osservazioni preliminari compiute prospettano un ruolo decisivo della geometria del substrato sulla organizzazione e sullo sviluppo della colonizzazione primaria, che può fornire la chiave per una migliore utilizzazione dell'energia disponibile per gli organismi bentonici, con conseguente maggior diversificazione dell'ambiente e possibilità di impiego in iniziative quali il restauro dei fondali degradati ed il ripopolamento biologico.

LETTERATURA CITATA

COGNETTI G. (1972) - Distribution of Polychaeta in polluted Waters. *Rev. Intern. Océanogr. Med.*, **25**, 23-24.

MEADOWS P. S., CAMPBELL J. I. (1972) - Habitat Selection by aquatic Invertebrates. In: F.S. Russel & M. Yonge eds., *Advances in Marine Biology* **10**. Academic Press, London & New York, pp. 271-382.

PIELOU E. C. (1977) - Mathematical Ecology. John Wiley & Sons, New York, 385 pp.

RIGGIO S., MAZZOLA A. (1976) - Preliminary Data on the Fouling Communities of the Harbour of Palermo (Sicily). *Archo Oceanogr. Limnol.*, **18**, suppl. 3, 141-151.

RIGGIO S. (1979) - The Fouling Settlements on artificial Substrata in the Harbour of Palermo (Sicily) in the years 1973-1975. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **2**, 207-253.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A.M. Cognetti Varriale

SU DUE POLICHETI OWENIDI DI SABBIE INFRALITORALI DEL GOLFO DI FOLLONICA (*)

Riassunto — Sui fondi molli infralitorali del Golfo di Follonica sono state raccolte due specie di Owenidi *Myriochele heeri* e *Myriochele oculata*. Quest'ultima risulta nuova per il Mediterraneo, con differenze morfologiche rispetto alle popolazioni di altre regioni geografiche. I periodi riproduttivi delle due specie sono diversi rispetto a quelli delle popolazioni atlantiche. In base ai dati bibliografici e a quelli osservati *Myriochele oculata* è da considerarsi una specie politipica.

Abstract — *On two infralittoral sandy bottom Owenidae* (*Polychaeta*) *of Golfo di Follonica.* Two Owenidae, *Myriochele heeri* and *M. oculata* were collected on infralittoral soft bottom. *M. oculata,* new for the Mediterranean sea, shows some morphological differences if compared to populations of other regions. Reproduction period of both species is different in respect of atlantic populations. From the literature and my own observations, *M. oculata* may be considered as a polytipic species.

Key words — Polychaeta, Thyrrenian sea.

Nel corso delle ricerche sulla ecologia dei Policheti dei fondi molli infralitorali del Tirreno sono stati raccolti nel golfo di Follonica, alla profondità di 8 m su sabbia fine, mista a limo, due Owenidi di particolare interesse: *Myriochele heeri* Malmgreen e *Myriochele oculata* Zachs. Dai dati bibliografici risulta che nell'ambito di queste due specie esistono popolazioni che differiscono per alcune caratteristiche morfologiche, sulla cui validità, ai fini del differenziamento specifico, vi è contrasto di opinioni. Soprattutto il reperto di *M. oculata* che viene segnalata per la prima volta nel Mediterraneo, permette di effettuare un confronto con i dati morfologici ed ecologici forniti da precedenti autori. Le due specie sono state rinvenute, nel corso di tutto l'anno, insieme ad *Owenia fusiformis* Delle Chiaje, specie monotipica e cosmopolita. Complessivamente sono stati esaminati 29 individui di *M. heeri* e 33 di *M. oculata,* la maggior parte dei quali maturi nel periodo aprile maggio.

Myriochele heeri Malmgren 1867

Corpo allungato e sottile, misura circa 10 mm di lunghezza e 0,2 mm di larghezza con 20 segmenti circa. il prostomio, privo di occhi e branchie, pre-

---

Istituto di Zoologia, Università di Modena, via Università 4, 41100 Modena.
(*) Lavoro eseguito con i fondi Cap. 19-3-77 Università di Modena.

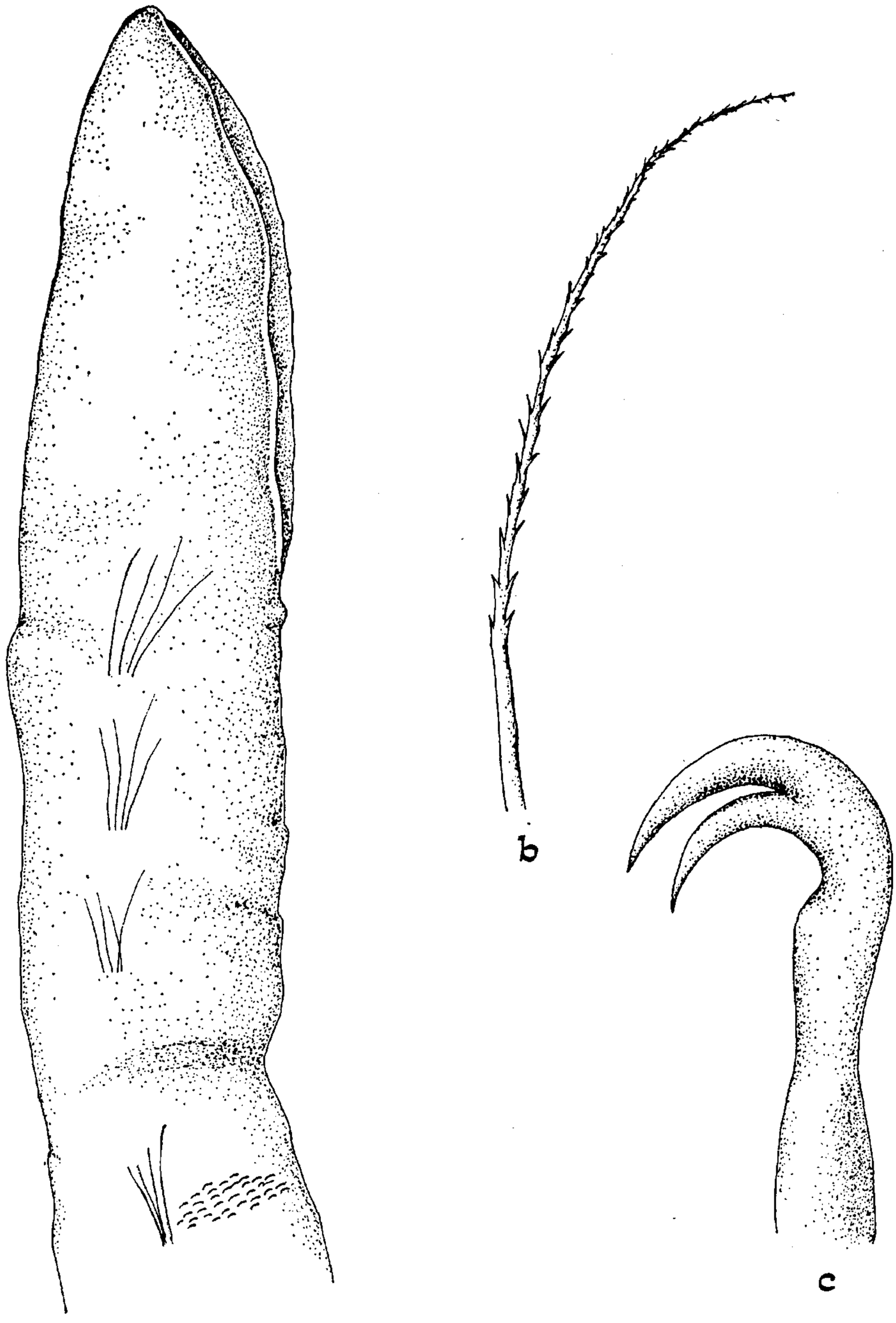


Fig. 1 - *Myriochele heeri*: a) parte anteriore; b) setola barbulata; c) uncino bidentato.

senta ventralmente un'apertura orale che partendo dall'apice giunge circa al primo segmento setigero (fig. 1a). I primi tre segmenti portano solo

setole notopodiali capillari barbulate (fig. 1b); dal quarto setigero, oltre alle setole capillari, compaiono, sulla parte medio ventrale, uncini bidentati con i denti sovrapposti (fig. 1c).

Gli uncini sono disposti in numerose file che si riducono progressivamente negli ultimi setigeri, al pari delle setole capillari. Il pigidio presenta una piccola protuberanza. Gli individui del golfo di Follonica non presentano apprezzabili differenze morfologiche con quelli di altre località geografiche. Si deve tuttavia notare che il pigidio nella popolazione da me studiata ha un'appendice sporgente che non è segnalata nella descrizione di MALMGREN e che risulta presente, anche secondo BLAKE e DEAN (1973), negli individui delle coste nord atlantiche.

Il tubo è composto, oltre che da una notevole percentuale di sostanza organica, anche da granuli di varie dimensioni in massima parte di quarzo e di gusci di foraminiferi dei generi *Bolivina* e *Rotalia.* I granuli di forma allungata più grandi sono disposti con l'asse maggiore parallelo a quello del tubo, quindi in posizione diversa rispetto a quanto si verifica in *O. fusiformis.*

Myriochele oculata Zachs 1922

Gli individui sono lunghi in media 25 mm, larghi 0,3 mm, con 27 setigeri circa. Il prostomio, tronco e privo di appendici, porta due piccole macchie oculari bruno-rossastre che si attenuano ventralmente. I primi tre segmenti portano soltanto lunghe setole capillari barbulate (fig. 2c); i seguenti invece, setole capillari al notopodio, e uncini bidentati, con un dente leggermente più alto dell'altro, al neuropodio (fig. 2d). Gli ultimi segmenti appaiono più brevi e con un numero di setole e di uncini inferiore. Il pigidio termina con tre cirri anali (fig. 2e).

Il tubo non differisce da quello di *M. heeri.* Solo gli individui raccolti nei mesi primaverili erano maturi.

Rispetto alla forma descritta da ZACHS (1922) si notano alcune differenze riguardanti il pigidio che, secondo l'autore, termina con due lobi arrotondati mentre, in tutti gli individui da me osservati, sono costantemente presenti tre cirri. Nel 1959 KIRKEGAARD descriveva nel nuovo genere *Galatowenia, G. africana* che si caratterizza, tra l'altro, per l'assenza di cirri anali. Successivamente BLAKE e DEAN (1973) hanno considerato *G. africana* sinonimo di *M. oculata,* senza far tuttavia alcun cenno alla morfologia del pigidio.

Evidentemente *M. oculata* è specie politipica con razze geografiche nell'Atlantico e nel Mediterraneo. Ciò appare confortato anche dai dati

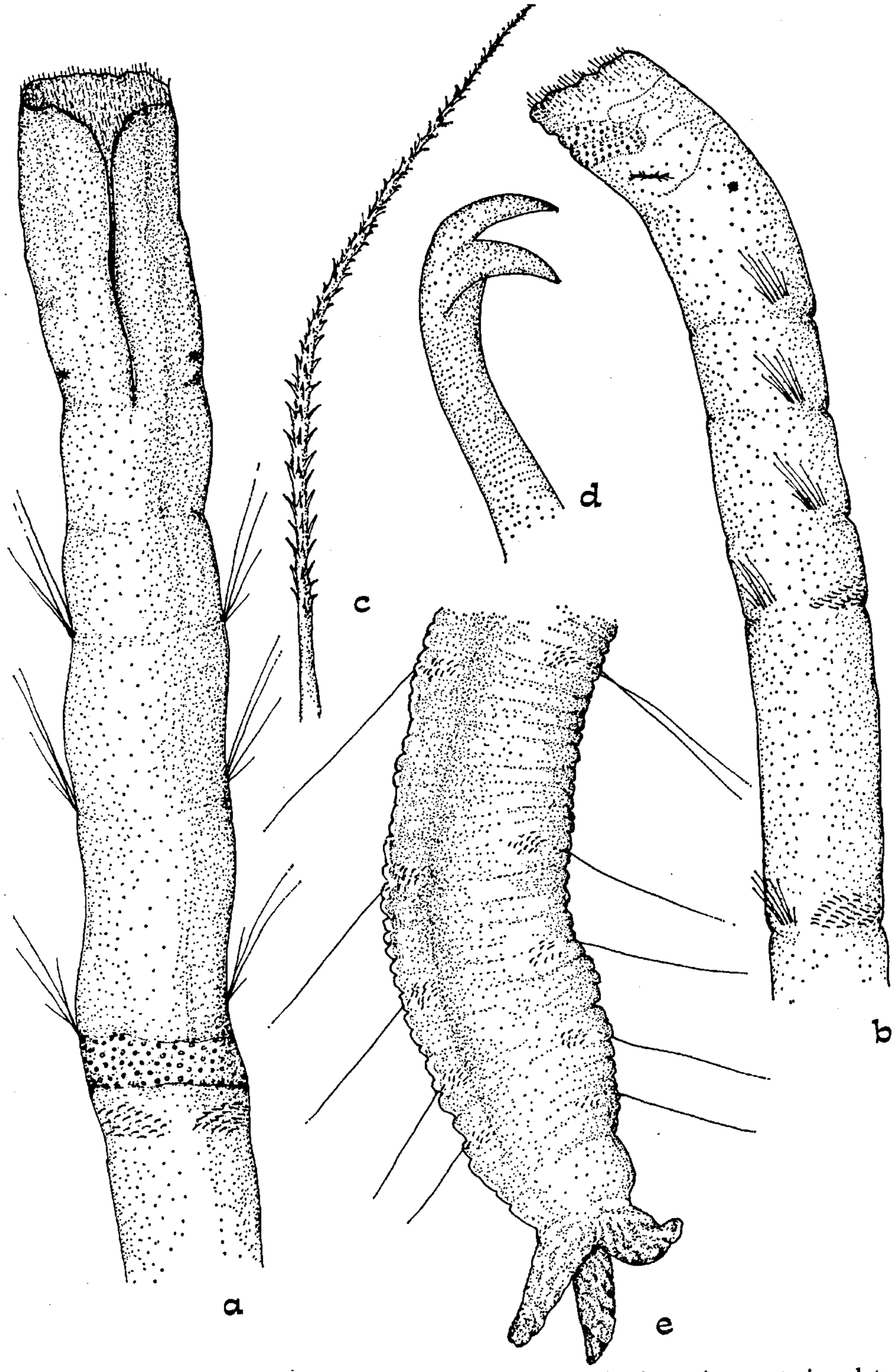


Fig. 2 - *Myriochele oculata*: a) regione anteriore ventrale; b) regione anteriore laterale; c) setola barbulata; d) uncino bidentato; e) pigidio.

sulla biologia riproduttiva che indicano un diverso periodo di maturità sessuale fra la popolazione mediterranea matura in primavera, e quella atlantica in cui, secondo ZACHS (1922) e BLAKE e DEAN (1973) la maturità si verifica in agosto.

L'ecologia delle popolazioni di Follonica delle due specie corrisponde ai dati forniti in letteratura per quanto riguarda la natura del substrato (sabbia fine mista a limo). Ciò risulta anche dalla costituzione dei tubi, che dai dati, sia pur generici, di BLAKE e DEAN appaiono di costituzione molto simile. Diverse sono invece le profondità a cui sono stati raccolti gli individui del golfo di Follonica, e quelli atlantici, 115 m. Si tratta quindi, probabilmente, di specie la cui distribuzione sembra legata più al tipo di substrato che alla profondità analogamente a quanto osservato in altre specie di Policheti di fondi sabbiosi (COGNETTI VARRIALE e ZUNARELLI VANDINI, 1978).

LETTERATURA CITATA

BLAKE J. A., DEAN D. (1973) - Polychaetous annelids collected by the R/V hero from Baffin Island, Davis Strait, and west Greenland in 1968. *Bull. South Calf. Accad. Sci.*, **72**, 31-39.

COGNETTI VARRIALE A. M., ZUNARELLI VANDINI R. (1978) - Distribution des Polychètes sur les fonds meubles infralittoraux du Molise (Adriatique). *Cah. Biol. mar.*, **19**, 37-45.

FAUVEL P. (1927) - Faune de France. 5. Polychètes sedentaires. Paris, 202-204.

KIRKEGAARD J.B. (1959) - The Polychaeta of West Africa. *Atl. Rep.*, **5**, 7-117.

ZACHS I. G. (1923) - A new polychaete species belonging to the family Ammocharidae, viz, *Myriochele oculata,* n. sp. *Tr. Petrogr.o-va Estestvoispyt.*, **53**, 171-174 (in russo).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

R. CATTANEO (*), S. GERACI (**)

IL POPOLAMENTO A BRIOZOI (CHEILOSTOMATA) DELLA PRATERIA A *POSIDONIA* DI PROCCHIO (ISOLA D'ELBA)

Riassunto — Viene studiata la distribuzione del popolamento a Briozoi in una prateria a *Posidonia* di Procchio (Isola d'Elba) in vicinanza di un modesto scarico fognario. La ricerca, condotta nell'arco di due anni (1976-78), ha messo in evidenza la ricchezza specifica di briozoi nell'ambiente (17 *Anasca* e 29 *Ascofora*). Oltre alle specie tipiche sono stati ritrovati alcuni *Anasca* (*Figularia figularis, Spiralaria gregaria, Crassimarginatella solidula*) ed *Ascofora* (*Hippothoa divaricata, Schizomavella linearis crucifera, Rhynchozoon digitatum, R. bispinosum, Reptadeonella violacea, Phylactella* sp.), specie rare o non ancora rinvenute finora in questo particolare ambiente. L'influenza di alcuni parametri abiotici sulla distribuzione degli organismi è stata evidenziata mediante l'uso dell'indice di similitudine di Sorensen e l'analisi dei *clusters*. All'interno della prateria si differenziano due popolamenti legati rispettivamente alle stazioni più profonde e a quelle più superficiali, sia per quanto riguarda i briozoi presenti sui rizomi sia per quelli delle fronde. La linea di demarcazione tra i due gruppi, che scorre intorno alla batimetrica dei 15 metri, coincide con l'inizio della *surf-zone* dove il tipo di dinamismo cambia radicalmente. L'entità dello scarico fognario non sembra aver influenzato apprezzabilmente, almeno nel periodo delle indagini, le biocenosi in una baia con ampia circolazione e forte ricambio idrico.

Abstract — *The Cheilostome Bryozoan fauna in a Posidonia bed at Procchio (Isle of Elba)*. The distribution of the Bryozoan population (Cheilostomata) in a Posidonia bed at Procchio (Isle of Elba) close to small sewage outfall has been studied. The research carried out in 1976 and 1978, demonstrated the particular richness in the Bryozoan fauna (17 *Anasca* and 29 *Ascophora*). In addition to the typical species there was also found a number of *Anasca* (*Figularia figularis, Spiralaria gregaria, Crassimarginatella solidula*) and *Ascophora* (*Hippothoa divaricata, Schizomavella linearis* var. *crucifera, Rhynchozoon digitatum, R. bispinosum, Reptadeonella violacea* and *Phylactella* sp.) species which are rare or were not previously found in this particular environment. The influence of a number of non-biological factors on the distribution of the organisms was demonstrated by the use of Sorensen's index and the analysis of the clusters. Within the Posidonia bed, there are two different populations which correspond to the deeper and shallower stations both for the Bryozoan present on the rhizomes and for those on the leaves. The demarcation line between the two groups, which lies at a depth of about 15 m, coincides with the beginning of the surf zone where the hydrodynamism changes radically. The entity of the small sewage discharge does not appear to cause possible biocoenotic alterations in a bay with ample circulation and good water exchange.

Il lavoro in extenso è in corso di stampa su: *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova.*

(*) Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, via Balbi 5, Genova.
(**) Laboratorio corrosione marina sui metalli, CNR, Genova.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. Innamorati, M. De Pol Signorini

SPETTRI DELLA RADIAZIONE VISIBILE SOTTOMARINA NEL MAR LIGURE (*)

Riassunto — Durante la Campagna Ligure IV (marzo-aprile 1979) sono stati rilevati spettri dell'irradianza discendente ed ascendente, unitamente al contenuto di clorofilla ed al numero di cellule. Gli spettri di attenuazione dell'irradianza, per lo strato 0-10 m, si collocano tra i tipi oceanici e il 3 costiero di Jerlov. Quelli del rapporto di riflettanza si collocano intermedi tra il 1° e 2° caso delle acque verdi dei tipi di Morel e Prieur.

Abstract — *Spectral composition of submarine radiant energy in the Ligurian Sea.* During « Ligure IV » cruise (March-April 1979) were made measurements of downwelling and upwelling irradiance, chlorophyll concentration and cell/liter content. The attenuation coefficient spectra, between 0-10 m, are within the oceanic and the coastal 3 Jerlov types. The reflectance ratio spectra correspond to intermediate situations between green waters cases 1 and 2 of Morel and Prieur.

Key words — Irradiance, spectrum, phytoplankton, chlorophyll, Ligurian Sea.

Gli spettri della radiazione sottomarina, oltre a misurare l'energia disponibile *in situ* per la produzione primaria, contengono informazioni sulle sostanze disciolte, sospese e sui pigmenti fitoplanctonici. Tuttavia la misurazione ottica della biomassa fitoplanctonica è complicata dalla sovrapposizione delle bande di attenuazione dei diversi componenti.

Durante la campagna Ligure IV (N/o L.F. Marsili, marzo-aprile 1979) (fig. 1) con lo spettrometro di Innamorati (1978) sono stati rilevati spettri dell'irradianza discendente E_d ed ascendente E_u unitamente al contenuto di clorofilla *a*, al numero di cellule/litro ed agli altri parametri idrologici. Le condizioni meteomarine, quelle operative della nave e la sua ombra sullo spettrometro non hanno consentito sempre il rilevamento degli spettri programmati, o l'utilizzazione di tutti i rilievi. Quelli qui riportati sono stati ottenuti il 27 marzo e l'1 e 2 aprile con cielo sereno ed una irradianza globale in superficie di 1,02, 1,02 e 0,99 cal cm^{-2} min^{-1} (fig. 1). Ad essi corrispondono contenuti compresi tra 40-100, 220-280 e 20-65 di 10^3cell/l e tra 0,3-1,4 0,8-2,2 e 0,4-0,5 γ/l di clorofilla.

In Figura 1 sono riportati gli spettri di attenuazione dell'irradianza dell'acqua naturale di Crater Lake (Tyler e Smith, 1970) e quelli dei tipi oceanici I, II e III e costieri 1 e 3 (Jerlov, 1968) che vanno dall'acqua purissima di blu intenso, senza particelle, fitoplancton e sostanze

Laboratorio di Ecologia Vegetale dell'Università, via Micheli 1, 50121 Firenze.
(*) Lavoro svolto in collaborazione con l'U.O. Frassetto del Piano Finalizzato CNR « Oceanografia e Fondi marini ».

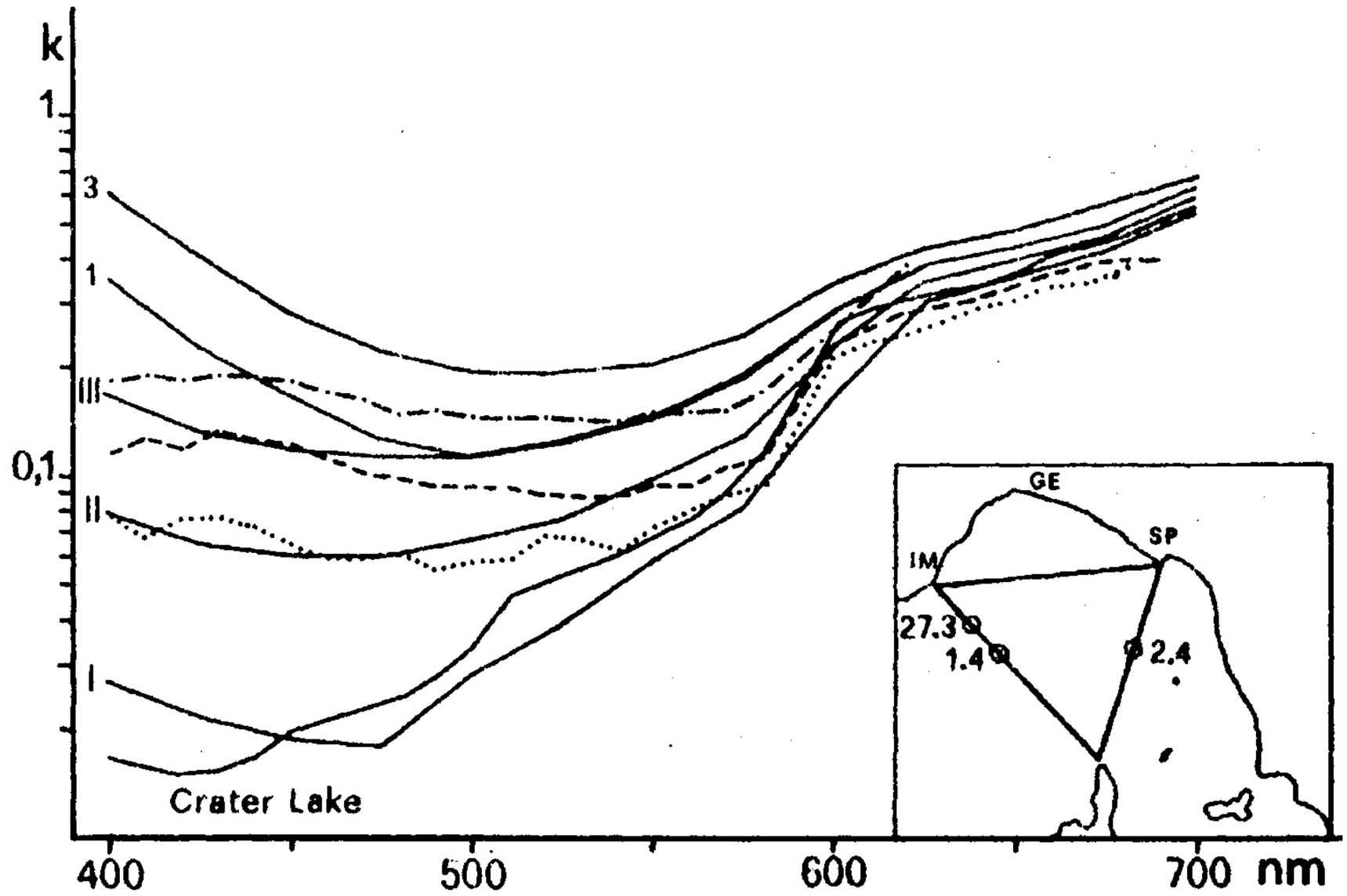


Fig. 1 - Spettri del coefficiente di attenuazione dell'irradianza k, in m^{-1}, dell'acqua di Crater Lake (Tyler e Smith, 1970), dei tipi oceanici I, II e III e costieri 1 e 3 di Jerlov (1968) e di quelli rilevati il 27 marzo (tratteggio), il 1 aprile (punto-linea), il 2 aprile (puntini) nei punti indicati lungo la rotta della Campagna Ligure IV.

organiche disciolte, ad acque con contenuto di questi componenti via via maggiore e tendenti dal blu verso il verde. I nostri spettri, relativi allo strato tra 0-10 m, si collocano tra i tipi oceanici e tra questi ed il tipo 3 costiero, con una buona corrispondenza tra l'aumento delle cellule e della clorofilla e quello dell'attenuazione dell'irradianza. Infatti il collocamento dello spettro del 1° aprile è probabilmente dovuto alla fioritura primaverile, forse già in fase di diminuzione, ma non conoscendo la concentrazione delle particelle non si può stimarne il contributo.

In Figura 2 i nostri spettri del rapporto di riflettanza $R(\lambda) = E_u(\lambda)/E_d(\lambda)$ sono confrontati con quelli dei tipi di MOREL e PRIEUR (1977). Questi autori hanno analizzato gli $R(\lambda)$ rilevati in rapporto alle proprietà ottiche dei componenti dell'acqua marina e poi, ponendo delle relazioni quantitative tra queste ed i componenti, hanno calcolato degli $R(\lambda)$ teorici. La corrispondenza e quindi la capacità interpretativa dei teorici è diversa a seconda dei tipi, che sono ricondotti a due: acque blu, praticamente senza fitoplancton e povere di particelle, e acque verdi, distinte in due casi. Nel 1° si hanno acque da blu-verde a verde-scuro bruno, con molto fitoplancton rispetto alle particelle; nel 2° acque da verdi-blu a verdi, dal limpido al lattescente, in cui le particelle prevalgono sul fitoplancton.

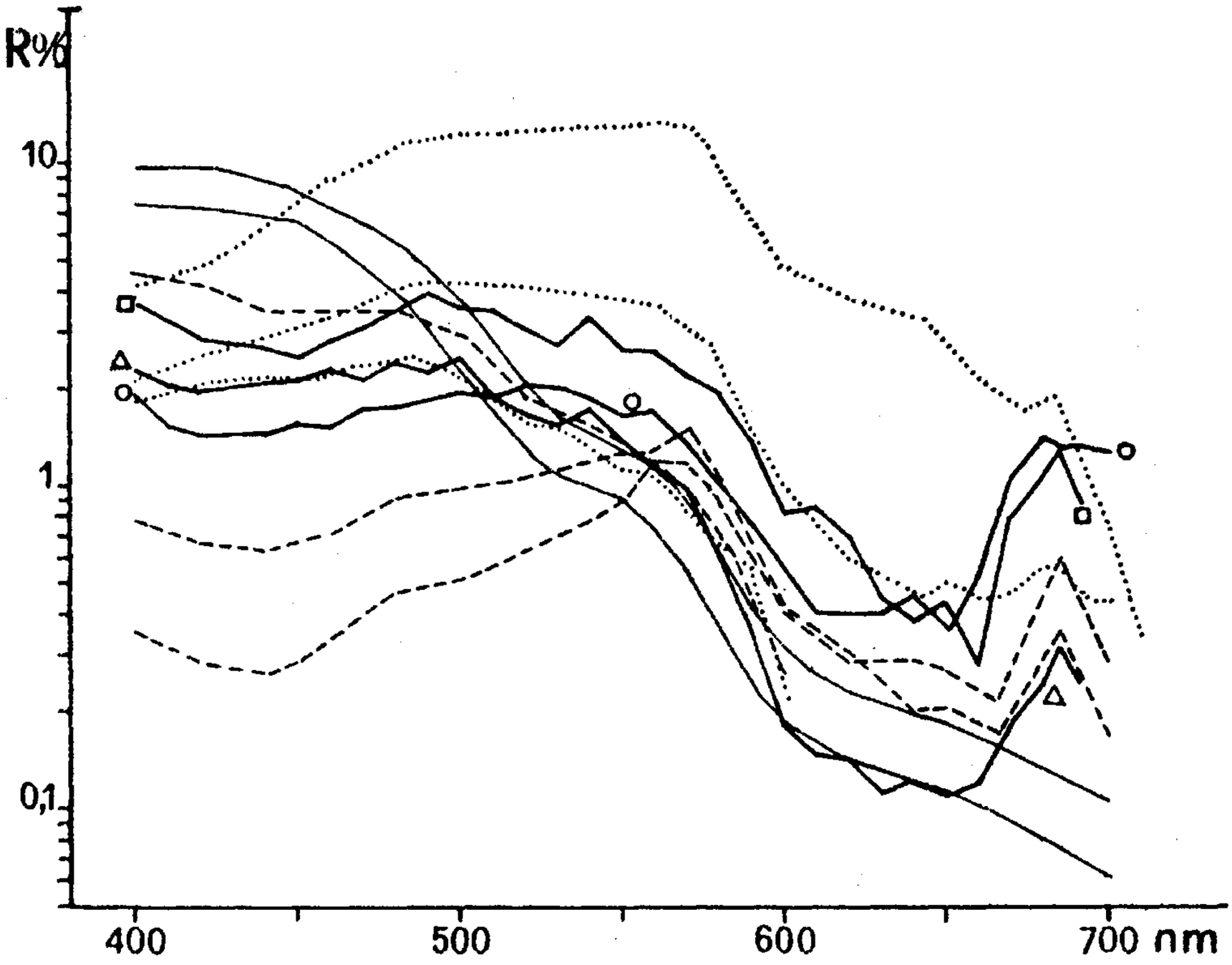


Fig. 2 - Spettri del rapporto di riflettanza, R%, dei tipi di Morel e Prieur (1977). Acque blu, linea continua sottile, inferiore Mar dei Sargassi, superiore Crater Lake. Acque verdi, tratteggiate 1° caso, punteggiate 2° caso; per ciascun caso sono riportati i due tipi estremi ed uno intermedio. Spettri del 27 marzo (□), 1 (O) e 2 (△) aprile con linea continua più marcata.

Nelle acque blu all'aumentare delle particelle aumenta la retrodiffusione ed $R(\lambda)$ aumenta più nel rosso con uno slittamento della λ dominante (λ_d) da 470 a 475 nm, essendo minore la selettività spettrale della retrodiffusione. Gli stessi autori hanno ricostruito gli spettri di queste acque al variare delle particelle in modo soddisfacente, mentre, al comparire del fitoplancton nelle acque verdi, la concordanza è minore. Nel 1° caso di queste ultime lo spettro è fortemente correlato in modo inverso con quello di assorbimento della clorofilla. Fa eccezione la piccola banda attorno a 685 nm, dovuta secondo alcuni al rafforzamento della diffusione e retrodiffusione in prossimità del massimo di assorbimento delle particelle pigmentate, e, secondo gli autori citati, causata anche dalla fluorescenza della clorofilla.

All'aumentare del fitoplancton e delle particelle la λ_d slitta da 481 a 560, $R(\lambda)$ diminuisce nel blu-verde ed aumenta nella banda fluorescente, mentre tra 565 e 640 nm non subisce grosse variazioni. Nel 2° caso, le

curve sono più alte ed appiattite che nel 1°, ed, all'aumentare delle particelle e del fitoplancton, si innalzano facendo passare la λ_d da 486 a 510 nm.

Gli spettri da noi rilevati alla profondità di 5 m si pongono chiaramente tra quelli delle acque verdi. Infatti la banda della fluorescenza è sufficientemente risolta ed aumenta all'aumentare delle cellule e della clorofilla, mentre non si hanno la quasi stabilità tra 565 e 640 nm e la diminuzione nella banda blu di assorbimento della clorofilla che, all'aumentare di questa, si riscontrano negli spettri del 1° caso. In queste zone la forma è più simile agli andamenti del 2°, con molte particelle rispetto al fitoplancton. I nostri spettri si collocano quindi in una situazione intermedia tra quelli del 1° e 2° caso. Mentre sembra che la variazione nella parte rossa possa essere attribuita alla variazione della clorofilla, è difficile giudicare se la discrepanza tra questa variazione e quella di $R(\lambda)$ nel blu possa essere attribuibile alle particelle e se la forte caduta tra 600 e 650 nm nello spettro del 2 aprile possa essere plausibile.

Agli spettri si può quindi dare un significato di stima approssimativa della biomassa fitoplanctonica e delle particelle. Tuttavia i vantaggi della metodologia spettrale, oltre alla prospettiva del telerilevamento, riguardano la velocità di esecuzione, le grandi masse d'acqua esplorate e la doppia o tripla informazione ricavabile: energia radiante disponibile, sostanze disciolte e sospese, biomassa clorofilliana. Le difficoltà contingenti comprendono nel nostro caso: la lentezza operativa strumentale (6 min/spettro); scarroccio della nave dall'azimut e dal punto; elevato costo per fermo nave su stazione. Altre difficoltà riguardano la teoria del metodo che richiede una migliore definizione delle correlazioni tra biomassa, cellule, clorofilla e fluorescenza in relazione alle specie ed alla loro composizione pigmentaria ed inoltre, come sostengono MOREL e PRIEUR (1977), l'incremento delle ricerche in mare per aumentare le conoscenze sull'interazione della luce con il fitoplancton e le sostanze effettivamente presenti nel mare.

LETTERATURA CITATA

INNAMORATI M. (1978) - Spettri della radiazione sottomarina nell'Arcipelago delle Galàpagos. In: Museo Zoologico dell'Università di Firenze, Galàpagos, Studi e ricerche. Spedizione « L. Mares - G.R.S.T.S. », Gruppo Ricerche Scientifiche e Tecniche Subacquee, Firenze (pp. 1-59, estratto).

JERLOV N. G. (1968) - Optical oceanography. Elsevier Publ. Co. Amsterdam, 194 pp.

MOREL A., PRIEUR L. (1977) - Analysis of variations in ocean color. *Limnol. Oceanogr.*, **22**, 609-722.

TYLER J. E., SMITH R. C. (1970) - Measurement of spectral irradiance underwater. Gordon and Breach Sci. Publ., New York, 103 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C. Lenzi Grillini, F. Budini Gattai

COMUNITA' FITOPLANCTONICHE DEL PORTO DI LIVORNO E DELLE ACQUE COSTIERE ANTISTANTI

Riassunto — Le caratteristiche ambientali e le comunità fitoplanctoniche rilevate nei due bacini interni del Porto di Livorno ed all'ingresso del Porto stesso, sono apparse ben distinte fra loro e notevolmente diverse da quelle delle acque costiere antistanti.

Le dinoflagellate, scarsamente rappresentate all'esterno, sono risultate molto diffuse nelle acque portuali. *Gymnodinium tenuissimum* Laut., *Cystodinium* sp. e *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., sono risultate presenti esclusivamente nell'ambiente portuale: la prima esclusivamente nel bacino industriale, a salinità molto ridotta, maggior contenuto in nitrati e pH basso; la seconda e la terza prevalentemente nel Porto Mediceo, caratterizzato da acque scarsamente ossigenate e ad alto contenuto in nitrati e fosfati, a causa dell'inquinamento prevalentemente cloacale che vi si riscontra.

Abstract — *Phytoplankton communities of Leghorn Harbour and its offshore area.* Phytoplankton communities and main environmental conditions of two inner basins of Leghorn Harbour and its mouth, appear to be very different from each other. They are also markedly distinct from the offshore stations. The dinoflagellates, scarcely diffused in the open waters, are, on the contrary, very abundant in the inside areas. *Gymnodinium tenuissimum* Laut., *Cystodinium* sp. and *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., are present only in the inside area. The first species is limited to the industrial basin, in waters with lower salinity and pH and higher nitrate content. The last two species are mainly represented in the Porto Mediceo, in waters rich in phosphates and nitrates and scarcely oxygenated, as consequence of the human wastes which are here the main polluting factor.

Key words — Pollution, phytoplankton, indicators.

L'inquinamento prolungato e costante che si verifica negli ambienti portuali determina trasformazioni di struttura e composizione delle comunità fitoplanctoniche. In esse si riscontrano particolari e interessanti modalità di adattamento per cui può assumere un significato rilevante il ritrovamento di specie alle quali poter attribuire funzione indicatrice.

Nel Porto di Marsiglia, Patriti (1972) rileva maggior sviluppo del fitoplancton portuale rispetto a quello esterno, ma in un successivo lavoro (1978) tali differenze non vengono confermate, e le due aree si distinguono per le caratteristiche chimiche più che per quelle biologiche, anche perché queste ultime presentano una sorprendente variabilità temporale sia all'esterno che all'interno del porto. In Italia, solo i porti di Genova (Brian, 1947) e di Napoli (Yamazi, 1964), sono stati studiati da questo punto di vista, e da entrambe le ricerche è stata messa in luce una preva-

Laboratorio di Ecologia Vegetale dell'Università, via Micheli 1, 50121 Firenze.

lente diffusione delle diatomee in mare aperto e delle dinoflagellate nelle aree interne.

Nell'ambito di questo problema, il 5 maggio 1978, sono state svolte alcune indagini preliminari nel Porto di Livorno e nelle acque esterne, in corrispondenza delle stazioni indicate in Figura 1.

Le stazioni sono state collocate: presso le Secche della Meloria (1); all'esterno della diga (2); entro la diga (3); nel Porto Mediceo (4); nel bacino industriale (5). Nella staz. 4 sfocia il collettore di scarico della zona sud della città. Nella staz. 5 prevalgono invece inquinamenti industriali e da petroli e vi sfociano inoltre le acque del Fosso dei Navicelli che collega Livorno al Porto Pisano. Nella staz. 3 la situazione è intermedia. In ognuna delle stazioni, profonde non più di 8 metri, sono stati effettuati prelievi alle profondità di 0; 2,5; 5 e 7,5 metri, in tre replicati, mediante bottiglia automatica da 1 litro. Contemporaneamente sono stati rilevati salinità, pH, ossigeno disciolto, solidi sospesi e contenuto in nitrati, nitriti e fosfati. Il conteggio e la determinazione specifica del fitoplancton sono stati effettuati mediante il metodo di Utermöhl.

I risultati indicano forti differenze sia fra stazioni esterne ed interne sia, nell'ambito di queste ultime, fra i due bacini portuali. Particolarmente negli strati superficiali, le stazioni interne hanno temperatura più elevata, minore salinità, scarsa ossigenazione, pH basso, contenuto molto maggiore in nutrienti e presentano una stratificazione molto accentuata. La stazione 3 appare inoltre, nonostante il ricambio, notevolmente influenzata dalle acque del bacino industriale. Ciò si rileva molto chiaramente dalle misure di salinità, ossigeno disciolto e contenuto in nutrienti. Nella stazione 4 si rileva la temperatura più alta, scarsissima ossigenazione e il maggior contenuto in nitriti e fosfati, caratteristiche queste determinate dalla prevalente origine cloacale degli scarichi che vi si convogliano e dalle scarsissime possibilità di ricambio. In questa stazione inoltre si verifica l'unico caso di rapporto N/P inferiore ad 1.

La popolazione fitoplanctonica non varia molto quantitativamente tra le differenti stazioni e in funzione della profondità, nonostante le spiccate differenze ambientali. I valori medi per stazione vanno dalle 47.000 cellule/litro nella staz. 4 alle 73.000 nella staz. 5. Notevoli differenze si riscontrano invece considerando separatamente i due gruppi sistematici più rappresentati: diatomee e dinoflagellate. Queste ultime hanno diffusione limitatissima nelle acque esterne e sono invece molto numerose nelle tre stazioni portuali, particolarmente in superficie, ove le diatomee diminuiscono. Ciò fa sì che, mentre nelle stazioni esterne non si osservano differenze sostanziali lungo il profilo, nelle stazioni interne al porto le diatomee e le dinoflagellate si distribuiscono in profondità in senso opposto, con

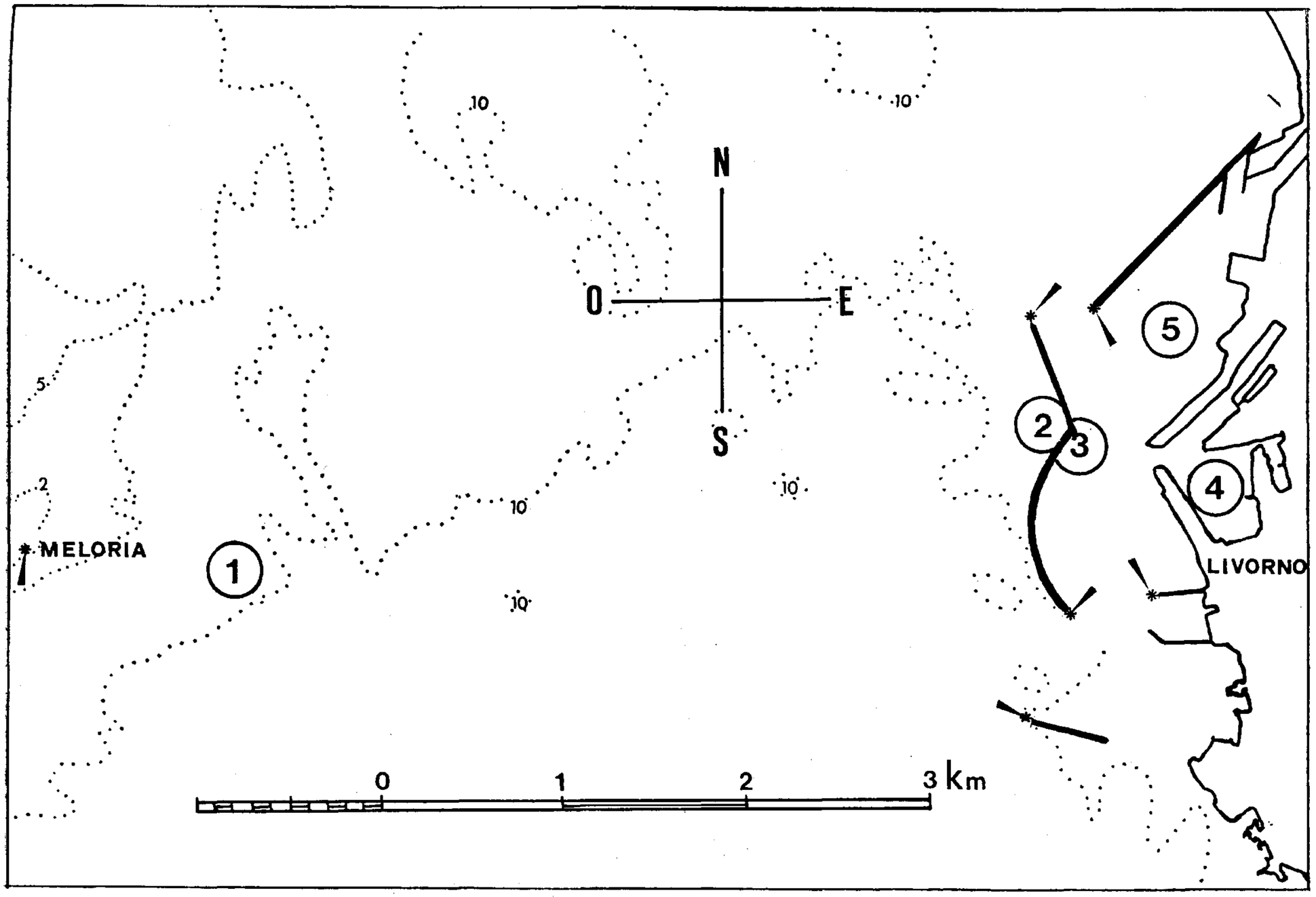


Fig. 1 - Porto di Livorno e secche della Meloria con l'indicazione delle stazioni di prelievo.

preferenza delle dinoflagellate per gli strati di superficie, ove maggiori sono gli effetti dell'inquinamento. In superficie, nella stazione 5, si osserva l'unico caso in cui le diatomee sono in numero inferiore alle dinoflagellate, con 22.000 cellule/litro contro 43.000, mentre nelle due stazioni esterne non superano le 1.500 cellule/litro e le diatomee hanno invece valori medi di 65.000. Oltre alle differenze rilevate a carico dei due gruppi fitoplanctonici principali, vanno segnalate le caratteristiche distribuzioni di tre specie particolarmente abbondanti. In primo luogo la dinoflagellata *Gymnodinium tenuissimum* Laut., specie inconsueta nei nostri mari, è apparsa soltanto nella stazione 5, e con un numero tanto elevato di individui da raggiungere, nella distribuzione di abbondanza delle specie, il secondo posto nell'ordine di importanza (173‰) dopo *Leptocylindrus danicus* Cl. (180‰). In secondo luogo, sempre fra le dinoflagellate, una specie non identificata, probabilmente appartenente al gen. *Cystodinium* Klebs, è apparsa esclusivamente nelle tre stazioni interne, con importanza crescente nella stazione 3 (7,2‰), 5 (14,6‰), 4 (94,5‰), ove ha avuto la massima diffusione. Infine la diatomea *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., specie dominante nella stazione 4 con una frequenza del 150‰, è stata riscontrata anche nelle stazioni 3 e 5 con un numero molto meno elevato di individui e non è stata rinvenuta fuori dal porto.

Sembra perciò che il prevalente arricchimento di nutrienti riscontrato nei due bacini interni favorisca le dinoflagellate rispetto alle diatomee, con l'eccezione di *Skeletonema,* specie ben nota per le improvvise fioriture primaverili e che evidentemente tollera molto bene la scarsa ossigenazione (3,9 mg/l), basse salinità (32,5‰) ed è favorita dall'elevato contenuto di fosfati e nitriti. La salinità ancora minore (24‰), il pH basso (7,7), e le forti quantità di nitrati sembrano poi favorire lo sviluppo di *Gymnodinium tenuissimum,* specie non molto comune, che è riportata da SCHILLER (1931) come oligo-mesosaprobia e stenoterma (0°-10°C), e che nel nostro caso è invece abbondante a temperature di 17°C. Per ciò che si riferisce al gen. *Cystodinium,* non si hanno conoscenze approfondite, è soltanto citato (sempre senza indicazione di specie) da TRAVERS (1975) per l'area di Marsiglia; nel nostro caso, essendo particolarmente diffuso nel Porto Mediceo, sembra, come *Skeletonema,* poter tollerare condizioni di salinità ridotta e di scarsa ossigenazione in presenza di elevate quantità di fosfati e nitriti.

LETTERATURA CITATA

BRIAN A. (1947) - Osservazioni sul fitoplancton del Porto di Genova. *Ann. Mus. civ. Stor. Nat. Genova,* **63**, 52-64.

PATRITI G. (1972) - Etude preliminaire des effects de la pollution globale sur le peuplement planctonique des ports Nord de Marseille. *Mar. Biol.*, **12**, 300-308.

PATRITI G. (1978) - Aperçu général sur l'écologie du milieu planctonique portuaire à l'aide de prelèvements à rhytme élevé. *Cah. Biol. Mar.*, **19**, 159-174.

SCHILLER J. (1931-37) - Dinoflagellatae. In: *Rabenhorsts Kryptogamenflora.* X. Akademische Verlagsgesellschaft, Lipsia, 617 pp.

TRAVERS M. (1975) - Inventaire des protistes du Golfe de Marseille et de ses parages. *Ann. Inst. Océanogr., Paris,* **51**, 51-75.

YAMAZI I. (1964) - Structure of the Netted Plankton Communities in the inner area of the Gulf of Naples in September 1962. *Pubbl. Staz. Zool., Napoli,* **34**, 98-136.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A. Battiato, M. Cormaci, G. Furnari, B. Scammacca

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA ZONAZIONE DEI POPOLAMENTI FITOBENTONICI DI SUBSTRATO DURO DELLA PENISOLA DELLA MADDALENA (SIRACUSA)

Riassunto — Gli autori presentano i primi risultati delle ricerche da essi condotte sui popolamenti fitobentonici di substrato duro della Penisola della Maddalena (Siracusa). Nel corso di tali ricerche sono stati effettuati 58 rilevamenti secondo delle transette dalla costa fino a 50 m di profondità. Sulla base delle osservazioni effettuate e dell'esame preliminare dei dati vengono descritti gli aspetti vegetazionali sia fotofili che sciafili. Viene inoltre effettuato un confronto con gli aspetti vegetazionali descritti dagli autori per l'isola Lachea (Catania) (Furnari *et al.*, 1977). Tale confronto ha permesso di rilevare una diversa composizione qualitativa soprattutto per quanto riguarda alcuni popolamenti fotofili che, alla penisola della Maddalena, sono caratterizzati da specie di *Cystoseira* (*C. balearica* Sauvageau, *C. ercegovicii* Giaccone f. *latiramosa* Ercegovic, *C. zosteroides* (Turner) C. Agardh) che sono invece assenti o molto rare nell'isola Lachea.

Abstract — *On the zonation of submerged vegetation on rocky substratum of Maddalena peninsula* (*Siracusa, Italy*). The authors describe the zonation of submerged vegetation on rocky substratum of Maddalena peninsula (Siracusa, Italy). This work is based on the study of 58 summer surveys made from the surface down to 50 m. The authors describe both the shady and well lit communities. A comparison with the algal communities of Lachea island (Catania) is done.

Il lavoro è pubblicato per esteso su: *Thalassia salentina,* **9**, 19-25, 1979.

Furnari G., Scammacca B., Cormaci M., Battiato A. (1977) - Zonazione della vegetazione sommersa dell'isola Lachea (Catania). *Atti IX Congresso S.I.B.M., Ischia,* 245-258.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

R. OLIVOTTI

RIMOZIONE DI ALCUNI METALLI PESANTI DALLE ACQUE RESIDUE URBANE MEDIANTE CONSUETI TRATTAMENTI DI DEPURAZIONE

Riassunto — Vengono presentati e discussi vari dati inerenti: a. i contributi unitari di Cu, Pb, Hg, Cd caratteristici delle acque di fogna (e le corrispondenti concentrazioni) per varie città; b. la rimozione (%) conseguita mediante alcuni classici trattamenti di depurazione (sedimentazione, trattamento biologico; c. la possibilità di ottemperare a pertinenti norme di legge — italiane e straniere — e a limiti suggeriti dalla letteratura tecnica. I dati presentati sono sia (in gran parte) reperibili nella letteratura, sia provenienti da brevi indagini effettuate dallo scrivente su acque di scarico urbane (a Lignano e a Trieste).

Abstract — *Heavy metals' removal from sewage by conventional treatment.* Various data are there put forward and discussed, with reference to: a. the unit mass emission rate of *Cu, Pb, Hg, Cd* for « domestic » and « urban » sewage; b. the percent removal obtainable by conventional treatment (primary sedimentation, biological treatment); c. the possibility of compliance to pertinent standards, requirements, objectives laid on effluents and on receiving waters. Most of data are taken from literature; however some of them are derived from a survey, made from the writer, in a town with some contributions of industrial wastes, (Trieste) and in typical residential areas (Lignano, Barcola, both bathing resorts).

Key words — Heavy metals, sewage, treatment.

Mi è parso di far cosa utile raccogliendo in questa nota vari dati (in parte reperiti in letteratura, in parte derivati nel corso di indagini che ho effettuato sulla natura dei liquami urbani in alcuni centri della Regione), inerenti concentrazioni e quantità di metalli pesanti presenti nelle acque di fognatura urbana ed efficienza di alcuni classici trattamenti di depurazione (sedimentazione, trattamenti biologici) per quanto attiene la rimozione di queste sostanze.

Un primo interessante raffronto dei risultati può essere effettuato con le tabelle « C » ed « A » della legge 319 (10 maggio 1976) meglio nota come legge Merli, che regolamenta, appunto, le caratteristiche qualitative degli effluenti liquidi; in base a tale raffronto possono essere formulate alcune risposte ai seguenti importanti quesiti:

a. E' possibile con un trattamento primario ottemperare ai limiti della tabella « C » relativi ai metalli pesanti considerati? E, eventualmente, per quali metalli può essere addirittura rispettata la tabella « A »?

Istituto di idraulica e costruzioni idrauliche, Università, via Valerio 10, Trieste.

b. In quale misura tale possibilità è correlata alla dotazione idrica?

c. E' da attendersi che il trattamento biologico degli effluenti urbani consenta di ottemperare ai limiti della tabella « A »? Quali parametri, eventualmente, sfuggono? In quale misura le risposte ai quesiti appena esposti dipendono dalla dotazione idrica?

L'interesse dei problemi menzionati è indubbio per quanto attiene gli aspetti di ordine normativo (attinenti la concessione di una autorizzazione allo scarico), ed anche altri problemi connessi, come, ad esempio, la valutazione preliminare delle caratteristiche degli scarichi recapitati a impianti di trattamento consortile il cui effluente debba ottemperare alle tabelle menzionate.

Sotto il profilo degli effetti ambientali, i dati qui presentati costituiscono solo uno degli elementi necessari alla valutazione della gravità del problema che investe un certo ricettore e alla individuazione dei rimedi più opportuni.

E' infatti noto che gli aspetti detti dipendono dalle caratteristiche idrografiche, chimiche, biologiche, del particolare ricettore interessato, dalla quantità delle sostanze inquinanti complessivamente versate in esso, dalla forma chimica in cui esse si presentano allo scarico e, infine, dai molteplici processi fisici (dispersione, trasporto, sedimentazione, ecc.), chimici (precipitazione, ossidazione, scambio ionico, ecc.), biologici (assimilazione, eventuale accumulo attraverso i vari anelli della catena alimentare, ecc.) che governano il destino dei contaminanti nell'ambiente.

Il modo più efficace, in genere, di derivare attendibili informazioni sull'esito di meccanismi complessi e, in parte, non ben conosciuti o non suscettibili di adeguata formulazione analitica, consiste nello studio diretto di tali effetti in casi reali.

Lo studio diretto degli effetti sull'ecosistema è a sua volta però reso difficile a) dalle imponenti fluttuazioni di ordine naturale, b) dalla moltitudine delle azioni umane che possono avere importanti conseguenze sulla struttura delle varie biocenosi — interventi che modifichino le caratteristiche idrografiche, attività di pesca, ecc. — c) e, infine, della diversità degli stessi fenomeni d'inquinamento — inquinamento organico « primario », fenomeni di eutrofizzazione, effetti tossici, inquinamento termico, eccetera — che spesso vengono a soprapporsi nelle medesime zone; questo tipo di studio, nonostante le difficoltà dette, è tuttavia indispensabile se si vuole giungere a qualche valutazione degli effetti in genere meno appariscenti, ma più diffusi e, per certi versi, più temibili, di fenomeni d'inquinamento a lungo termine, subletali.

Per quanto attiene lo studio di fenomeni d'inquinamento connessi alla immissione di metalli pesanti, risulta già assai interessante il rilevamento delle concentrazioni presenti negli organismi acquatici di stanza in una certa zona (ed, eventualmente, nelle stesse persone che si cibano in qualche misura di prodotti della pesca), nonché la valutazione della tossicità acuta mediante saggi biologici.

Non v'è dubbio che questo tipo di misurazione consenta di valutare la gravità dei fenomeni d'inquinamento in un certo corpo idrico meglio di quanto non lo consentano le determinazioni analitiche sulla qualità delle acque del ricettore e, a maggior ragione, di quanto non sia consentito dalla conoscenza delle caratteristiche qualitative e quantitative degli effluenti più o meno trattati che interessano quel ricettore.

Per questi motivi si deve riconoscere che la semplice elencazione delle concentrazioni riscontrabili in una pur importante categoria di acque reflue — quale è quella rappresentata dagli scarichi urbani — è di portata piuttosto limitata per quanto attiene la risposta da dare ai vari quesiti menzionati.

In particolare, non sembra possibile giudicare in tutta generalità, dopo aver esaminato i dati presentati, se con gli scarichi urbani, più o meno depurati, si versino pochi, tanti, troppi metalli pesanti nell'ambiente.

Tuttavia si ritiene che il tipo d'informazione di cui si parla costituisca un riferimento indispensabile (non solo per quanto può attenere, come si è detto, il rispetto di certe norme, ma anche) ai fini di una indispensabile azione di tutela di carattere preventivo; quest'ultima si fonda oggi, nel migliore dei casi, sull'ottemperanza a certi requisiti di qualità per le acque ricettrici e necessita, a questo fine, di previsioni analitiche che tengano conto almeno delle caratteristiche idrografiche e chimiche del recettore, dei fenomeni di propagazione dei vari scarichi in seno al medesimo, del carico inquinante che, in determinate ipotesi sul tipo di trattamento cui sono assoggettati tali scarichi, verrà complessivamente a gravare nonché, infine, degli usi più « esigenti » che riguardano il ricettore.

In queste prospettive e con questi limiti, la presente nota pare rivestire un certo interesse di carattere non solo « impiantistico »; interesse che si è cercato di accentuare presentando anche una serie di dati e di considerazioni, relativi a « standards » e requisiti di qualità adottati o proposti per vari ricettori e con riferimento a vari usi; sono infine effettuati alcuni raffronti tra le percentuali caratteristiche delle varie fasi (fase disciolta, varie frazioni dei solidi sospesi, solidi sedimentabili) con cui le sostanze considerate sono presenti negli scarichi urbani, e vengono di lì rimosse attraverso i processi di depurazione presi in considerazione.

Si è ritenuto opportuno raccogliere i vari dati in tre tabelle, corredate da note esplicative.

Si rinvia quindi l'attenzione, per quanto attiene la presentazione degli elementi in base ai quali si è cercato di trarre le varie risposte ai quesiti prospettati nelle premesse, alle tabelle medesime.

La prima di esse (tab. 1) raccoglie dati relativi alle caratteristiche dei liquami bruti (concentrazioni totali di Cu, Hg, Pb, Cd nel liquame); accanto ai valori medesimi si è ritenuto utile, qualora possibile, riportare anche i valori estremi riscontrati (questi ultimi rivestono considerevole importanza, specie nei confronti di normative i cui limiti siano concepiti come valori massimi da non superare mai; ciò a prescindere dallo scarso significato statistico che riveste siffatta formulazione).

Tali valori estremi sono interessanti perché consentono di dare un certo significato anche a determinazioni episodiche le quali — non conoscendo a priori l'ordine di grandezza delle variazioni percentuali che il parametro può subire — quasi nulla altrimenti direbbero circa le caratteristiche del liquame.

Assai importante è stata ritenuta l'annotazione della dotazione idrica (o, più precisamente, dei contributi unitari in fognatura) in quanto da essa è possibile risalire alle determinazioni che più interessano ai fini della generalità, e cioè ai contributi unitari (es.: gr. Cu/abit. anno).

Quando non nota direttamente, la dotazione idrica è stata dedotta dal BOD medio dei liquami (sulla base di contributi unitari di 60 gr./ab. g. per i piccoli centri e di 80 gr./ab. g. per grossi centri con rilevanti immissioni di origine industriale).

In alcuni casi le caratteristiche del liquame bruto sono state dedotte da quelle dell'effluente primario, quando solo queste ultime erano disponibili e risultava anche indicato il grado di rimozione conseguito attraverso la semplice chiarificazione.

Si sono scartati tutti quei dati che non risultavano corredati da chiare indicazioni circa modalità del prelievo, numero di campioni, o che risultavano o di ordine di grandezza diverso rispetto i valori consueti, o, comunque, di dubbia attendibilità, (per motivi del genere alcuni dati reperibili nell'Handbook of Env. control, di Bond e Straub - CRC press - 1974, non sono stati riportati).

Quando erano forniti valori attendibili relativi all'effluente primario, ma non pareva possibile risalire in maniera attendibile alle concentrazioni originarie, si sono riportati quei dati, che risultano comunque interessanti almeno sotto il profilo di uno dei quesiti prospettati (è possibile con un primario rispettare le tabelle « A » e « C » della legge 319?).

Dalla Tabella 1 possono essere dedotti, con una certa approssimazione, i contributi unitari (gr. metallo/abit. anno) per i vari metalli trattati.

I dati disponibili, si rammenta, sono piuttosto pochi; si ritiene però che così come circa 10 anni fa i contributi unitari più frequentemente citati riguardavano il BOD e i solidi sospesi, mentre oggi sono di uso corrente per valutazioni di ordine ambientale e impiantistico i corrispondenti dati per i nutrienti, in un prossimo futuro anche il carico di metalli pesanti proprio delle reti urbane sarà regolarmente oggetto di analoghe quantificazioni.

Il rapporto UNEP (1978) [26], riporta a questo proposito alcuni dati che possono servire di utile raffronto.

Altri dati analoghi sono forniti da PEARSON (1972) [10] per due zone diverse, entrambe industrializzate, (la zona b meno della a), gli uni e gli altri sono messi a raffronto con i dati derivati da questa rassegna, (tab. 2).

Si è ritenuto opportuno prendere in considerazione anche altri metalli pesanti (Zn, Cr) al fine di valutare meglio il grado di corrispondenza delle varie fonti, tra di loro.

Sul contenuto della Tabella 5 possono essere effettuate numerose considerazioni; ci si limiterà qui ad osservare che, almeno negli ordini di cifra, i dati riportati corrispondono abbastanza bene tra di loro, se si pensa chei dati UNEP si riferiscono a scarichi eminentemente domestici, i dati di PEARSON [10], a zone industrializzate (la zona a, in particolare, può addirittura essere considerata « mista » civile - industriale), e i dati esposti nella Tabella 1 a una varietà di casi, rientrati però, per lo più, nella normalità (centri urbani, anche di considerevoli dimensioni, con contributi in fognatura di origine industriale non eccezionali).

Una anomalia è effettivamente riscontrata fra i dati dedotti dalla Tabella 1 e i dati di PEARSON [10], a), b) per il Cd; ciò dipende, probabilmente, da una svista del traduttore o del tipografo.

Per quanto attiene la percentuale che può essere rimossa attraverso il primario, i dati UNEP non si trovano in buon accordo con gli altri; la percentuale di Pb che può essere rimossa attraverso il primario sarebbe infatti nettamente superiore rispetto il Hg; ciò sebbene il Hg sia associato in misura molto più rilevante del Pb a particelle sospese.

In definitiva pare che la seguente Tabella 3 rappresenti discretamente valori medi applicabili a normali centri urbani.

Nell'esaminare la Tabella 3, che riassume le varie risposte ai vari quesiti avanzati nelle premesse, è opportuno rammentare:

		Rif.° Bibliografico	[ ]	[ ]	[ ]	[1]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[3]	[3]	[3]	[3]
			Barcola (1) 1974 - (Trieste (2)	Servola (3) 1974 (Trieste)	Lignano (4) 1979 (Udine)	1977 - Torino	72-73 NEW YORK a)	72-73 (5) b)	72-73 (5) c)	72-73 (5) d)	72-73 (5) e)	72-73 (5) (6) f)	72-73 (5) g)	72-73 (5) h)	72-73 (5) (6) i)	72-73 (5) l)	72-73 (5) m)	72-73 (5) n)	1972 (7) (13) o)	1972 (7) (8) p)	1972 (7) (9) q)	1972 (7) (10) r)	(7) (11) s)	(7) (12) t)	1973-Pittsburgh (14)	1973-Pittsburgh (15)	1972 MUNCIE (14)	1973 MUNCIE (14)
Cu	m		m 14	m 11	m 200	m 23																					
	M		M 25	M 65	M 220	M 570																					
	ME		16	30	205	130	230	200	240	230	210	430	280	230	370	190	130	130	110	330	150	190	200	230	127	120	250	260
	(q)		(2700)	(450)	(180)	(220)																					
Pb	m		45	30	200	-																					
	M		126	128	200	400																					
	ME		80	94	200	130																			119	75	93	
Cd	m		1	3	10	-																					
	M		3	6	10	110																					
	ME		2,4	5,2	10	12	5	6	31	10	12	46	15	8	13	50	6	7	2	7	5	1	2	1	2	1	21	13
Hg	m				1																						
	M				12																						
	ME				3,5																						

TABELLA 1 - Concentrazioni di Cu, Hg, Cd, Pb, in liquami urbani, (in ppb).
(tra parentesi, l'afflusso unitario in fogna, quando noto, l/ab. σ).
Raffronto colle tabelle « A » e « C » della legge 319.

		[5]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[8]	[10]	[9]	[9]	[3]	[4]	[4]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[1]
		1971 Los Angeles (14) HYPERION	1971-Los Angeles (18) 1973-HYPERION (14) -USA-	1971-Los Angeles (14) 1973-JW PCP (19) -USA- (20)	1971-Orange (19) 1973-County (14) -USA- (21)	1971-POINT (14) 1973-(S.Diego)USA (19)	1971-OYNARD (14) 1973- (19) USA	Los Angeles (14) 1977-Hyerion (19) USA	1971-Los Angeles (14) 1977 USA JWCP - (19)	ORANGE (14) 1977 COUNTY (19) -USA-	1977 POINT LOMA (14) (S.Diego) (19) USA -	1977 OXNARD (14) USA (19)	1977 SVIZZERA (22)	S.Francisco 1963-Southeast-North 64 point plants-USA	tab. C - Legge 319	tab. A - Legge 319	1973 - MUNCIE (15)	1978 - U.S.A. (16)	1978 - U.S.A.(16) (17)								
Cu	m												20					30									
	M												105		400	100		300									
	ME	390	240	734	735	180	120	300	375	480	187	187	70	67			20	105	105								
	(q)	(300)	(360)	(220)	(270)	(250)	(250)	(300)	(210)	(270)	(270)	(175)	(350)	(470)				15									
Pb	m												20					120									
	M												100		300	200	120	70	70								
	ME	30	70	210^{++}	170^{++}	60^{++}	67^{++}	30^{++}	190^{++}	90^{++}	80^{++}	50^{++}	60	150													
Cd	m												3						4								
	M												10		20	20			20								
	ME	10	20^{+}	27^{++}	78^{++}	33^{++}	6^{++}	20^{++}	25^{++}	40^{++}	17^{++}		5	0,225				7	12	12								
Hg	m																		0,3								
	M														5	5			4	4							
	ME	3^{++}	1	$1,2^{++}$	-	3^{++}	1^{++}	21^{++}	1^{++}	$0,5^{++}$	1^{++}	$1,5^{++}$							1								

Tabella 1 (*segue*)

TABELLA 1: *Annotazioni e simboli.*

m	=	valore minimo
M	=	massimo
ME	=	medio
*	=	valore dedotto
?	=	valore dubbio
**	=	effluente primario

(1) Sette campioni in sette giorni distinti.

(2) Abbondante presenza d'acqua d'infiltrazione, che diluisce il liquame circa 10 volte.

(3) Otto campioni in otto giorni diversi — l'infiltrazione d'acqua di mare in fognatura è apprezzabile.

(4) N. 4 campioni mediati nello stesso giorno, prelevati all'ingresso dell'impianto di depurazione.

(5) Media di 21 campioni (campioni medi ponderati mensili), riferiti a diverse zone della Contea di New York.

(6) Zone caratterizzate da forti afflussi industriali.

(7) Zone tipicamente residenziali.

(8) New York — media su 15 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 15 giorni diversi).

(9) New York — media su 12 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 12 giorni diversi).

(10) New York — media su 21 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 21 giorni diversi).

(11) New York — media su 8 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 8 giorni diversi).

(12) New York — media su 7 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 7 giorni diversi).

(13) New York — media su 18 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 7 giorni diversi).

(14) Valor medio — liquame bruto prelevato dall'impianto di depurazione.

(15) Valor medio — liquame bruto di una tipica zona residenziale.

(16) Campioni provenienti da 103 impianti, nel territorio U.S.A., raccolti precedentemente al 1978; sono stati scartati il 15% dei valori più alti e il 15% dei valori più bassi.

(17) Valutazione ristretta a 6 dei 103 impianti detti, che ricevono insignificanti contributi industriali.

(18) Valore dedotto dalla concentrazione dell'effluente primario, in funzione dell'abbattimento indicato per l'impianto (36%).

(20) Versa 2/3 di effluente primario, 1/3 di effluente secondario (fanghi attivi) e il surnatante del digestore.

(21) Versa 90% di effluente primario, 10% di effluente secondario.

(22) Si tratta di una cittadina di 25.000 abitanti, servita da trattamento biologico classico con coprecipitazione del fosforo. Le immissioni in fognatura di carattere industriale sono considerevoli.
I prelievi si sono protratti per una settimana, ricavando per ogni giorno un campione mediato ponderale nelle 24 ore.
E' stata effettuata, in un'occasione, l'analisi di 12 campioni — ognuno di essi mediato, relativo a due ore — raccolti lungo una intera giornata.

(23) 59 ppb presenti nell'acqua potabile.

(24) Valori dedotti in base al contributo/ab. (gr./ab. giorno).

(25) Non risulta chiaro se i limiti si riferiscono a valori medi o a valori massimi.

	[26]	[10] a)	[10] b)	Valori dedotti dalla tab. n. 1 - 80% dei dati compresi tra
Cu		65	11,6	7,3 ÷ 25
Hg	0,02 ÷ 0,04			0,07 ÷ 0,2
Pb	10 ÷ 20	182	27	4,3 ÷ 16,4
Cr	10 ÷ 30	62**	33**	
Zn	50 ÷ 100	116	76	
Cd		0,071	0,027	0,36 ÷ 5,8

TABELLA 2 - Contributi unitari (g/ab. anno).

	C_0	C_1	C_2	Legge 319 Tab. 'C'	Legge 319 Tab. 'A'
		20 ÷ 30%	85%		
Cu	100 ÷ 250	70 ÷ 200	15 ÷ 40	400	100
		10 ÷ 15%	75%		
Pb	70 ÷ 180	60 ÷ 160	17 ÷ 30	300	200
		10 ÷ 20%	55%		
Cd	5 ÷ 60	4 ÷ 5,4	2 ÷ 30	20	20
		10 ÷ 30%	40 ÷ 70%		
Hg	1 ÷ 3	0,5 ÷ 2,7	0,3 ÷ 2	5	5

TABELLA 3 - Concentrazioni medie (in ppb) nei liquami bruti, (C_0) negli effluenti primari (C_1) e negli effluenti secondari (C_2).

a) La rimozione dei metalli nei trattamenti considerati è correlata in ampia misura al grado con cui sono rimosse le particelle non disciolte e al grado con cui i vari metalli sono associati alle particelle dette.

Quest'ultimo può essere connesso a fenomeni di scambio ionico, di ossidazione, di precipitazione, di coagulazione che dipendono dalla concentrazione e dalle forme in cui i metalli sono presenti, dalle caratteristiche (durezza, ecc.) del liquame, e dal tipo di trattamento.

Si giustificheranno quindi, in ogni caso, scarti dai valori considerati.

Al tempo stesso non è consigliabile effettuare confronti con risultati di esperienze effettuate su liquami artificiali, aggiungendo artificialmente diverse quantità di metallo; tali esperienze possono, agli effetti che qui si considerano, essere di significato assai limitato.

b) Le quantità di Cu e di Pb che si trovano nei liquami urbani dipendono in misura rilevante dalle quantità rilasciate dalla rete di distribuzione o in essa immesse (è il caso del Cu, immesso nei serbatoi fino a 50 ÷ 60 ppb per il controllo delle alghe). La valutazione dei corrispondenti contributi unitari potrebbe essere più precisa, dunque, conoscendo le caratteristiche dell'acqua potabile fornita.

Al tempo stesso, e diversamente da quanto avviene per classici parametri rappresentativi del carico organico (BOD, N, P, coliformi) l'aumento delle dotazioni idriche può non comportare una corrispondente riduzione nelle caratteristiche qualitative allo scarico. (Si veda il caso degli scarichi di Barcola e di Servola, a Trieste, Tab. 1).

c) La presenza del Cd in quantità preoccupanti pare nettamente dipendente da immissioni industriali.

d) Nel valutare i benefici ambientali conseguiti attraverso la rimozione di una certa frazione del carico inquinante, dovrà tenersi conto, tra l'altro, della percentuale rimossa rispetto le quantità che vengono per altre vie (per il Pb si pensi alle acque di pioggia), complessivamente versate nel ricettore (OLIVOTTI, 1975) [27].

In definitiva non pare che si possa affermare, in base agli elementi suddetti, che qualsiasi scarico civile costituisca una minaccia d'inquinamento per quanto attiene i metalli considerati, è anche vero che, in molti casi, il divario tra le caratteristiche degli effluenti e i valori delle soglie di rischio « a lungo termine » è considerevole, tanto più se si considerano il continuo aumento delle portate delle acque reflue e la frequente concomitanza di più scarichi in una medesima zona; ciò vale anche, sebbene in misura considerevolmente inferiore, per gli effluenti trattati.

LETTERATURA CITATA

(* = non consultato direttamente)

[1] VERSINO *C. et al.* (1978) - Le acque reflue municipali della città di Torino. Nota 4. Metalli - Valutazioni conclusive. *Inquinamento,* n. 2.

[2] KLEIN L.A., *et al.* (1974) - Sources of metals in New York city wastewater. *JWPC*F, n. 12.

[3] DAVIS A.I., IACKNOW I. (1974) - Heavy metals in wastewater in three urban areas. *JWPCF,* n. 9.

[4] SCHWARTZ H.G., *et al.* (1978) - The impact of toxic pollutants on disposal from wastewater systems. *Ind. W. Eng.,* Vol. 15, n. 6.

[5] Southern California coastal water research project (1973) - 3 Years rept. - The ecology of Southern California bight-implications for water quality management. *SCCWRP, el Segundo, California.*

[6] Southern California coastal water research project (1974) - 1973 rpt. - *SCCWRP, el Segundo, California.*

[7] Southern California coastal water research project (1978) - 1977 rept. *SCCWRP, el Segundo, California.*

[8] AMMAN P. (1977) - Etude des metaux lourds dans une station d'epuration. *Techn. Sciences munic.,* n. 11.

[9] Legge 10 maggio 1976, n. 319 - Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. *Gazzetta Ufficiale, Repubblica Italiana,* n. 141, 29.5.1976.

[10] PEARSON E.A. (1972) - Sistemi di smaltimento delle acque residue nelle zone costiere. *Atti Convegno intern. « Scarichi a mare »* Eugenio de Fraja-Frangipane, Marina Aurisina, luglio 1972.

[11] CHEN KIY, *et al.* (1974) - Trace metals in wastewater effluents. *JWPCF,* n. 12.

[12] BARTH E.F., *et al.* (1965) - Field survey of four municipal wastewater treatment plants receiving metallic wastes. *JWPCF,* n. 8.

[13] WOOD D.K., TCHOBANOGLOUS G. (1975) - Trace elements in biological waste treatment. *JWPCF,* n. 7.

[14] HELTZ G.R., *et al.* (1975) - Behaviour of Mn, Fe, Cu, Zn, Cd and Pb discharged from a wastewater treatment plant into an Estuarine environment. *Water Res.,* Vol. 9, pp. 631 to 636.

[15] Regione Lombardia - Assessorato Ecol. e pesca (1972) - Risultati dell'attività della commissione per i limiti di accettabilità degli effluenti liquidi. Milano, aprile.

[16] OLIVOTTI R. (1975) - Criteri di smaltimento in mare in Italia. *Ingegneria Ambientale,* gennaio febbraio.

[17] MENDIA L. (1970) - Conclusioni e proposte. *Atti del Convegno « Tutela delle acque dall'inquinamento,* Milano, FAST.

[18] ——— (1974) - EPA - proposed toxic substances standards. *Clean water report,* January 4, pag. 3.

[19] State of California - State water resources control board (1977) - Proposed Amendments to the Water quality control plan for ocean waters of California. *Ocean plan - The resources agency, secretary for resources.*

[20] SCHMIDT C.I., *et al.* (1975) - Municipal waste water reuse in the U. S. *JWPCF,* n. 9.

[21] National Swedish nature cons. office (1969) - Report on Water Quality Criteria for Swedish surface waters, publ. 1969 I.E.

[22] DE FRAJA-FRANGIPANE E., PEARSON E.H. (1973) - Inquinamento marino e scarichi a mare. *Atti del II Convegno Int., Sanremo.*

[23] MARCHETTI R., *et al.* (1972) - Elementi e criteri per la definizione di accettabilità delle acque di scarico. *IRSA, Sez. di idrobiologia applicata, Milano.*

[24]* LIEBMANN H. (1960) - Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie -

[25]* Dipartimento fed. dell'interno svizzero (1966) - Limiti per lo scarico delle acque di rifiuto in fognatura. (Citato in Leggi Federali Svizzere in materia di protezione delle acque contro l'inquinamento - Pubbl. IAq/021; *Istituto di Ingegneria Sanitaria del Politecnico di Milano*).

[26] UNEP (1978) - Pollutants from land based sources in the Mediterranean, UNEP/IG. II/INF. 5; *Inter. gov. Review Meeting of Medit. Coastal States on the Med. Act. plan.*

[27] OLIVOTTI R. (1975) - A comparison between the efficacy of submarine outfall

disposal of advanced primary effluent and conventional treatment, *EAS* 1975, Monaco.

[28] Southern California coastal water research project, (1976) - 1975 rpt, *SCCWRP, El Segundo, California.*

[29] Southern California coastal water research project (1977) - 1976 rpt, *SCCWRP, El Segundo, California.*

[30] Southern California coastal water research project (1975) - 1974 rpt, *SCCWRP, El Segundo, California.*

[31] BERNHARD M., ZATTERI A. (1973) - I maggiori contaminanti nell'ambiente marino. Atti del II Convegno Internazionale sugli scarichi a mare - Sanremo - *Istituto di Ingegneria Sanitaria* - Politecnico di Milano.

La presente nota costituisce un estratto di un lavoro più ampio pubblicato su: *Scienze del Lavoro, Trieste,* **1** (1980).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. COGNETTI

PROSPETTIVE PER UNA MIGLIORE TUTELA DELLE ACQUE DOPO L'APPROVAZIONE DELLA LEGGE DEL 24 DICEMBRE 1979 n° 650 (*)

Riassunto — La legge n. 650/79 in materia di tutela delle acque apre nuove prospettive per la regolamentazione degli scarichi e la prevenzione degli inquinamenti. Soprattutto le modifiche apportate all'art. 14 della legge Merli devono essere interpretate nel senso che l'applicazione dei limiti di accettabilità per una determinata località fissati dalle tabelle deve essere subordinata alle esigenze della situazione locale e cioè alla capacità recettiva del corpo idrico.

Abstract — *Perspectives for a better protection of waters after the pass of the law n. 650/24-12-79.* Law n. 650/79 concerning waters protection opens up new perspectives for discharges rule and prevention of pollution. Especially modifications of the art. 14 of Merli law must be so interpreted: the enforcement of acceptability limits fixed by law for a certain locality must be subordined to dilution capacity of waters.

Key words — Antipollution law, prevention, protection.

La premessa indispensabile per una razionale gestione degli ambienti naturali è la conoscenza delle loro caratteristiche ecologiche a cui riferirsi per ogni tipo di intervento. In particolare per quanto riguarda le acque sia interne che marine gli accertamenti delle varie situazioni locali vanno effettuati attraverso lo studio della chimico-fisica delle acque, della produttività primaria e delle comunità bentoniche e planctoniche. Sulla base dei dati scientifici si può così stabilire lo stato generale del biotopo anche in ordine alla sua importanza naturalistica e alla capacità di smaltimento di scarichi potenzialmente inquinanti e prospettare i provvedimenti necessari. E' solo così che si possono affrontare in maniera adeguata sia i problemi del risanamento, sia quelli della protezione e promozione ambientale. E' appunto su queste basi che in molti paesi industrializzati si sono affrontate e risolte difficili situazioni ed ancora in tal senso sono orientati i recenti lavori dell'UNEP e le direttive della CEE per la tutela delle acque.

La legge n° 319/1976 che tante speranze aveva suscitato per un avvio alla soluzione del problema della tutela delle acque non tiene conto delle caratteristiche ecologiche dei corpi idrici e quindi in quale misura

---

Istituto di Zoologia. Laboratorio di Biologia Marina dell'Università, via A. Volta, 4, 56100 Pisa.

(*) La stesura definitiva del presente lavoro ha richiesto modifiche sostanziali essendo entrata nel frattempo in vigore la legge n. 650/1979 che ha modificato in alcune parti la legge Merli.

possano smaltire senza conseguenze gli scarichi immessi. La legge infatti si basa sul presupposto che il rispetto delle tabelle allegate, in cui sono elencate le concentrazioni limite delle varie sostanze contenute negli scarichi, eviti, o per lo meno limiti in termini accettabili, gli inquinamenti. Pertanto, se ad esempio in acque con scarso ricambio idrico vengono sversati da impianti di depurazione considerevoli quantità di nutrienti ossidati o biostimolanti, si possono avere gravi conseguenze anche se gli insediamenti controllati sono giuridicamente in regola (COGNETTI, 1976). La legge infatti limita le concentrazioni ma non la quantità versata che dipende anche dalla portata. Una cosa è infatti scaricare in acque caratterizzate da forte idrodinamismo e un'altra in acque basse costiere, come ad esempio quelle dell'Adriatico settentrionale, o in baie, lagune ecc. Inoltre si può verificare il caso di un corpo idrico che riceve scarichi provenienti da più insediamenti i cui contenuti rientrino, come concentrazione, nei limiti stabiliti dalla legge. Ciascun insediamento è giuridicamente in regola tuttavia la somma dei vari inquinanti può dar luogo a processi di tipo addittivo o addirittura sinergico, con danni imprevedibili all'ambiente. E' questo uno dei punti più carenti della legge che per gli inconvenienti a cui ha dato luogo non ha certamente contribuito a risolvere o per lo meno a migliorare, pericolose situazioni ambientali. Si deve dunque far presente ancora una volta che il piano regionale di risanamento delle acque non può non basarsi su una adeguata conoscenza delle capacità di assorbimento dei corpi idrici.

Una nuova legge del 24 dicembre 1979 n° 650 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, ha portato alcune modifiche alla precedente. In particolare l'art. 17 della nuova legge, che sostituisce il secondo comma dell'art. 14 della 319, appare di grande importanza là dove si stabilisce che le regioni, nel definire la disciplina degli scarichi sopracitati, devono tener conto delle direttive fissate entro il termine del 31 marzo 1980 (termine che appare poco probabile possa essere rispettato!) dal comitato interministeriale di cui all'art. 3 della legge n° 319 di intesa con la commissione interregionale di cui all'art. 13 delle legge 16/5/1970 n° 281, nonchè dei limiti di accettabilità fissati dalle tabelle allegate alla legge e delle situazioni locali in funzione degli obbiettivi degli stessi piani di risanamento. Ed è su quest'ultima previsione che è opportuno fermare l'attenzione per chiarirne in maniera dettagliata il significato.

Appare evidente che il legislatore quando stabilisce che « le regioni devono tener conto delle situazioni locali in funzione degli obbiettivi degli stessi piani di risanamento », colmando la lacuna della precedente normativa, ha preso finalmente atto che le acque non sono tutte eguali ma han-

no capacità ricettive differenti. Pertanto le autorità regionali dovranno predisporre la disciplina degli scarichi in conformità delle singole situazioni locali, che non potrà essere ottenuta se non attraverso studi specifici circa le caratteristiche ecologiche ed idrografiche dei singoli corpi riceventi. Le regioni quindi nel fissare la disciplina degli scarichi devono tener conto dei limiti di accettabilità delle tabelle allegate alla legge n° 319, ma anche delle situazioni locali. Appare corretto pertanto interpretare la norma nel senso che l'applicazione dei limiti di accettabilità fissati dalle tabelle deve essere subordinata alle esigenze della situazione locale e cioè alla capacità ricettiva del corpo idrico. Per cui i limiti massimi di accettabilità dovranno essere fissati caso per caso dai piani regionali in funzione della particolare natura dei biotopi acquatici considerati, indipendentemente quindi dai limiti massimi generali di accettazione fissati dalle tabelle.

Seguendo questa interpretazione della norma che appare la più logica e la più aderente alla volontà del legislatore, si sarà finalmente in grado di affrontare il problema del risanamento delle acque inquinate sulla base di precise conoscenze scientifiche che permettano di stabilire i tipi di provvedimenti da adottare e nello stesso tempo di operare una efficace azione preventiva.

La nuova legge n° 650/1979 che modifica la n° 319/1976 non parla ovviamente dei problemi promozionali la cui soluzione è affidata alla sensibilità ecologica degli enti locali, ma senza dubbio rappresenta un passo avanti per la tutela delle acque, fornendo ai responsabili della salute del territorio uno strumento giuridico più efficace se correttamente interpretato.

LETTERATURA CITATA

COGNETTI G. (1976) - Tutela delle acque e difesa dell'ambiente. Osservazioni sulla legge Merli. *Dimensioni,* Livorno, **1**, 5-14.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

L. Boitani, G.D. Ardizzone

INTERVENTI LOCALI E APPROCCIO INTEGRATO IN UNA STRATEGIA DI CONSERVAZIONE DEL MEDITERRANEO

Riassunto — Le azioni di conservazione dell'ambiente marino mediterraneo sono finora rimaste a livello di episodi locali con scarsa efficacia biologica. Gli interventi effettuati dai più diversi organismi non sono stati mai coordinati tra loro, anche quando a programmarli sono state le organizzazioni internazionali come la FAO, UNESCO, UNEP ecc. Solo il *Mediterranean Action Plan* dell'UNEP ha buone possibilità di riuscita, poiché affronta il problema con un unico approccio che integra tutte le componenti dell'ecosistema. In questa prospettiva si muove anche l'IUCN che, sulla base della *World Conservation Strategy,* sta attuando un programma unitario nel settore dei parchi marini e per la conservazione delle specie animali e vegetali del Mediterraneo, così come ha già operato nel bacino caraibico.

Abstract — *Local actions and the need for an integrated approach to conservation of the Mediterranean natural resources.* All conservation actions in the Mediterranean Sea, and especially in Italy, had a very limited impact on the environment: their effects are mainly at the educational level, rather than at the biological one. Even when the conservation actions were planned by such international organizations, as FAO, UNESCO, UNEP, ecc. a lack of coordination limited the efficiency of the programmes. The *Mediterranean Action Plan* is now being implemented by UNEP and its integrated approach, though weak in several sections, seems to be the best hope for the future. IUCN, along the guidelines set by its *World Conservation Strategy,* is also acting on the basis of an integrated plan with emphasis to the marine parks and species conservations.

Key words — Conservation strategies, marine parks, Mediterranean.

Dalla distinzione tra protezione e conservazione scaturisce il significato più proprio di quest'ultima disciplina, cioè scienza della razionale gestione delle risorse naturali: mentre per protezione si intende un atto di salvaguardia di una specie o di un particolare ambiente più o meno isolato dal contesto biologico di cui fa parte, per conservazione si deve intendere un processo di ampio respiro, in cui tutta una serie di interventi viene coordinata in un unico piano con la finalità di mantenere al più alto livello possibile la funzionalità dei processi biologici di un intero sistema. Da tale distinzione appare chiaro che solo un piano razionale di conservazione può essere accettato e reso valido per un'azione di tutela delle nostre risorse naturali: in quanto operante su processi biologici, un piano di conservazione è necessariamente un piano di interventi flessibili, inseriti in una prospettiva dinamica ed in continua evoluzione.

La situazione del Mediterraneo è oggi quella di un ambiente che subi-

Istituto di Zoologia dell'Università, viale dell'Università 32, 00100 Roma.

sce una pressione di sfruttamento di gran lunga superiore alle sue capacità biologiche: inquinamento, *overfishing,* pressione antropica enormemente aggravata dai flussi turistici stagionali, incendi, bracconaggio ecc. E' superfluo ricordare gli effetti di tali azioni sull'equilibrio e la salute dell'ecosistema, così come è superfluo ricordare come tutto il bacino del Mediterraneo costituisca un sistema unico da un punto di vista ecologico: in questa ottica risulta chiaro come l'unico piano di conservazione che possa sperare in risultati soddisfacenti sarà quello che rispetterà l'unitarietà dell'ecosistema.

Il problema degli interventi di risanamento e di protezione-conservazione presenta difficoltà ancor oggi insuperate: ad esempio in Italia, molti tentativi sono stati effettuati in maniera del tutto autonoma e non coordinata, da Stato, Regioni, Province, Comuni, Associazioni protezioniste nonchè, anche se in misura molto diversa, da Università e CNR. Esempi non mancano neppure nel campo dei parchi marini, con gli episodi di Ustica, Montecristo, Castellabate, Miramare, o nel campo della regolamentazione della pesca in diverse aree costiere o addirittura per tutta la Regione Sardegna. A tutto questo si aggiunga una tradizionale confusione di competenze nel campo della conservazione tra i Ministeri dell'Agricoltura e Foreste e della Marina Mercantile. Comunque, questi organismi hanno sempre avuto nei loro programmi di azione una impostazione precisa che ha privilegiato gli aspetti produttivi rispetto a quelli conservazionisti nell'uso delle risorse naturali.

In ogni caso la caratteristica comune a tutti gli interventi finora effettuati è la loro precarietà, in quanto ristretti a spazi e tempi che non superano l'episodio locale, e pertanto i loro effetti sono assai limitati o quasi nulli sul piano biologico, e la validità della loro funzione limitata esclusivamente ad una azione educativa e divulgativa. Azione questa certamente molto importante, anzi essenziale, ma troppo modesta ai fini di una conservazione efficace.

La situazione presso gli altri Paesi mediterranei non è molto diversa: si possono distinguere, per quanto riguarda la conservazione, due gruppi di paesi. Un primo gruppo che ha elaborato una pianificazione « relativamente » efficiente quali Francia, Jugoslavia, Israele e Tunisia; un secondo gruppo in cui gli interventi stentano a realizzarsi o sono stati iniziati solo di recente in cui figurano la Grecia, Egitto, Cipro e Marocco, seguiti poi da tutti gli altri fra cui anche l'Italia. I paesi del primo gruppo sono stati in grado di darsi una legislazione nazionale che ha certamente avuto un impatto benefico sulla gestione e conservazione degli ambienti marini, affrontando tutti i vari aspetti economici coinvolti, dalla pesca al turismo, all'inquinamento e all'uso del suolo nei tratti costieri.

Anche se molti Paesi hanno effettivamente raggiunto alcuni buoni risultati a livello locale o nazionale, è ormai evidente che tali risultati avranno vita breve se lo stesso approccio di conservazione non verrà adottato in forma coordinata da tutti i paesi mediterranei. La frammentarietà di intervento continua infatti a mantenere quello stato di collasso biologico dell'ambiente marino che si vuole invece combattere.

Alcune Organizzazioni internazionali hanno tentato di coagulare i singoli interventi, ma il risultato è stato modesto. FAO, UNESCO, UNDP, ALECSO, WHO, UNEP e IUCN nell'affrontare i problemi del Mediterraneo ricercando la partecipazione di tutti i governi, sono tuttavia sempre rimasti legati a specifici settori a seconda delle rispettive competenze (pesca, educazione, training, progetto Mab ecc.). Ancora una volta gli interventi di conservazione sono risultati frammentari e poco efficienti.

Il primo serio tentativo di approccio globale alla conservazione si deve all'UNEP che da pochi anni ha lanciato il *Mediterranean Action Plan,* un programma articolato di ricerche e gestione delle risorse naturali. Non mancano anche qui squilibri, ad esempio l'enfasi data ai problemi dall'inquinamento, mentre quasi del tutto ignorato è l'argomento pesca, ma l'impostazione sembra essere quella giusta (UNEP, 1978). Sotto l'ombrello comune di tale programma si tenta di riunire i tanti sforzi che le singole competenze mettono in atto in forma autonoma (UNEP, 1979). A sostegno di questo programma è intervenuto l'IUCN che, pur inserito nel programma generale dell'UNEP per i settori che riguardano i Parchi e Riserve Marine e la conservazione della flora e della fauna, ha elaborato un suo programma d'azione integrato che comprende tutte le componenti ambientali e per ognuna ne individua le priorità di intervento (BOITANI, 1979). Il programma elaborato dall'IUCN tenta di supplire alla mancanza di un vero e proprio disegno unitario di interventi nel settore della conservazione ambientale; è quindi naturale che una delle priorità identificate dall'IUCN, e proposte all'UNEP per la realizzazione, sia un programma integrato di conservazione di tutto il bacino del Mediterraneo, secondo le linee di quanto già attuato per l'area dei Caraibi: un programma di ricerca e di gestione che analizzi e affronti tutti gli elementi del sistema in un unico approccio (IUCN, 1979). Per una descrizione dettagliata del programma caraibico si rimanda alla letteratura specifica (IUCN, 1979). Questa impostazione è stata seguita nelle ricerche avviate da RAY e MCCORMICK (1979) e che verranno prossimamente presentate ai governi mediterranei per l'approvazione, secondo le linee proposte dalla « World Conservation Strategy » (IUCN, 1978). Solo in questa ottica si può sperare di arrivare a risultati duraturi senza disperdere energie in attività dal futuro incerto e dall'efficacia limitata.

Questo comunque non sia inteso come condanna di quelle poche azioni di conservazione che pochi privati o isolate associazioni (WWF, 1977) hanno avviato con un impegno notevole, aggravato dalla assenza dello Stato e dall'indifferenza di parte dell'ambiente scientifico. Si tratta ora di utilizzare gli interessi presenti e le esperienze compiute per la creazione di un programma più razionale a livello nazionale, collegato alle direttive delle organizzazioni internazionali. In questa prospettiva la nostra conclusione è un appello a quanti operano nei Ministeri e negli organi di ricerca perché si muovano in tal senso.

LETTERATURA CITATA

BOITANI L. (1979) - Conservation Guidelines for the Mediterranean Area. IUCN Working Paper. 225 pp.

IUCN (1978) - Second Draft of a « World Conservation Strategy ». Morges.

IUCN (1979) - A strategy for the Conservation of Living Marine Resources and Processes in the Caribbean Region. Draft report to IUCN.

RAY G. C., MCCORMICK-RAY M. G. (1979) - Principles, Guidelines and Criteria for the selection, establishment and management of Mediterranean Marine and Coastal Protected Areas. Second Draft to IUCN.

UNEP (1978) - Mediterranean Action Plan. Unep, New York.

UNEP (1979) - Report of the Executive Director on the Implementation of the Mediterranean Action Plan for the period 1975 until Dec. 78 and Recommendations for Activities during 79-80 Biennium. UNEP/IG14/1.

WWF (1977) - Il mare deve vivere. Numero Speciale, *Boll.* **6** (2), 1-50.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A. Barbaro (*), M. Chieppa (**), A. Francescon (*),
G. Relini (***), A. Tursi (****)

LE REPLICHE NELLO STUDIO DEL FOULING (*****)

Riassunto — Vengono riportati i risultati emersi da un'indagine sulle comunità fouling svolta contemporaneamente nel Mar Piccolo di Taranto, nel Porto di Genova e nella Laguna Veneta, al fine di conoscere l'incremento d'informazione ottenuta sul numero di specie e sulla diversità all'aumentare delle repliche di substrati artificiali di dimensioni 20 × 30 × 0,4 cm. Per quanto riguarda il numero di specie presenti, il minimo d'informazione rinvenuto su una faccia è risultato compreso tra il 56% e l'84%, a seconda delle situazioni sperimentali. Le variazioni degli indici di diversità, all'aumentare delle repliche, risultano molto basse: l'indice di Shannon aumenta mentre l'*evenness* diminuisce, a causa del maggior contributo relativo alla diversità fornito dalle specie rare.

Abstract — *Replication of artificial substrata in the fouling studies.* The results on the number of species and the diversity of fouling communities using more than one artificial substratum (size: 20 × 30 × 0.4 cm) are referred. The research was carried out in July in the Mar Piccolo of Taranto, in the Genoa Harbour and in the lagoon of Venice. The number of species is the more sensitive measure to the increasing of replications, on the contrary the variations of the diversity indexes are limited; Shannon index increases while evenness decreases in consequence of the finding of rare species with increasing of the number of artificial substrata.

Key words — Fouling, replication, diversity.

Una critica che viene comunemente mossa all'uso delle strutture artificiali per lo studio del fouling o, in generale, per indagini sulle comunità bentoniche di substrato duro, viene dal fatto che queste ricerche sono spesso condotte senza repliche, ossia mediante l'immersione di un solo substrato per ciascuna delle situazioni sperimentali in studio. Scopo quindi del presente lavoro è quello di valutare il miglioramento dell'informazione, intesa in termini di diversità biologica, che mediamente si ottiene allorchè lo studio della comunità fouling sia condotto con un aumento graduale delle repliche dei substrati artificiali. Lo studio è stato condotto, nel luglio 1976, su comunità fouling mediante immersione di pannelli (dimensioni: 20 x 30 x 0,4 cm) in tre ambienti differenti: Mar Piccolo di Taranto (9 repliche), Porto di Genova (6 repliche) e Laguna Veneta (6 repliche);

(*) Istituto di Biologia del Mare, CNR, Riva 7 Martiri, 30122 Venezia.
(**) Istituto di Statistica, Università, Bari.
(***) Istituto di Anatomia Comparata, Università, Genova.
(****) Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata, Università, Bari.
(*****) Ricerca in parte finanziata dal CNR nell'ambito del P.F. « Promozione della qualità dell'Ambiente » (AC/1/65).

inoltre, presentando i pannelli una faccia più illuminata dell'altra, per ogni ambiente sono state considerate separatamente le due facce. Ciascuna faccia è stata suddivisa in 100 unità di osservazione (maglie di dimensioni 2 x 3 cm) mediante un sistema di coordinate 10 x 10, ottenuto sovrapponendo al pannello un apposito reticolo. Successivamente, tenendo sempre separate le due facce (luce ed ombra) di ogni pannello e quindi individuando sei situazioni sperimentali, sono state rilevate le seguenti informazioni: specie animali sessili presenti e numero di presenze per ogni specie (cioè il numero di maglie in cui è stato rinvenuto almeno un esemplare della specie).

L'informazione globale relativa al numero di specie è stata definita come il numero totale di specie rinvenute considerando contemporaneamente tutte le repliche effettuate per ciascna situazione sperimentale. Il minimo d'informazione rinvenuto su una faccia è risultato: nel Mar Piccolo, alla luce, 56% (ossia 5 specie su 9) e, all'ombra 63% (5 specie su 8); nel Porto di Genova, alla luce, 67% (12 specie su 18) e, all'ombra, 71% (12 specie su 17); nella Laguna Veneta, alla luce, 67% (16 specie su 24) e, all'ombra, 84% (16 specie su 19). Inoltre si è valutato l'incremento di informazione che si ottiene in media considerando due o più repliche fino ad esaurimento di quelle disponibili. A tal fine le N repliche per ciascuna situazione sperimentale sono state combinate due a due, tre a tre e così via, e, per ciascuna delle $\left(\frac{N}{x}\right)$ combinazioni (x = numero di repliche combinate), è stato rilevato il numero delle specie presenti. L'incremento relativo ottenuto in media passando da una a due repliche non è mai stato superiore al 15% (Mar Piccolo e Porto di Genova, alla luce), nè inferiore al 5% (Laguna Veneta, all'ombra). Passando, poi, da due a tre repliche, detto incremento relativo è stato, al massimo, dell'8% (Porto di Genova, alla luce) e, al minimo, del 2% (Laguna Veneta, all'ombra). Aumentando ulteriormente il numero di repliche, i suddetti incrementi relativi tendono a decrescere ulteriormente.

La misura reale delle diversità nelle sei situazioni sperimentali è stata assunta pari al valore dell'indice H ottenuto considerando contemporaneamente tutte le repliche. Al fine di valutare il miglioramento dell'informazione allorchè viene aumentato il numero di repliche, analogamente a quanto già fatto per il numero di specie, sono state considerate, separatamente per le sei situazioni sperimentali, tutte le combinazioni di repliche e, per ciascuna di esse, è stato calcolato l'indice di Shannon e relativi scarti quadratici medi. Aumentando il numero di repliche i valori medi di H aumentano e la variabilità diminuisce in quanto aumenta l'affidabi-

lità riponibile sui valori ottenuti. Si rileva inoltre che l'incremento relativo delle medie di H è maggiore allorchè si passa da una a due repliche e tende via via a diminuire. Detto incremento è risultato, passando da una a due repliche, al massimo del 3,4% (Mar Piccolo, alla luce: 1,097/1,061); al minimo, dello 0,4% (Laguna Veneta, all'ombra: 2,512/2,501). Anche per l'*evenness* la misura reale del fenomeno è stata assunta pari al valore J ottenuto considerando contemporaneamente tutte le repliche. Anche per questo indice vi è una diminuzione della variabilità all'aumentare del numero di repliche combinate. Inoltre il valore J diminuisce in misura meno che proporzionale. Le sue variazioni in termini relativi sono molto basse; al massimo, infatti, passando da una a due repliche è stata rilevata una diminuzione del valor medio di J pari al 4,2% (Mar Piccolo, alla luce: 1 — 0,548/0,572). Aumentando ulteriormente il numero di repliche, le diminuzioni relative di J decrescono. Ne deriva quindi che un aumento del numero di repliche non apporta rilevanti miglioramenti.

Concludendo, il numero di specie è la misura più sensibile all'aumento del numero di repliche. Si è osservato infatti che, nel peggiore dei casi (1 faccia su 42 osservate), è stato rilevato il 56% dell'informazione globale; mediamente, comunque, il contenuto informativo non è mai risultato inferiore al 70%. In realtà il numero totale di specie presenti in una comunità ben difficilmente viene censito empiricamente ed inoltre le specie che più facilmente non vengono rinvenute nel caso di assenza di repliche sono le specie rare, ossia specie che hanno bassa densità di popolazione e, di conseguenza, scarsa probabilità di rinvenimento e minore importanza nella conoscenza della comunità. L'indice di Shannon è risultato mediamente sottostimato rispetto al caso in cui si considerino tutte le repliche contemporaneamente. Lo scostamento di tale stima è tuttavia piuttosto lieve sotto il profilo empirico, anche considerando la peggiore situazione, riscontrata nel Mar Piccolo di Taranto, sulla faccia illuminata dei pannelli, dove si passa da un valore medio di 1,061 nel caso di una sola replica al valore di 1,130 nel caso di nove repliche. Ne deriva quindi che la stima di detto indice può essere ritenuta praticamente soddisfacente anche nel caso di una sola replica. Ciò è dovuto al fatto che l'indice di Shannon risentendo nel contempo dell'influenza del numero di specie e della loro abbondanza, risulta meno sensibile alla presenza delle specie rare. L'indice di *evenness* è risultato mediamente sovrastimato rispetto al caso in cui si considerino tutte le repliche contemporaneamente. Lo scostamento comunque non è risultato mai elevato e l'andamento dei valori J tende a livellarsi all'aumentare del numero di repliche. Si può quindi affermare che una valutazione a priori sul numero delle re-

pliche da utilizzare per conoscere una comunità dipende in primo luogo dal fenomeno che si vuole analizzare: se obiettivo della ricerca è lo studio analitico di tutte le specie componenti il sistema, occorre utilizzare un maggior numero di repliche; nel caso invece che obiettivo della ricerca sia la conoscenza delle principali componenti della comunità, è sufficiente un numero di repliche meno elevato.

Per una trattazione più estesa del seguente lavoro e per la bibliografia vedi: *Ann. Ist. Statistica,* **38**, 1-25 (1973-74 [pubbl. 1979]).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C. MORRI

REMARQUES SUR LES HYDRAIRES VIVANTS DANS LES SALISSURES BIOLOGIQUES DE QUELQUES CENTRALES THERMO-ÉLECTRIQUES CÔTIÈRES ITALIENNES (*)

Riassunto — *Osservazioni sugli Idroidi presenti nel fouling di alcune Centrali Termoelettriche costiere italiane.* Sulla base di dati originali e della letteratura, vengono segnalate 18 specie di Idroidi nelle associazioni fouling di 3 Centrali Termoelettriche costiere italiane (Genova, Vado Ligure e Torvaldaliga); viene esaminato, in particolare, l'insediamento delle specie più comuni.

Abstract — *Notes on Hydroids living in the fouling of some Italian coastal Electric Power Stations.* Eighteen Hydroid species are recorded, on the basis of both original and previously published data, in the fouling of three Italian Electric Power Stations (Genova, Vado Ligure and Torvaldaliga). The settlement of the commonest species is examined in detail.

Key words — Hydroids, fouling, Electric Power Stations.

Les salissures biologiques présentes dans les conduites des Centrales Thermo-électriques, dont les systèmes de refroidissement utilisent l'eau de mer, ont été assez bien étudiées en Italie, surtout le long des côtes liguriennes (RELINI, 1977). Dans ces études on a toujours employé des plaques expérimentales immergées durant 1-12 mois dans trois endroits du circuit hydraulique: une près du point d'aspiration, une dans le bassin où les eaux sont filtrées et une près du rejet à la mer. Dans l'ensemble, il s'agit d'un milieu particulier car les eaux ont en général une vitesse très élevée (parfois supérieure à 2 m/sec), sont soumises à l'application de systèmes pour la prévention des salissures (plus habituellement la chloration) et, au niveau des rejets, ont une temperature toujours plus haute (de 8-10°C) qu'à l'extérieur.

Les Hydraires y sont généralement très importants et MORRI (1979) a dernièrement publié une recherche détaillée sur leur installation (Centrale de Torvaldaliga, près de Rome); la présence des Hydraires a été suffisamment bien analisée même dans les Centrales de Gênes (RELINI *et al.*, 1974) et de Vado Ligure, près de Savone (RELINI et ROMAIRONE, 1976).

Parmi les 18 espèces signalées (tab. 1), *Tubularia crocea* (= *T. me-*

Istituto di Ecologia animale ed etologia - Piazza Botta 10, 27100 Pavia.
(*) Recherche réalisée dans le cadre d'un contrat entre l'ENEL-CRTN et l'Université de Gênes.

	T			V			G	
	A	B	R	A	B	R	A	B
Tubularia crocea Agassiz	o	o	o	o	o	o	o	o
Coryne pusilla Gaertner	o	o						
Coryne sp.						o		
Eudendrium racemosum Cavolini				o	o	o		
Eudendrium motzkossowskae Picard		o						
Bougainvillia ramosa (van Beneden)				o				
Clytia hemisphaerica (L.)	o	o	o	o	o	o		o
Campanularia integra Mac Gillivray	o							
Obelia geniculata (L.)	o	o	o	o	o	o		
Obelia dichotoma (L.)	o	o	o	o	o	o		
Obelia sp.							o	
Laomedea calceolifera (Hincks)	o	o	o					
Lafoeina tenuis G.O.Sars	o	o						
Aglaophenia tubiformis Mark.-Turneretscher		o						
Ventromma halecioides (Alder)		o						
Plumularia setacea (L.)	o							
Sertularella gaudichaudi (Lamouroux)	o	o	o	o				
Dynamena disticha (Bosc)	o	o						

TABLEAU 1 - Distribution des espèces par localités et par stations. T = Centrale de Torvaldaliga (d'après MORRI, 1979); V = Centrale de Vado Ligure (d'après RELINI *et al.*, 1976 et d'après des observations personnelles); G = Centrale de Gênes (d'après RELINI *et al.*, 1974). A = aspiration; B = bassin; R = rejet.

sembryanthemum Allman) est généralement la plus commune et abondante, et forme parfois, des popolations très riches (plus de 300 hydrocaules/dm^2, à Torvaldaliga): en effet on sait que l'espèce est favorisée par la vitesse des eaux et qu'elle supporte, dans une certaine mesure, l'action du chlore. *T. crocea* est une espèce « pionnière » qui s'installe pendant presque toute l'année avec des maximums au printemps et surtout en été; sa croissance est rapide: les hydrocaules peuvent atteindre une longueur d'environ 5 cm après un mois et de 8-10 cm après trois mois (Vado Ligure, observ. pers. en 1976).

Un autre Hydraire très important dans les Centrales, tout au moins dans celles de Vado Ligure et de Torvaldaliga, est *Sertularella gaudichaudi* (= *S. ellisi* sensu Picard); elle n'a pas été signalée dans la Centrale de

Gênes qui est la seule à utiliser, pour son système de refroidissement, les eaux du milieu portuel. En effet, l'espèce est inhabituelle dans les eaux polluées des ports: au contraire, on la trouve communément dans les eaux pures, en mode battue à faible profondeur. *S. gaudichaudi* s'installe en hiver et au printemps sur les plaques qui sont restées immergées durant plus d'un mois. Elle est toujours moins abondante que *T. crocea.*

Parmi les autres Hydraires, seules les Campanularidés sont suffisamment représentés en toutes les trois localités, surtout avec *Clytia hemisphaerica* (= *C. johnstoni* Alder), *Obelia dichotoma* et *O. geniculata;* ces espèces s'installent surtout au début de l'été et peuvent quelquefois résulter très abondantes sur les plaques pauvres en salissures où elles forment de complexes réseaux d'hydrorhizes reptantes sur les surfaces vierges.

D'une façon générale, on peut observer la plus grande richesse en espèces et en colonies dans les conduites d'aspiration et dans les bassins, tandis que dans les conduites de rejet les Hydraires sont plus rares et scarces (tab. 1). Dans ce dernier milieu on peut remarquer, en certains cas (par exemple à Vado Ligure), que les Hydraires, et surtout *T. crocea,* ont la tendence à s'installer en hiver au lieu qu'en été, à cause des excessives temperatures (même supérieures à 34°C) qu'on rejoint dans la saison chaude. On peut souligner, enfin, que les espèces les plus importantes sont, à l'exception de *S. gaudichaudi,* pratiquement les mêmes dans les trois localités considerées, bien qu'il s'agit de milieux differents.

Je tiens à remercier M. le Prof. G. Relini (Université de Gênes) qui m'a confié cette recherche.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

MORRI C. (1979) - Osservazioni sugli Idroidi raccolti nelle condotte della Centrale Termoelettrica di Torvaldaliga (Civitavecchia). *Natura* (sous presse).

RELINI G. (1977) - Macrofouling in the marine conduits of the Thermoelectric Power Stations of Liguria. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* **24** (4), 175-176.

RELINI G., MONTANARI M., VIALE S. (1974) - Insediamento del fouling su pannelli immersi in una condotta marina sottoposta a clorazione. *Atti IV Simp. Naz. Conservaz. Natura, Bari,* **1**, 89-119.

RELINI G., ROMAIRONE V. (1976) - Cicli di insediamento del fouling in condotte di un impianto di raffreddamento in cui circola acqua di mare trattata con cloro. *Archo Oceanogr. Limnol.,* **18**, 231-256.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. RELINI, C.N. BIANCHI

PRIME OSSERVAZIONI SUL FOULING DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA DI TORVALDALIGA (CIVITAVECCHIA) (*)

Riassunto — Il fouling dei sistemi di raffreddamento della Centrale Termoelettrica di Torvaldaliga è stato esaminato dall'aprile 1978 al marzo 1979 tramite l'immersione di pannelli atossici per 1, 3, 6, 9 e 12 mesi in sei stazioni. Benché siano state raccolte circa 200 specie tra Alghe ed animali, il fouling è stato generalmente scarso. Il peso umido non ha mai raggiunto valori elevati: i massimi sono stati 5.4 g/dm^2/mese e 35.5 g/dm^2/anno. I mitili si sono insediati in quantità limitata e non sono mai risultati dominanti in nessuna stazione.

Abstract — *Preliminary investigation on the fouling of the Thermoelectric Power Station of Torvaldaliga* (*Civitavecchia, Italy*). The fouling of cooling systems at the Torvaldaliga thermoelectric Power Station was examined from April 1978 to March 1979 by immersing non toxic panels for 1, 3, 6, 9 e 12 months at 6 stations. Although about 200 species of animals and Algae were recorded, in general fouling was light. The wet weights never reached high values: the maximum was 5.4 g/dm^2/after 1 month exposure and 35.5 g/dm^2 after 1 year. Settlement of mussels was sparse and they were not dominant at any of the stations.

Key words — Fouling, Power Stations, Tyrrhenian Sea.

Mancano in letteratura dati sull'insediamento e sullo sviluppo del fouling di Centrali Termoelettriche del Medio-Tirreno, mentre è ben noto quello del porto di Civitavecchia (TARAMELLI RIVOSECCHI e CHIMENZ GUSSO, 1976).

La nostra ricerca è stata condotta dall'aprile 1978 al marzo 1979 tramite l'immersione di substrati artificiali atossici (pannelli di cemento-amianto, 200 x 300 x 3 mm) per 1, 3, 6, 9 e 12 mesi lungo il circuito di raffreddamento della Centrale di Torvaldaliga. Le 6 stazioni utilizzate sono rappresentative di 3 diverse situazioni ambientali: staz. CA e CD, nei canali di adduzione (alta velocità delle acque, assenza di luce); staz. CB e CE, nelle vasche di calma (idrodinamismo meno accentuato, presenza di luce); staz. CC e CF, nei canali di scarico (turbolenza, luce, temperatura sempre superiore di 8-10°C a quella esterna).

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, via Balbi 5, 16126 Genova.

(*) Ricerca effettuata nell'ambito di un contratto tra l'Università di Genova ed il CRTN-ENEL.

Il fouling formatosi sui pannelli è risultato alquanto diverso da quello del vicino porto di Civitavecchia ed è caratterizzato da una notevole ricchezza qualitativa. Tra vegetali ed animali sono infatti state raccolte circa 200 specie. Oltre ai dati riportati in Tabella 1 si possono ricordare:

GRUPPI	STAZIONI CA	CB	CC	CD	CE	CF	TOT
Idroidi	7	10	3	6	7	3	14
Serpulidi	10	12	5	5	13	6	16
Cirripedi	3	3	4	3	3	3	5
Anfipodi	12	21	6	7	8	7	26
Molluschi	11	12	12	7	13	7	24
Briozoi	5	13	7	2	12	2	19
TOT	48	71	37	30	56	28	104

TABELLA 1 - Numero di specie dei principali gruppi sistematici raccolte in ciascuna stazione.

circa 20 specie di Alghe, 4 di Platelminti, 3 di Nemertini, oltre 30 di Policheti non Serpulidi, 5 di Isopodi, 6 di Decapodi, 4 di Picnogonidi e 3 di Echinodermi; altri gruppi (Attiniari, Misidacei e Tanaidacei) sono stati rinvenuti con una sola specie. La maggior ricchezza specifica è stata riscontrata nelle vasche di calma (staz. CB), la minore nei canali di scarico (staz. CF).

Nell'insieme gli organismi dominanti sono l'Idroide *Tubularia crocea* Agassiz, l'Anfipode tubicolo *Jassa falcata* (Montagu) ed il Cirripede *Balanus perforatus* Bruguière nei canali di adduzione; i Briozoi *Watersipora subovoidea* (D'Orbigny) e *Scrupocellaria bertholeti* (Savigny e Audouin) ed il Bivalve *Anomia ephippium* (L.) nelle vasche di calma; diverse specie algali (soprattutto Ulvacee, Ectocarpacee e Corallinacee) e lo Spirorbide *Pileolaria pseudomilitaris* (Thiriot-Quiévreux) agli scarichi.

Contrariamente a situazioni similari descritte in precedenti lavori (RELINI, 1977; RELINI, MONTANARI e VIALE, 1974; RELINI e ROMAIRONE, 1976) la biomassa del fouling (espressa come peso umido non decalcificato) è sempre risultata scarsa in tutte le stazioni (fig. 1). I maggiori accumuli mensili si sono verificati nei mesi estivi ed a marzo. Da notare che non vi è una grande differenza ponderale tra il fouling di pannelli semestrali e quello di pannelli esposti per 9 o 12 mesi.

I massimi accumuli osservati nel corso dell'anno sono stati di 5.4 $g/dm^2/mese$ (agosto, staz. CE) e di 35.5 $g/dm^2/anno$ (marzo, staz. CD);

quest'ultimo valore, ben lontano dai 160 g/dm²/anno delle Centrali liguri, potrebbe essere dovuto ad un inaspettato scarso insediamento di mitili che in nessuna stazione, infatti, sono mai risultati dominanti.

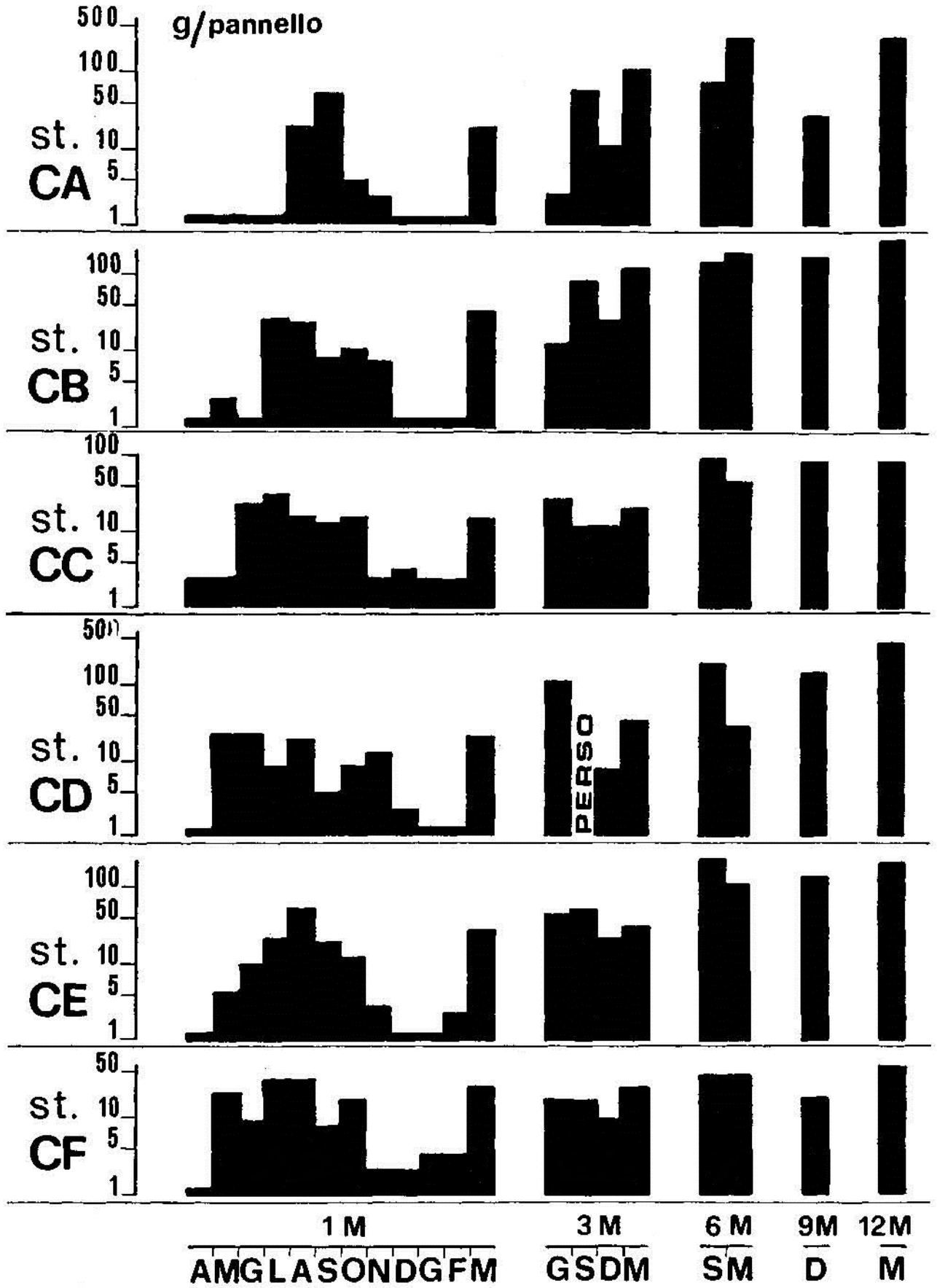


Fig. 1 - Valori del peso umido del fouling rilevati su pannelli esposti per 1 (12 pannelli), 3 (4 pannelli), 6 (2 pannelli), 9 e 12 mesi (A, M, G . . .) in ciascuna delle 6 stazioni. Per avere i valori espressi in g/dm² è sufficiente dividere per 12 i valori riportati.

LETTERATURA CITATA

RELINI G. (1977) - Macrofouling in the marine conduits of the thermoelectric power stations of Liguria. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **24** (4), 175-176.

RELINI G., MONTANARI M., VIALE S. (1974) - Insediamento del fouling su pannelli immersi in una condotta marina sottoposta a clorazione. *Atti IV Simp. Naz. Conservaz. Natura, Bari,* **1**, 89-121.

RELINI G., ROMAIRONE V. (1976) - Cicli di insediamento del fouling in condotte di un impianto di raffreddamento in cui circola acqua di mare trattata con cloro. *Archo Oceanogr. Limnol.,* **18**, suppl. (3), 231-256.

TARAMELLI RIVOSECCHI E., CHIMENZ GUSSO C. (1976) - Etudes sur la salissure marine et sur les perforantes du bois dans le port de Civitavecchia. *Proc. 4th Int. Congr. Mar. Corrosion and Fouling, Antibes-Juan Les Pins, France,* 513-518.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. Diviacco

AMPHIPODS OF FOULING IN THE CONDUITS OF THE ELECTRIC POWER STATION OF TORVALDALIGA (CIVITAVECCHIA) (*)

Riassunto — *Gli Anfipodi del fouling nelle condotte della Centrale termoelettrica di Torvaldaliga (Civitavecchia)*. Su pannelli di cemento amianto immersi nelle condotte della Centrale termoelettrica di Torvaldaliga sono state rinvenute 26 specie di Anfipodi, ma solo una minima parte di esse è risultata importante quantitativamente. Tra queste ultime, tutte comuni in molte associazioni fouling, ha nettamente dominato *Jassa falcata* (Montagu), che con i suoi tubi ha costituito in alcuni periodi la parte principale dell'insediamento. Nel complesso la fauna anfipodologica dei canali della Centrale si discosta da quella nota per il tratto di costa antistante e per il vicino Porto di Civitavecchia.

Abstract — 26 species of Amphipods have been collected on asbestos cement panels immersed in the conduits of the electric power station of Torvaldaliga, but only few of them have resulted quantitatively important. *Jassa falcata* (Montagu) was the most abundant species and its tubes sometimes covered all the surface of the panels. Amphipodological fauna of this power station differs from that described in literature for the near Civitavecchia harbour and for the coast close to the power station.

Key words — Amphipods, electric power station, fouling.

The examination of cement asbestos panels of standard dimension (200 x 300 x 4 mm) immersed for 1, 3, 6, 9 and 12 months in 6 stations placed in the conduits of cooling water circulation of the electric power station of Torvaldaliga has permitted to find 26 species of Amphipods: *Ampelisca serraticaudata* Chevreux, *Amphithoe ramondi* (Audouin), *Cymadusa crassicornis* (A. Costa), *Microdeutopus* sp., *Apherusa chiereghinii* G. Soika, *Corophium acutum* Chevreux, *Corophium insidiosum* Crawford, *Corophium sextonae* Crawford, *Erichthonius* sp., *Dexamine spiniventris* (Costa), *Dexamine spinosa* (Montagu), *Elasmopus rapax* Costa, *Maera inaequipes* (Costa), *Jassa falcata* (Montagu), *Leucothoe spinicarpa* (Abildgaard), *Lysianassa bispinosa* (Della Valle), *Lysianassa longicornis* Lucas, *Pereionotus testudo* (Montagu), *Gammaropsis* sp., *Podocerus variegatus* Leach, *Stenothoe valida* Dana, *Hyale camptonyx* (Heller), *Hyale schmidti* (Heller), *Caprella acanthifera* Leach, *Caprella dilatata* Kroyer, *Caprella equilibra* Say. Information on their distribution and ecology will be given in a successive note; only the most abundant species, that are the most frequent in coastal fouling community, are considered here.

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, via Balbi 5, Genova.

(*) Research carried out under a contract between the Genova University and the CRTN-ENEL.

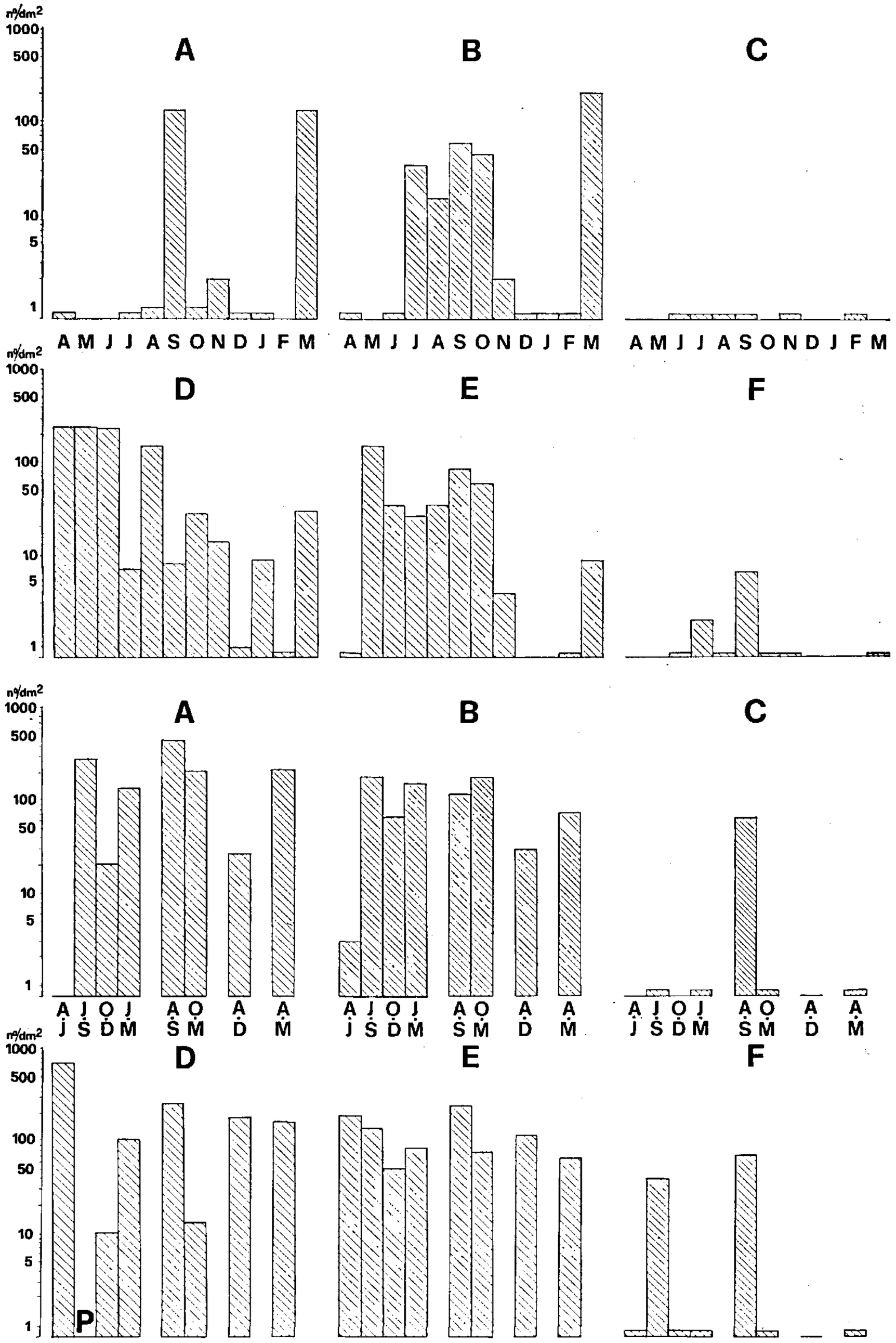


Fig. 1 - Density of Amphipods tubes (mainly of *J. falcata*) on panels immersed for 1 month (above) and for 3, 6, 9 and 12 months (below).

The 6 stations were placed along two parallel conduits, in three different environmental conditions:

a) intake channels, with a high water speed and light absence (stat. A and D);

b) basins at the end of the intakes, with a lower water speed and presence of light (stat. B and E);

c) discharge zones (outfalls), with presence of light and high temperature and turbulence (stat. C and F).

For further information on the environment and on the general methods, see RELINI and BIANCHI (1979).

The station with the highest number of species (station B) is one of the two situated in the basins at the end of the intakes, while the smallest presence was found in the stations at the end of discharge canals.

Probably in the intakes the strong hydrodynamism and the scarce light, that determines a reduction of the algae settlement, are not favourable to the presence of some species. Near to the outfalls the hydrodynamism, the residues of chemical treatment and the high summer temperature greatly impede the presence of many of these animals.

J. falcata was the most abundant species and sometimes its tubes formed the prevalent part of the settlement. Also *C. equilibra* and *C. dilatata,* associated particularly to the Hydroids of genus *Tubularia,* were very abundant, while *S. valida* and *E. rapax* have been found in smaller number.

The tubes, mainly of *J. falcata,* have been counted (fig. 1). They were very abundant in the intakes, where nevertheless great differences between stations A and D have been observed, and very scarce in the discharge canals.

In some periods of the year the settlement was formed almost exclusively of tubes covering a great part of the substratum and reaching the highest density (700/dm^2) on the panel immersed for 3 months (April-June) at the station D. When Hydroids were present, a disposition of the tubes laid upon the hydrorhyzae, used probably for their anchorage, was observed.

On the whole the Amphipods found in the conduits of this power station are well represented qualitatively, especially if compared with those of the electric power station of Vado Ligure (DIVIACCO, 1979), but the species quantitatively important are few and correspond to those typical of many coastal fouling communities. Amphipodological fauna of power station of Torvaldaliga is different to that described for the near Civitavecchia harbour (TARAMELLI and SCIPIONE, 1977) and for the

coast close to the power station (TARAMELLI RIVOSECCHI, 1969), mainly with regard to dominant species (*C. acutum, S. valida, C. equilibra, Elasmopus pocillimanus* (Bate) at Civitavecchia and *A. ramondi, E. pocillimanus, H. schmidti* at Torvaldaliga).

I wish to thonk Prof. Giulio Relini having advised me and having permitted me to make this research and Prof. Sandro Ruffo having confirmed the identification of the species.

LITERATURE CITED

DIVIACCO G. (1979) - I Crostacei Anfipodi del fouling nella Centrale termoelettrica di Vado Ligure (Savona). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* (in press).

RELINI G., BIANCHI C. N. (1979) - Prime osservazioni sul fouling della centrale termoelettrica di Torvaldaliga (Civitavecchia). *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem.,* ser. B, **86**, suppl., 308-311.

TARAMELLI RIVOSECCHI E. (1969) - Ricerche sulle zoocenosi delle alghe fotofile e in particolare di *Halopteris scoparia* (L.) Sauv. a Tor Valdaliga (Civitavecchia). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **37**, 2° Suppl., 349-358.

TARAMELLI E., SCIPIONE M. B. (1977) - Gli Anfipodi del Porto di Civitavecchia. *Atti IX Congr. Soc. It. Biol. Mar., Ischia,* 427-438.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

C.N. BIANCHI

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LES POLYCHÈTES SERPULOIDEA (ANNÉLIDES) DE SUBSTRATS ARTIFICIELS IMMERGÉS DANS LE GOLFE DE GÊNES (*)

Riassunto — *Osservazioni preliminari sui Serpuloidei* (*Annelida, Polychaeta*) *di substrati artificiali immersi nel Golfo di Genova.* Viene esaminato l'insediamento dei Serpuloidei su substrati artificiali immersi per 2, 4, 6 e 12 mesi a 1, 3, 5, 10, 15 e 20 m di profondità presso Portofino. Sono state complessivamente raccolte 26 specie: 18 Serpulidae s. str. e 8 Spirorbidae; le più comuni sono *Filograna* sp., *Josephella marenzelleri, Spirobranchus polytrema, Pileolaria militaris* e *Pomatoceros triqueter.* Vengono analizzate quantitativamente la distribuzione verticale e le fasi della colonizzazione.

Abstract — *Preliminary data on the Serpuloidea* (*Annelida, Polychaeta*) *from artificial substrata immersed in the Gulf of Genoa.* Settlement of Serpuloidea on artificial substrata immersed during 2, 4, 6 and 12 months at 1, 3, 5, 10, 15 and 20 m depth near Portofino has been examined. Twenty-six species, 18 Serpulidae s. str. and 8 Spirorbidae, have been found; the commonest were: *Filograna* sp., *Josephella marenzelleri, Spirobranchus polytrema, Pileolaria militaris* and *Pomatoceros triqueter.* Vertical distribution and colonisation patterns are quantitatively analysed.

Key words — Serpuloidea, Ligurian Sea, artificial substrata.

L'étude des organismes, parmi lesquels les Polychètes Serpuloidea, presents sur substrats artificiels fait partie d'une plus vaste recherche — dont les premiers résultats ont été déjà publiés par SARÀ *et al.* (1978) — sur les peuplements benthiques de la falaise du Promontoire de Portofino (près de Gênes, Mer Ligure). Ici on fait seulement quelques considerations, tout à fait préliminaires (l'argument sera approfondis, avec de nouvelles données, dans un travail ultérieur), sur l'installation des Serpuloidea sur des substrats vierges artificiels (plaques en ciment-amiante, 200 x 300 x 3 mm) immergés durant 2, 4, 6 et 12 mois à six profondeurs: 1, 3, 5, 10, 15 et 20 mètres.

On a récolté 26 espèces, 18 Serpulidae s.str. et 8 Spirorbidae (tab. 1), dont la plupart avait déjà été observée sur substrats artificiels en Mer Ligure (BAZZICALUPO *et al.*, 1974; RELINI *et al.*, 1970; etc.). En particulier la liste des espèces correspond pour une bonne part avec celle donnée par BAZZICALUPO *et al.* (1974) pour le Coralligène et l'herbier de Posidonies (où les signalisations de *Hydroides lunulifer, H. dianthus, Vermiliopsis*

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale - Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, via Balbi 5, 16126 Genova.

(*) Recherche effectuée dans le cadre du Progetto Finalizzato CNR « Oceanografia e fondi marini - Risorse Biologiche ».

Serpulidae Johnston s.str.	*Pomatoceros triqueter* (L.)
Serpula vermicularis L.	*Pomatoceros lamarckii* (Quatrefages)
Serpula concharum Langerhans	*Josephella marenzelleri* Caullery et Mesnil
Serpula lobiancoi Rioja	*Filograna* sp.
Hydroides norvegica Gunnerus	*Protula* sp.
Hydroides elegans (Haswell)	Spirorbidae Pillai
Hydroides pseudouncinata Zibrowius	*Spirorbis cuneatus* Gee
Hydroides helmata (Iroso)	*Protolaeospira striata* (Quiévreux)
Hydroides nigra Zibrowius	*Pileolaria militaris* Claparède
Vermiliopsis infundibulum (Philippi)	*Pileolaria heteropoma* (Zibrowius)
Vermiliopsis striaticeps (Grube)	*Pileolaria pseudomilitaris* (Th.-Quiévreux)
Vermiliopsis labiata (O.G. Costa)	*Pileolaria koehleri* (Caullery et Mesnil)
Semivermilia crenata (O.G. Costa)	*Janua pagenstecheri* (Quatrefages)
Spirobranchus polytrema (Philippi)	*Janua pseudocorrugata* (Bush)

Tableau 1 - Liste des espèces récoltées sur les substrats artificiels.

langerhans [sic] et, surtout, de *Pomatoceros minutus* reposent probablement sur des erreurs d'identification). À Portofino les genres les plus représentés sont *Hydroides* (5 espèces) et *Pileolaria* (4 espèces), tandis que les espèces les plus abondantes (plus de 8 individus par dm^2 en moyenne) sont *Filograna* sp., *J. marenzelleri, S. polytrema, P. militaris* et *P. triqueter.* Presque la totalité des espèces s'installe surtout entre l'été et l'automne, tandis que *H. norvegica, S. polytrema, P. triqueter* et *P. striata* préfèrent apparémment la période hiver-printemps; les deux *Janua* s'installent durant toute l'année en quantités semblables.

La plupart des espèces est présente à tous les niveaux examinés mais quelques-unes (*P. lamarckii, P. pseudomilitaris, S. polytrema, V. striaticeps* etc.) sont décidément plus abondantes entre 1 et 5 m, quelques-autres (*V. infundibulum, S. crenata, S. lobiancoi* etc.) à 15-20 m; dans le genre *Vermiliopsis* il y a une vicariance d'espèces par rapport à la profondeur: *V. striaticeps* est l'espèce « superficielle » (1-3 m), *V. labiata* l'« intermédiaire » (10 m) et *V. infundibulum* la « profonde » (20 m). La richesse spécifique (indice de Drach) est maximale à 15 m, minimale à 1 et 3 m; le nombre total des individus est grand à 3 et 15 m, petit à 5 et 10 m. Enfin la diversité spécifique (indices de Shannon-Weaver et de *eveness*) est très faible à 3 m, à cause de la massive dominance de *Filograna* sp. (jusqu'à environ 150 individus par dm^2), et est plus haute à 10 m, profondeur où les espèces sont plus équireprésentées (fig. 1). Dans l'ensemble, on peut distinguer deux peuplements qui se succèdent avec la profondeur et qui

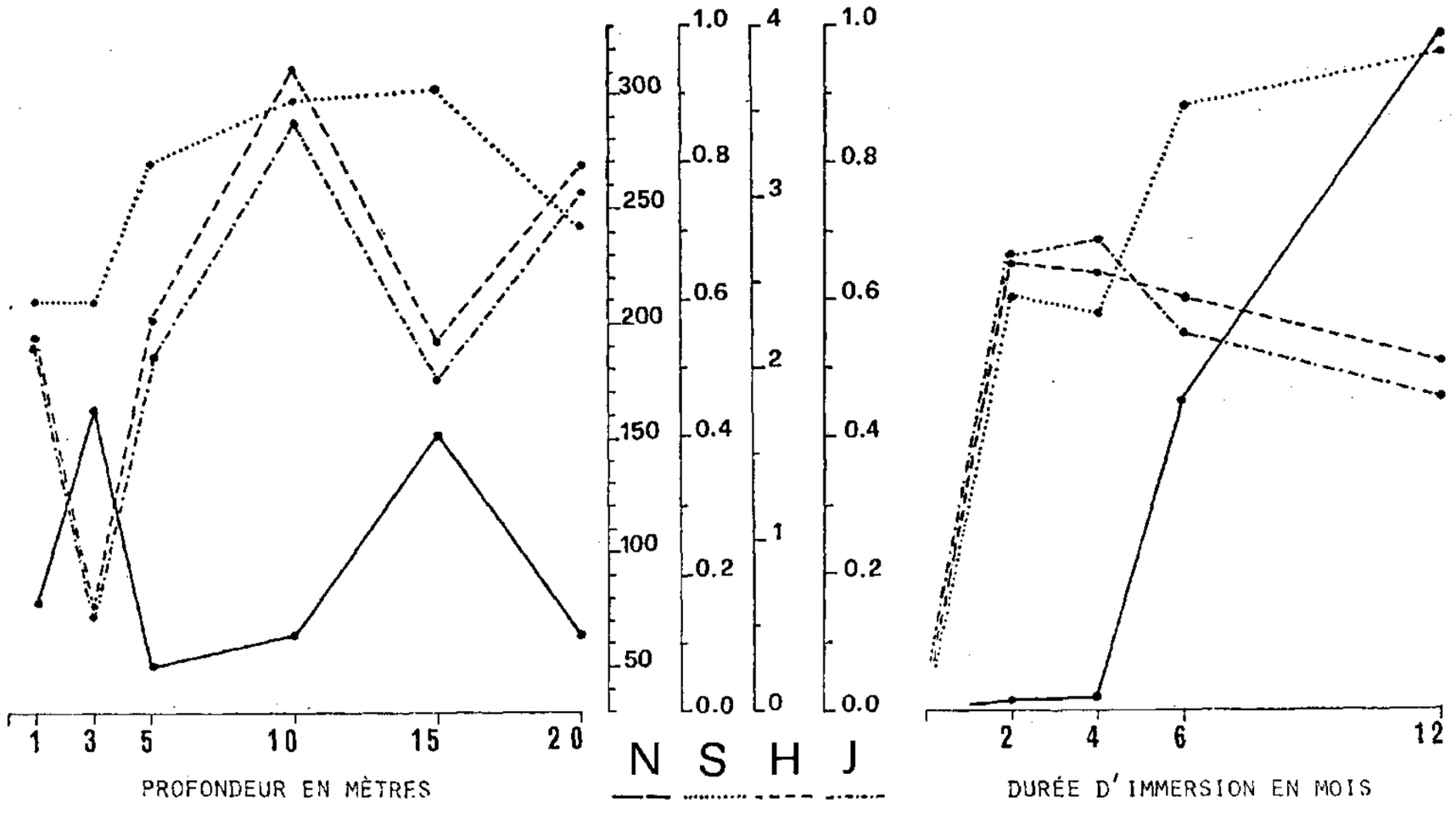


Figure 1 - Valeurs du nombre moyen par dm^2 des individus (N) et des indices de Drach (S), de Shannon-Weaver (H) et de *eveness* (J) par rapport à la profondeur (à gauche) et à la durée (à droite) d'immersion des substrats artificiels.

sont caractérisés par la dominance, l'un de *Filograna* sp. (à 3 m), l'autre de *J. marenzelleri* et de *P. militaris* (à 15 m).

Le nombre soit d'espèces soit d'individus croît avec la prolongation de la période d'immersion des substrats. Le nombre d'espèces augmente car, d'une côté, les espèces « pionnières » demeurent même sur les substrats les plus vieux (où elles sont en général les plus abondantes) et, d'autre côté, beaucoup d'espèces (*S. vermicularis, H. pseudouncinata, H. helmata, V. infundibulum* etc.) commencent à s'installer seulement après 6 mois: la richesse spécifique (indice de Drach) est maximale après 12 mois. Le nombre d'individus augmente grâce, plus qu'au recrutement d'espèces, à la réproduction asexuée des spécimens, précédemment installés, de *Filograna* sp. et de *J. marenzelleri.*

Á cause de la large dominance de ces deux espèces, la diversité spécifique (indices de Shannon-Weaver et de *eveness*) est plus faible sur les substrats qui sont restés immergés plus longuement (fig. 1).

Je tiens à remercier M. G.RELINI (Gênes), qui m'à confié cette recherche, et M. R.PRONZATO (Gênes), pour ses renseignements sur les indices mathématiques utilisés dans ce travail.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

BAZZICALUPO G., RELINI C., VIALE S. (1974) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a coralligeno ed in una prateria di Posidonia. IV: Policheti Sedentari e Cirripedi. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.,* n.s., **4**, 343-370.

RELINI G., BAZZICALUPO G., MONTANARI M. (1970) - Insediamento su pannelli atossici immersi nella rada di Vado Ligure (Savona): i Serpulidi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **38**, suppl., 71-95.

SARÀ M., BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M., PESSANI D., PRONZATO R. (1978) - Analisi di un popolamento di falesia del Promontorio di Portofino: dati preliminari. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **46**, 119-137.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86,** suppl. (1979).

E. PISANO

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SUI BRIOZOI DI SUBSTRATI ARTIFICIALI IMMERSI NEL PIANO INFRALITORALE DEL PROMONTORIO DI PORTOFINO (MAR LIGURE) (*)

Riassunto — Su substrati artificiali immersi a 1, 3, 5, 10, 15, 20 m di profondità lungo una falesia del promontorio di Portofino sono state raccolte 53 specie di Briozoi di cui è fornita la lista. Vengono considerati i principali fattori che influenzano la colonizzazione delle superfici sperimentali. Le specie più comuni sono: *Schizobrachiella sanguinea* (Norman), *Chorizopora brongnarti* (Audolin), *Escarina vulgaris* (Moll), *Microporella ciliata* (Pallas), *Parasmittina* cfr. *rouvillei* (Calvet), *Schizoporella longirostris* (Hincks), *Diplosolen obelium* (Johnston).

Abstract — *Preliminary observations on Bryozoans from artificial substrata immersed at Portofino promontory* (*Ligurian sea*). 53 Bryozoan species have been collected on artificial substrata immersed at 1, 3, 5, 10, 15, 20 m depth along a submerged cliff near Portofino promontory. The list of species is given and the main factors affecting Bryozoan settlement are examined. *Schizobrachiella sanguinea* (Norman), *Chorizopora brongnarti* (Audouin), *Escarina vulgaris* (Moll), *Microporella ciliata* (Pallas), *Parasmittina* cfr. *rouvillei* (Calvet), *Schizoporella longirostris* (Hincks), *Diplosolen obelium* (Johnston) are the commonest species.

Key words — Bryozoans, Ligurian sea, artificial substrata.

Una ricerca in corso sul popolamento bentonico del promontorio di Portofino (SARÀ *et al.*, 1978) comprende anche lo studio della colonizzazione di substrati artificiali quale indagine di base per un corretto approccio alla problematica delle barriere artificiali. Vengono qui riportati alcuni dati preliminari sui Briozoi, un gruppo che è risultato predominante, per numero di specie e per quantità, nella frazione animale delle associazioni costituitesi sulle superfici fino ad oggi esaminate.

I Briozoi sono stati raccolti, nel corso del 1978, su cinque serie di pannelli di cemento-amianto (200 x 300 x 3 mm) immersi presso Portofino, a sei profondità (1, 3, 5, 10, 15, 20 metri), per due e per sei mesi; i pannelli erano collocati verticalmente lungo la falesia, a circa 10 cm dalla parete, di modo che una faccia risultava esposta alla luce e all'idrodinamismo, l'altra riparata.

Sono state complessivamente censite 53 specie di cui: 24 Cheilostomata Ascophora, 20 Cheilostomata Anasca, 6 Cyclostomata e 3 Ctenosto-

---

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale - Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, Via Balbi 5, 16126 Genova.

(*) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato del CNR « Oceanografia e fondi marini ».

CHEILOSTOMATA
Anasca
Aetea anguina (L.)
Aetea sica (Couch)
Aetea truncata (Landsboroug)
Aetea sp.
Beania hirtissima (Heller)
Beania magellanica (Busk)
Beania mirabilis (Johnston)
Bicellariella ciliata (L.)
Bugula sp.
Caberea boryi (Audouin)
Callopora dumerilii (Audouin)
Crassimarginatella maderensis (Waters)
Collarina balzaci (Audouin)
Cribrilaria innominata (Couch)
Cribrilaria radiata (Moll)
Mollia patellaria (Moll)
Scruparia ambigua D'Orbigny
Scrupocellaria delilii (Sav. e Audouin)
Scrupocellaria reptans (L.)
Scrupocellaria scrupea (Busk)
Ascophora
Celleporina caminata (Waters)
Celleporina hassalii (Johnston)
Celleporina sp.
Chorizopora brongnarti (Audouin)
Escarina vulgaris (Moll)
Escharoides coccinea (Abildgaard)
Fenestrulina malusii (Audouin)
Hippopodinella lata (Busk)
Hippothoa flagellum Manzoni
Metroperiella lepralioides (Calvet)
Microporella ciliata (Pallas)
Parasmittina cfr *rovillei* (Calvet)
Reptadeonella violacea (Johnston)
Savignyella lafonti (Audouin)
Schizobrachiella sanguinea (Norman)
Schizomavella auriculata cuspidata Hincks
Schizomavella hastata (Hincks)
Schizoporella longirostris (Hincks)
Schizoporella sp.
Sertella sp.
Smittina cheilostoma (Manzoni)
Turbicellepora sp.
Umbonula ovicellata Hastings
Watersipora subovoidea (D'Orbigny)
CYCLOSTOMATA
Crisia sp.
Diplosolen obelium (Johnston)
Disporella sp.
Mecynoecia delicatula (Busk)
Plagioecia sarniensis (Norman)
Tubulipora sp.
CTENOSTOMATA
Amathia lendigera (L.)
Bowerbankia gracilis Leidy
Nolella gigantea (Busk)

TABELLA 1 - Elenco delle specie.

mata (tab. 1). Alcune specie, comparse con colonie ai primi stadi di sviluppo, soprattutto Ciclostomi, sono ancora in corso di determinazione.

In generale tutte le specie tendono ad insediarsi sulla faccia in ombra delle superfici; pochi Briozoi sono relativamente abbondanti sulla faccia esposta: si tratta allora di Chilostomi e Ctenostomi a portamento eretto-rampante (*Savignyella lafontii, Beania mirabilis*), spesso epibionti (*Scruparia ambigua, Aetea truncata*) che possono fissarsi su Balani, Molluschi, Idroidi e sulle Alghe. Questo comportamento, spiegabile col fatto che pochi Briozoi sono veramente fotofili (HARMELIN, 1976), è probabilmente anche in relazione con l'instaurarsi di fenomeni di competizione soprattutto con le alghe.

La distribuzione batimetrica è risultata particolarmente interessante. Rare sono le specie presenti a tutti i livelli con uguale densità (p. es. *Chorizopora brongnarti*); più frequente è il caso di specie che possono comparire in grande quantità in un limitato intervallo di profondità preferenziale (p. es. *Schizobrachiella sanguinea, Schizoporella longirostris*); tutti i Ciclostomi sono costantemente presenti solo a partire da 10 m di profondità. Nell'insieme dei popolamenti osservati, la batimetrica dei 10 metri

sembra rappresentare la separazione tra due contingenti di specie: il primo, più superficiale, è costituito da Chilostomi incrostanti ed eretti e da Ctenostomi, con una buona quota di forme rampanti ed epibionti. Tra questi prevalgono *Schizobrachiella sanguinea, Schizoporella longirostris, Scrupocellaria* sp. Il secondo gruppo, sostanzialmente limitato al di sotto dei 10 m, è formato da Chilostomi incrostanti e soprattutto da Ciclostomi (*Diplosolen obelium, Tubulipora* sp., *Disporella* sp., ecc.) cui si associano specie comuni in zone più profonde del precoralligeno e del coralligeno (*Schizomavella hastata, Cribrilaria radiata, Crassimarginatella maderensis, Callopora dumerilii,* ecc.) che risalgono nell'infralitorale da batimetrie maggiori; non mancano alcune specie pioniere (*Chorizopora brongnarti, Escarina vulgaris, Microporella ciliata*).

La quantità dei Briozoi, valutata come ricoprimento percentuale della superficie, è risultata massima ai primi tre livelli batimetrici, sulla faccia in ombra dei pannelli rimasti immersi più a lungo (6 mesi); tuttavia anche due soli mesi di immersione, durante il periodo estivo, permettono il massivo insediamento di specie ad accrescimento rapido. *Schizobrachiella sanguinea,* un Briozoo comune nelle praterie di Posidonia e nei fondi coralligeni, raggiunge i valori più elevati di ricoprimento: si insedia di preferenza alle minori profondità, nel periodo estivo.

Per quanto i dati raccolti necessitino di ulteriori verifiche, è possibile individuare i principali fattori che intervengono nel determinare la varietà, la quantità e la distribuzione dei Briozoi sui pannelli esaminati: alcuni fattori sono legati più o meno direttamente alla profondità (idrodinamismo, luce), altri alla durata dell'immersione, altri ancora al ciclo stagionale che determina variazioni notevoli della fisionomia dei popolamenti per le oscillazioni quantitative di alcune specie. La competizione con altri organismi è particolarmente forte ai primi tre livelli batimetrici.

E' di interesse infine il ritrovamento di una specie rara in Mediterraneo, *Bicellariella ciliata,* segnalata per la prima volta in Liguria da GERACI (1971) e osservata a Portofino sulla faccia riparata di un pannello a 5 metri di profondità.

LETTERATURA CITATA

GERACI S. (1971) - Presenza di *Bicellariella ciliata* (L.) (Bryozoa) nel Mar Ligure. *Ann. Mus. civ. St. nat. Genova,* **4**, 1-5.

HARMELIN J.-J. (1976) - Le sous-ordre des Tubuliporina (Bryozoaires Cyclostomes) en Méditerrannée. Ecologie et systématique. *Mem. Inst. océanogr. Monaco,* **10**, 1-326.

SARÀ M., BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M., PESSANI D., PRONZATO R. (1978) - Analisi di un popolamento bentonico di falesia del promontorio di Portofino: dati preliminari. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* **46**, 119-137.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

E. Fresi

ATTIVITA' SUBACQUEE E LORO RUOLO NELLA RICERCA BIOLOGICA MARINA

Riassunto — L'esigenza di osservare, documentare e campionare l'ambiente subacqueo è altrettanto antica quanto la Biologia Marina. Tuttavia, nonostante che dispositivi di immersione fossero disponibili fin dagli anni '30 del secolo scorso, si deve attendere il secondo dopoguerra per avere la dimostrazione della rivoluzionaria importanza di queste tecniche nello studio della vita nel mare. Esse infatti hanno consentito di migliorare a tal punto la qualità e la quantità dell'informazione, che il loro contributo allo sviluppo della biologia marina può essere paragonato a quello del microscopio elettronico nel campo della biologia cellulare.

Abstract — *Scientific diving and its role in the development of Marine Biology.* Since the very beginning, the need of direct observation and sampling has been strongly felt by marine biologists. Nevertheless, notwithstanding that diving technologies were available as early as the Thirties of the last century, it is only after the Second World War that their revolutionary importance in the study of underwater life has been fully understood. Scientific diving has so much improved the quantity and the quality of the information, that its contribution to the development of marine biology can be compared to that of the electron microscope in the field of cell biology.

Key words — Diving, Marine biology.

Nel rapporto di attività della Stazione Zoologica per il 1879-1880, Anton Dohrn descrive una sua esperienza di immersione in scafandro compiuta nelle acque di Sorrento, ricavandone alcune considerazioni di carattere metodologico. Dice Dohrn: « il palombaro è in grado di esplorare zone del fondo marino come spaccature, grotte e strapiombi della roccia inaccessibili ai mezzi di raccolta convenzionali... Io stesso mi sono trattenuto una buona mezz'ora in una piccola grotta... ».

Il fondatore della Stazione Zoologica non era certamente il primo biologo marino ad essersi servito della tecnica subacquea per osservazioni e raccolte sul fondo del mare. Già Cavolini aveva utilizzato « tuffatori » napoletani per procurarsi il materiale per la sua memoria sui « polipi marini » (1785) (c'è una gustosa vignetta di Delle Chiaje (1841-1844) che ritrae queste operazioni sullo sfondo del Castel dell'Ovo). In seguito, Audouin e Milne Edwards, e soprattutto Milne Edwards e il suo assistente Quatrefages, nel corso del loro famoso viaggio sulle coste della Sicilia settentrionale, avevano effettuato immersioni con lo scafandro Paulin collezionando abbondante materiale. Erano quelli gli anni, sia detto per

Stazione Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos, Villa Acquario, Ischia Porto (Napoli), Italy.

inciso, in cui la tecnologia subacquea cominciava a compiere i primi passi concreti: Siebe, ad esempio, produceva scafandri in serie fin dal 1837.

Ciò che rende storica l'esperienza di DOHRN è che egli si rende conto — e cito di nuovo — « che il metodo è di enorme importanza per lo studioso di forme sessili... ma anche di Planarie, Nudibranchi ed altri Molluschi » e che: « *con l'ausilio delle apparecchiature subacquee, è facile studiare in situ e con la massima precisione, la densità e la dispersione delle forme benthoniche, ciò che è indispensabile per conoscere le leggi che ne governano la distribuzione* ».

Ad una rilettura moderna, queste frasi si rivelano davvero preveggenti: al di là dell'importanza del metodo quale moltiplicazione delle possibilità meramente esplorative, DOHRN ne intuisce il valore come via per raccogliere una serie di informazioni altrimenti inaccessibili, sulla complessità del mondo subacqueo quale appare attraverso l'osservazione diretta dei patterns distribuzionali delle specie, in rapporto alle condizioni dell'ambiente, osservazione diretta che è la sola a permettere di avvicinarsi alle leggi, appunto, che questa complessità governano. Come ha detto, molto più tardi, RIEDL (1977) « è possibile trattare il grande puzzle in grossi frammenti ancora assemblati, sicchè, se lo osserviamo attraverso una dissezione, sappiamo ciò che abbiamo sconnesso e quindi ciò che dobbiamo fare per ricostituire l'intero sistema ».

Se, al tempo di Anton DOHRN almeno gli studiosi del benthos costiero avessero compreso l'importanza di tutto ciò, un intero arsenale di uncini, draghe, rastrelli e reti, assai simili a quelli che da secoli era in uso presso i pescatori, sarebbe finito nel dimenticatoio. Questi fossili viventi invece, sopravvivono ancor oggi, praticamente immodificati. Il lavoro dei pionieri come CAVOLINI, MILNE-EDWARDS e DOHRN rimase infatti lettera morta, salvo eccezioni come quelle di BERTHOLD (1882) e di WEISMAN (1883) che ne avevano recepito il valore.

I tempi non erano maturi. L'ecologia muoveva appena i primi passi e, quanto al resto della biologia, le motivazioni apparivano scarse, in quanto la tendenza, dopo l'ondata che chiameremo « esplorativa » seguita alla pubblicazione della teoria di DARWIN, s'era orientata verso la morfologia e la fisiologia, cagionando una sorta di riflusso dall'ambiente al laboratorio. Verso la fine del secolo, il MASSART già lamenta (ed ISSEL (1918), citandolo, gli fa eco), che « il biologo attuale è come un pittore di paesaggi che, senza mai uscire dallo studio, lavora su schizzi fatti da altri! ». E' chiaro che un metodo di lavoro che esige un tipo di contatto alquanto *intimo* con l'ambiente, si poneva al difuori di quésta filosofia.

La storia, tuttavia, procede senza riguardo dell'« establishment » del

momento e c'è sempre qualche nuovo pioniere. Sullo scorcio del secolo infatti, un altro biologo sposta il testimone di un piccolo, significativo passo. Si tratta di BOUTAN, studioso di molluschi e, soprattutto della genesi delle perle, inventore, tra l'altro di un metodo sulla base del quale il giapponese MIKIMOTO riuscirà più tardi, a produrre le perle coltivate. BOUTAN si serviva di uno scafandro per le sue ricerche ed era colpito dalla « bellezza e diversità del mondo sottomarino, la cui stranezza », sono parole di BOUTAN « mi aveva da tempo procurato una vivissima impressione e mi pareva deplorevole di non riuscire a farne una descrizione che non fosse inesatta e fortemente incompleta ». L'esigenza di BOUTAN — che sfocerà poi nella realizzazione del primo apparato fotografico subacqueo della storia (1893) — appare vagamente estetizzante e tuttavia, anche in questo caso, l'osservatore non manca di far cenno a quella diversità e complessità che solo col mezzo diretto può documentare. C'è da aggiungere che, nel caso di BOUTAN e del suo allievo PEU (un altro biologo!) che realizzò belle immagini dei vertebrati dell'estuario della Senna (utilizzando il « cilindro ad acqua limpida », ancor oggi in uso), l'esigenza scientifica si sposa felicemente con il progresso tecnologico.

Cosa che si ripete, sempre nel campo della fotografia, con l'ittiologo LONGLEY (è del 1918 il suo *Haunts and habits of tropical fishes. Observations of an explorer equipped with a diving hood...* » lo stesso casco DUNN che userà anche BEEBE qualche anno più tardi (1926-28)), che, in collaborazione con MARTIN, pubblica nel 1927 i primi « autocromi » dal fondo del mare. Più o meno dello stesso periodo (1929-30), è il lavoro di GISLEN che esegue in immersione la sua memorabile serie di ricerche sulla fisiografia sommersa e sul benthos del Gulmar Fjiord.

Negli anni '30 non si può dire che l'applicazione del metodo subacqueo alla biologia marina si diffonda in modo massiccio: registriamo infatti una decina di lavori che ne fanno menzione, tra i quali si ricordano quelli di CONCLIN (1933), KITCHING *et al.* (1934), MINER (1934) e, in Italia, quello del napoletano MIRAGLIA (1935) su « un nuovo metodo di osservazione e caccia subacquea ».

La spinta decisiva viene a cavallo e subito dopo il secondo conflitto mondiale. Tra l'altro, viene con il contributo massiccio di un'altra, insospettata parte. E' del 1943 la messa a punto da parte di COUSTEAU e GAGNAN (Cousteau formerà di lì a poco il famoso trio del « club alpin » con Dumas e Taillez), del moderno autorespiratore ad aria. L'abbandono dei pesanti equipaggiamenti del palombaro e soprattutto lo svincolo dalla logistica di superficie, aprono a tutti un facile accesso al mondo subacqueo. Contemporaneamente esce (1944) il libro di HASS « Tra squali e coralli »,

un libro cui si attribuisce il merito di aver dimostrato che questa moderna avventura è alla portata di tutti. Com'era logico, l'attività subacquea come mezzo di svago e di sport, prese da quel tempo a diffondersi in maniera esponenziale, soprattutto sull'onda dei successi di una pubblicistica e della prima filmografia di grande effetto. La costruzione di efficienti armi subacquee, la messa in commercio di apparati fotografici semplici ed affondabili (la famosa « calypso »), corredati da pellicole a colori di grande sensibilità e da fonti di illuminazione sempre migliori, hanno fatto il resto.

Nel campo dell'applicazione scientifica, invece, le tecniche subacquee come metodo di lavoro, vennero accolte con grande scetticismo.

Chi non ricorda la situazione, durata fino ad una decina di anni fa, in cui l'establishment della biologia era figlio di quella « denaturazione » del biologo di cui abbiamo parlato e di un certo, più o meno cosciente riduzionismo che non comprendeva le domande « complesse » dell'ecologia? Chi non ricorda quanto amaramente, proprio nel I congresso di questa sosietà, MONTALENTI (1969) lamentava la mancanza di naturalisti, ad esempio di sistematici?

E' per questo che alla fine degli anni '40, ricerche come quelle che RIEDL, WIESER, HASS ecc. intraprendevano nel Golfo di Napoli, venivano bollate di semplici imprese sportive. E' interessante ricordare, con RIEDL, che que-

gli studi condotti con poveri mezzi e nei biotopi di più difficile accesso come le grotte subacquee, rappresentarono allora più che altro una sfida dei « nuovi ecologi ». RIEDL ammette (1977) che i problemi scientifici in gioco non erano di grande portata, ma che quella generazione di biologi si trovò, semplicemente attraverso un cambio di prospettiva, a porre le domande adeguate *dentro* l'ambiente sottomarino, domande ancor oggi inaccessibili all'estraneo al mondo subacqueo. Quella generazione prese soprattutto coscienza di disporre di uno strumento che *aumentava di almeno un ordine di grandezza la quantità di informazione su oggetti solo in apparenza conosciuti*: l'immersione subacquea come metodo scientifico divenne *il microscopio elettronico nell'analisi degli ecosistemi costieri.* Le conseguenze di quella nuova filosofia sono, a posteriori, sotto gli occhi di tutti, oggi che, non più la denaturazione del biologo, ma la *denaturazione dell'ambiente,* ha riportato il ricercatore nell'ambiente stesso. L'applicazione e l'estensione all'ambiente marino di concetti come quelli della *microclimatologia* e dell'*edafos,* il riconoscimento di *boundary layers* insieme biotici ed abiotici, l'approccio ecofisiologico con sperimentazioni *in situ* (e quindi, in condizioni *misurate,* non più riprodotte in laboratorio), sono stati e sono estremamente fecondi.

Se oggi applichiamo all'ambiente marino i concetti dei flussi energetici ed informatici, se siamo nelle condizioni di alimentare i nostri compu-

ters con dati adatti all'analisi multidimensionale e ai modelli matematici più complessi, lo dobbiamo anche alla filosofia del « bagnarsi gli stivali e tutto il resto » che ha portato alla convinzione, in molti di noi, che una volta *osservata* la complessità del fondo del mare, nessun altro approccio può portare a qualcosa di simile all'ecologia moderna.

Ecologia moderna di cui c'è tanto più bisogno, quanto più interessante diventa la domanda che sale dall'opinione pubblica e dai governi: una nuova sfida per i nuovi ecologi dell'« intimo ambiente marino ». Una sfida che vale la pena di raccogliere.

LETTERATURA CITATA

BEEBE W. (1926) - The Arcturus Oceanographic Expedition. *Zoologica, N.Y.*, **8**, 1-45.

BEEBE W. (1928) - Beneath tropic seas: a record of diving among the Coral reef of Haiti. Putnam, New York, 234 pp.

BERTHOLD G. (1882) - Über die Vertheilung der Algen im Gulf von Neapel nebst einem Verzeichnis der bisher daselbst beobachteten Arten. *Mitt. Zool. Stn. Neapel*, **3**, 393-537.

BOUTAN L. (1893) - Mémoire sur la photographie sous-marine. *Arch. Zool. exp. gén.*, **1** (3), 281-324.

CAVOLINI F. (1785) - Memorie per servire alla storia de' Polipi Marini, 279 pp.

CONCLIN E. (1953) - Use of the diving helmet in biological study. *Scient. Mar., N.Y.*, **37**, 380-382.

DELLE CHIAJE S. (1841-1844) - Animali senza vertebre del Regno di Napoli. Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore osservati vivi negli anni 1822-1830. 2a ed. C. Batelli (Tipogr.), Napoli, **1-8**, XIX, 1-93; 5-146; 5-142, 1-142; 1-65; 1-86; 87-173.

DOHRN A. (1880) - Bericht über die Zoologische Station während der Jahre 1879 und 1880. *Mitt. Zool. Staz. Neapel*, **2**, 495-516.

GISLEN T. (1929-30) - Epibioses of the Gullmar Fiord. I. II. (Kristinebergs Zoologiska Station, 1877-1927). *Skr. Ser. K. svenska Vetensk. Akad.*, **3**, 1-123.

ISSEL R. (1918) - Biologia Marina. Hoepli, Milano.

KITCHING J., MACAN T., GILSON H. (1934) - Studies in sublittoral ecology. 1. Submarine gully in Wembury Bay, South Devon. *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, **19**, 677-705.

LONGLEY W. (1918) - Haunts and habits of tropical fishes. Observations of an explorer, equipped with a diving hood in the unknown world of oral labyrinths at the bottom of the sea. *Am. Mus. J.*, **18**, 79-88.

LONGLEY W., MARTIN C. (1927) - The first autochromes from the Ocean bottom. *Nat. Geogr. Mag.*, **51**.

MINER R. (1934) - Diving in coral gardens. *Scient. Am., ISI*, 122-124.

MIRAGLIA L. (1935) - Nuovo sistema di osservazione e di caccia subacquea. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **11**, 225-317.

MONTALENTI G. (1969) - La biologia marina in Italia ieri e oggi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **37** suppl., 5-15.

RIEDL R. (1918) - The role of sea cave investigation in marine sciences. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **40**, 492-501.

WEISMANN A. (1883) - Die Entstehung der Sexualzellen bei Hydromedusen. Gustav Fischer, Jena, 295 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

F. Cinelli, E. Fresi

CONTRIBUTO ALLA VALUTAZIONE DELL'EFFETTIVA INCIDENZA DELLA PESCA SUBACQUEA SUL PATRIMONIO BIOLOGICO DELLE ACQUE COSTIERE ITALIANE

Riassunto — Nel corso dell'ultimo ventennio si è andata accrescendo la controversia tra coloro che ritengono la pesca subacquea una causa importante della rarefazione di certe risorse biologiche costiere e coloro che, invece, ne sostengono la scarsa o nulla incidenza, specialmente se rapportata ad altri metodi legali o illegali di prelievo di biomassa ittica. Questo lavoro si propone di indicare un metodo per quantizzare il fenomeno in termini reali: di tale metodo offre un esempio applicativo basato sulla informazione disponibile in Italia.

Abstract — *Contribution to the evaluation of spearfishing influence over the coastal marine biological resources.* In the recent past, there has been a remarkable increase of the controversy about spearfishing. On one hand, there are Authors claiming that this type of activity produces a notable rarefaction in littoral fish populations. On the other hand, several Authors argue that spearfishing does not, or only scarcely, affect the coastal marine biological resources. Notwithstanding this, there are no reliable data allowing to really judge on the matter. The present work is therefore intended to offer a method for the evaluation of the phenomenon in quantitative terms, with an application to the available information for the Italian situation.

Key words — Spearfishing.

La pesca subacquea è, al pari di ogni altra forma di pesca, un mezzo per il prelievo di biomassa ittica. Come tale va descritta, analizzata e valutata. Per far ciò occorre prendere in considerazione le caratteristiche, le attrezzature, gli ambienti in cui si effettua, le specie che ne costituiscono l'oggetto e la sua efficienza come mezzo di prelievo.

Una volta che questi parametri siano stati specificati, si deve procedere alla determinazione dello *sforzo di pesca* che, insieme con il dato di *cattura,* fornisce una visione precisa del *rendimento di pesca* e può dare indicazioni indirette sullo stato di sfruttamento degli stocks ittici. Nella valutazione dello stato di sfruttamento entrano in gioco, com'è noto, anche elementi quali l'*intensità* della pesca e la sua *selettività* in rapporto alle specie e alle classi di età del pescato.

Caratteristiche della pesca subacquea

La peculiarità principale della pesca subacquea risiede nel fatto che la ricerca e la cattura della preda vengono effettuate direttamente ed indi-

Stazione Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos, Villa Acquario, Ischia Porto (Napoli).

vidualmente dall'operatore al di sotto della superficie del mare. E' importante aggiungere che si tratta dell'unica forma di pesca in cui la selezione della preda è interamente volontaria e precede la cattura. L'ambiente in cui si effettua consiste quasi esclusivamente in biotopi rocciosi del piano infralitorale e, in misura molto ridotta, di quello circalitorale. Tale ambiente coincide, ma solo in parte (perché è più ristretto), con quello della piccola pesca costiera espletata con mestieri tradizionali. Coincidono anche, largamente, le specie oggetto di cattura: Serranidi, Sparidi, Mugilidi, Labridi, qualche specie di Mollusco e di Crostaceo.

Il pescatore subacqueo non fa praticamente ricorso a nessuno dei mezzi di ricerca e di allettamento messi in atto dalla pesca moderna convenzionale. La scoperta del pesce è legata alla sola esplorazione visiva del fondale ritenuto adatto e dipende da numerosi fattori quali il tipo di dispersione nel mezzo delle possibili prede e la loro eco-etologia, l'esperienza dell'operatore sulla loro probabile localizzazione, la sua capacità di discriminarne la forma, l'ampiezza orizzontale e verticale della zona di esplorazione, l'autonomia in pesca dell'operatore, le condizioni fisiche dell'ambiente.

Non è chi non veda che, in tale situazione, il successo della ricerca del pesce dipende in larga misura dal fattore umano, su cui pesano fenomeni fisiologici e psicologici legati soprattutto all'estraneità del mezzo in cui si opera.

Tra i fattori sopra elencati, gli unici suscettibili di supporto tecnologico sono il raggio d'azione orizzontale e verticale, una sorta di « volume operativo », e l'autonomia del pescatore. Per valutare l'incidenza della componente tecnologica (in quanto moltiplicatrice delle capacità di sopravvivenza e lavoro dell'uomo in immersione) nella fase di ricerca, basterà porre a confronto le due modalità con cui la pesca subacquea tradizionalmente si effettua.

Nella pesca subacquea praticata in *apnea,* in cui il raggio d'azione e la autonomia sono legati alle attitudini psico-fisiche dell'operatore e al suo stato di allenamento, l'impiego di mute isotermiche espande l'autonomia (di almeno un fattore 4), ma non amplia la capacità di penetrazione verticale. Si calcola (BORGATO, 1967) che un soggetto ben allenato in otto ore di pesca trascorra 96' alla profondità media di 18 m (sommando i tempi di numerose immersioni singole) ed abbia un raggio di azione orizzontale di circa un miglio nautico.

L'impiego di apparecchiature per la *respirazione* autonoma duplica il raggio d'azione verticale, ma restringe quello orizzontale di almeno un fattore 10 e riduce il tempo totale di permanenza in pesca. Come fa ri-

levare BORGATO (1967), la pratica delle immersioni successive non incrementa il tempo di pesca in maniera decisiva ed espande fortemente il fattore di rischio.

Non si può quindi dire che le due forme di pesca differiscano profondamente quanto ad autonomia e raggio operativo: l'apneista compensa le sue limitazioni batimetriche con raggio orizzontale più ampio ed una maggiore autonomia, mentre l'utente di autorespiratore ha indubbiamente migliori risorse alle profondità in cui la permanenza ammessa rende economica l'attività di pesca. Non sembra neppure lecito sostenere che vi siano differenze importanti di efficienza nella scoperta del pesce. Semmai sono un po' diversi i tipi di preda, in quanto l'apneista è favorito nell'incontro con specie ad abitudini più spiccatamente nectoniche, nei confronti di quelle bentoniche e demersali, per le quali il pescatore con autorespiratore è indubbiamente avvantaggiato.

La fase di cattura dipende dalla strategia di avvicinamento al pesce, il cui successo è legato sia alle capacità dell'operatore sia al comportamento della preda. Il fattore tecnologico ha un'incidenza relativa per la modestia della potenza, della portata e del volume di fuoco delle armi subacquee le quali, tra l'altro, sono le stesse per la pesca in apnea e per quella con apparecchi di respirazione. E' comunque importante rilevare che è il fattore umano quello che determina, in ultima analisi, il quoziente prede a tiro/prede effettivamente catturate.

A conclusione di questo paragrafo, vale la pena di rammentare che, tra tutte le forme di pesca che si conoscono, quella subacquea è di gran lunga la più *selettiva* sia in termini quantitativi che qualitativi. Essa infatti non riguarda tutte le specie che si rinvengono nel territorio praticabile e, nell'ambito delle singole specie oggetto di cattura, opera una netta selezione di taglia. Ciò dipende soprattutto dal tipo di attrezzatura (fiocine, arpioni) che pone obbiettivamente limiti inferiori alle taglie catturabili tanto che è ragionevole supporre che siano ben poche le specie suscettibili di prelievo al di sotto della taglia critica.

STIMA DELLO SFORZO DI PESCA

Com'è noto, lo sforzo di pesca è un indice del dispendio energetico o dei mezzi tecnici impiegati nelle attività pescherecce. Un modo corrente di esprimerlo è quello in *tonnellate di stazza lorda* del naviglio addetto. Conoscendo questo parametro (TSL) è possibile fornire i dati di cattura, anzichè in asssoluto, in *Kg per unità di sforzo* (CPUE), avendo così una visione più precisa del rendimento di pesca.

Nel caso della pesca subacquea, la stima dello sforzo è cosa assai ardua per la totale mancanza di dati statistici. Per questo motivo occorre tentarla per via indiretta sulla base dell'informazione disponibile.

Un primo parametro utile è quello delle *vendite annue* di attrezzature subacquee. Conoscendone la durata media e cioè il *turnover,* è possibile determinare il *parco-attrezzature* che è una prima stima dello sforzo. Una migliore approssimazione si ottiene tenendo conto del *coefficiente d'uso* del parco: la Tabella 1 sintetizza l'informazione disponibile al riguardo ottenuta tramite la cortesia della rivista « Il Subacqueo ».

attrezzo	vendita annua (nr.di pezzi)	Turnover (anni)	parco (nr.di pezzi)	coeff. uso %
Maschera	1.700.000	2	3.400.000	50
Pinne (p)	1.500.000	2	3.000.000	50
Boccaglio	2.800.000	1	2.800.000	50
Fucile	100.000	5	500.000	50
Muta	90.000	3	270.000	50
Autoresp.	15.000	5	75.000	50

TABELLA 1 - Vendite annue, turnover, parco-esistenze e coefficienti d'uso di alcune attrezzature subacquee. Italia: mercato interno.

Considerando che l'attrezzatura di base per la pesca deve comprendere almeno una maschera con boccaglio, un paio di pinne ed un fucile, un semplice calcolo mostra che esistono 230.000 attrezzature di questo tipo. Aggiungendo la muta isotermica, abbiamo ulteriori 195.000 unità destinate alla pesca in apnea. Gli equipaggiamenti completi di autorespiratore, infine, ammontano a 75.000. Sotto l'ipotesi che la stima del coefficiente d'uso sia realistica, questi valori sono, rispettivamente: 115.000, 97.500 e 37.500. La loro somma, 250.000, ci dà una stima dello sforzo di pesca applicato nel nostro Paese in questo settore e ci dà anche una stima della popolazione attiva ai fini della pesca subacquea.

IL RENDIMENTO DELLA PESCA SUBACQUEA

Nonostante che la letteratura prodotta sul problema della pesca subacquea conti oggi molti titoli o se ne faccia cenno in numerose pubblicazioni (ad es. HEBERLEIN, 1970; CONTOLI, 1970; TORCHIO, 1972; HISCOCK,

1973; BARADA, 1974; TORTONESE, 1975; RAY, 1977; CLARK, 1976; ecc.), non esiste alcun dato circa le catture effettuate. Un recente articolo di RIPA (1978) dà una cattura globale annua di 248 tonnellate, ma il criterio con cui l'Autore perviene a questa stima ci sembra troppo semplicistico per discuterlo in questa sede.

Ancora una volta, pertanto, occorre tentare una stima indiretta, basandosi sull'informazione disponibile. Questa riguarda le catture operate nel corso di competizioni ufficiali di pesca subacquea e che, in quanto tali, sono registrate dalla Federazione Italiana della Pesca Sportiva. E' il caso di rammentare che tali competizioni avvengono esclusivamente in apnea.

Poiché il fattore-tempo riveste un ruolo importante in un'attività non professionale come la pesca subacquea, ci contenteremo per il momento di calcolare il *rendimento individuale orario* (Ri/h) sulla base di tre distinte serie di dati:

1. catture operate dai primi dieci classificati in 16 campionati italiani di I[a] Categoria (tabb. 2, 3). I valori di Ri/h in Kg, sono calcolati sulla base del tempo di gara che è di 16 ore complessive;

anno	pescato totale Kg	pescato/concorrente Kg	Ri/h Kg
1949	180,7	18,07	1,13
1950	232,6	23,26	1,45
1951	337,9	33,79	2,11
1953	206,7	20,67	1,29
1954	144,6	14,46	0,90
1955	244,4	24,44	1,52
1956	142,2	14,22	0,89
1957	106,5	10,65	0,66
1958	259,6	25,96	1,62
1960	130,5	13,05	0,81
1961	198,4	19,84	1;24
1962	203,6	20,36	1,27
1963	236,1	23,61	1,47
1964	344	34,4	2,15
1965	212,7	21,7	1,32
1966	167,4	16,74	1,04
TOTALE	3.341,3	-	-
MEDIA	209,3	20,93	1,31

TABELLA 2 - Catture e Ri/h per i primi 10 classificati in 16 gare per il Campionato Italiano Assoluto (fonte: *Sub, Enciclopedia del Subacqueo,* Sadea-Sansoni, Firenze, 1968).

ANNO	1949	1950	1951	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	TOT.
1 cl.	4;28	4,60	4,04	2,36	1,68	2,24	1,43	1,20	3,60	1,54	4,41	2,38	2,78	3,22	2,83	1,71	2,77
2 "	2,56	1,49	3,88	2,22	1,12	2,04	1,34	1,08	2,28	1,38	1,69	1,93	2,05	2,70	1,86	1,27	1,91
3 "	1,14	1,42	2,38	1,78	1,09	1,76	1,11	0,85	1,92	1,28	1,07	1,37	1,83	2,31	1,71	1,20	1,51
4 "	0,83	1,28	2,12	1,29	1,05	1,63	0,98	0,82	1,72	1,04	1,00	1,30	1,55	2,30	1,23	1,11	1,33
5 "	0,61	1,14	1,90	1,27	0,88	1,44	0,82	0,81	1,59	0,73	0,94	1,16	1,32	2,23	1,20	1,05	1,19
6 "	0,46	1,03	1,64	1,14	0,83	1,28	0,78	0,51	1,21	0,58	0,69	1,11	1,18	2,17	1,07	0,85	1,03
7 "	0,44	0,93	1,48	0,92	0,74	1,25	0,72	0,39	1,14	0,58	0,69	1,09	1,15	1,96	0,99	0,82	0,95
8 "	0,36	0,91	1,48	0,68	0,69	1,23	0,69	0,39	1,04	0,35	0,66	0,89	1,06	1,66	0,85	0,82	0,86
9 "	0,34	0,87	1,17	0,65	0,52	1,22	0,54	0,31	0,92	0,35	0,64	0,81	1;03	1,60	0,82	0,81	0,78
10 "	0,28	0,86	1,04	0,62	0,45	1,18	0,48	0,29	0,81	0,34	0,60	0,67	0,79	1,46	0,74	0,64	0,70
TOTALE	1,13	1,45	2,11	1,29	0,90	1,53	0,89	0,66	1,62	0,82	1,24	1,27	1,47	2,15	1,33	1,03	1,30

TABELLA 3 - Rendimento orario dei singoli concorrenti in 16 gare per il Campionato Italiano Assoluto. E' opportuno precisare che questi dati, come quelli riportati alla Tab. 2, sono ricavati da punteggi di gara e non da pesi reali del pescato. Il criterio del punteggio è il seguente: 500 punti per ogni preda al di sopra del peso minimo di 500 gr; 1 punto per ogni gr al di sopra del peso minimo. Poiché non è possibile conoscere il numero delle prede e il loro peso reale, abbiamo calcolato i pesi delle catture come se le prede fossero tutte di peso minimo. Si noti però che mentre 5 pesci da 2 Kg ciascuno valgono 2500 punti x 5 = 12.500, un singolo pesce da 10 Kg vale 10.000 punti. Pertanto i pesi da noi calcolati sovrastimano la cattura e i Ri/h effettivi.

2. catture operate da tutti i concorrenti in tutte le gare ufficiali F.I.P.S. negli anni 1975, 1976 e 1977 (tab. 4). Ai fini del calcolo del Ri/h si è applicato un tempo medio di gara pari a 5 ore;

3. catture operate dai concorrenti a gare di Circolo in 8 circoli di 5 diverse regioni d'Italia (tab. 5).

ANNO	ISCRITT nr.	CONC./GARA nr.	PESCATO Kg	PESC/GARA Kg	PESC/CONC. Kg	Ri/h Kg	GARE nr.
1975	1836	43,7	1940,81	46,21	1,057	0,21	42
1976	1446	39,1	2787,62	75,34	1,928	0,39	37
1977	1084	23,1	3385,16	72,02	3,123	0,62	47
TOTALE	4366	34,6	8113,6	64,39	1,860	0,37	126
MEDIA	1455,3	35,3	2704,53	64,52	2,036	0,41	42

TABELLA 4 - Catture e rendimenti orari di pesca per tutti i concorrenti a gare ufficiali F.I.P.S. negli anni '75-'77 (fonte: *F.I.P.S.*).

CIRCOLO	MEDIA PART/GARA nr.	NR. GARE	DURATA/h	PESCATO TOT.Kg	PESC.MEDIO CONC. Kg	Ri/h Kg
Foggia	15	3	4-6	50	3,33	0,23
Firenze	40	5	4	70	1,75	0,09
Lucca	28	3	3,5	30	1,07	0,1
Rimini	14	3	4,5	35	2,5	0,18
Palermo	40	7	5	170	4,25	0,12
Bogliasco	30	12	4	95	3,17	0,07
Rapallo	15	12	4	27,9	1,86	0,04
Genova	15	7	4	43,6	2,9	0,10

TABELLA 5 - Risultati Gare di Circolo e relativi rendimenti orari (1977) (fonte: *Il Subacqueo,* Roma).

Dall'analisi di questi dati, si desume che il Ri/h medio nelle tre serie di dati varia tra un massimo di 2,77 Kg e un minimo di 0,04 Kg, come mostrato nella Tabella 6, il che significa che il campo di variazione comprende ben due ordini di grandezza. Tutto ciò pone ulteriormente l'accento sull'importanza del fattore umano nel determinare l'efficacia della pesca subacquea, ma mette anche in luce la difficoltà di collocare il Ri/h del su-

bacqueo comune (si rammenti che i risultati esposti sono ottenuti da atleti in possesso di notevoli attitudini psico-fisiche a spese di un costante e severo allenamento) all'interno o al di fuori dello spettro che abbiamo determinato. Poichè non ci sembra possibile derivare alcun tipo di funzio-

GARE	Ri/h max	Ri/h med.	Ri/h min.	Rapporto medie
Camp. Assol.	2,77	1,303	0,7	1
Gare F.I.P.S.	0,62	0,41	0,28	0,31
Gare Circolo	0,23	0,115	0,038	0,09

TABELLA 6 - Tabella riassuntiva dei rendimenti orari medi e rapporto-medie (Ri/h medio Campionati Assoluti = 1).

ne dall'andamento dei rendimenti orari singoli, la scelta deve essere arbitraria. Ci sembra tuttavia realistico supporre che il rendimento del subacqueo che fa della pesca un'occasione di svago piuttosto che di sport agonistico, possa essere collocato tra il Ri/h osservato nelle gare di circolo (0,115 Kg/h) e 1/4 del minimo realizzato nelle gare di circolo, pari a 0,0095 Kg/h.

STIMA DEL TEMPO TOTALE DI PESCA

Un altro parametro essenziale ai fini della determinazione del livello di cattura operata dalla pesca subacquea è il *tempo* che il subacqueo comune può mediamente destinare all'attività alieutica. Anche in questo caso non ci sono dati, ma dall'informazione ottenibile presso Aziende di Turismo e Soggiorno di alcune località marittime, si rileva che la permanenza media del turista è di circa 15 giorni/anno. Su questa base si può fare l'ipotesi che, delle 360 h/anno disponibili, 45 vengano impiegate in attività di pesca. Quest'ipotesi non resiste se si valutano i tempi di operatività ottenibili con le varie attrezzature. La permanenza in acqua per tre ore al giorno è consentita soltanto agli apneisti che utilizzano la muta isotermica, cioè a 97.500 unità. Per gli utilizzatori della sola attrezzatura di base, che sono 115.000, si deve applicare la riduzione di un fattore 4, assegnando loro un tempo totale di pesca pari ad 11,25 h/anno.

Per quanto riguarda infine i 37.500 utenti di autorespiratore, il tempo destinabile alla pesca, calcolato alla profondità media di 20 m (sulla base del tempo massimo di permanenza a questa quota, che è di 50'), è di 12,5 h/anno in totale.

Stima della cattura globale

Siamo, a questo punto, in possesso di tutti i parametri per la stima della cattura globale annua, da calcolarsi secondo l'espressione:

$$Rg = Ri/h \times T \times P$$

dove Rg è il rendimento globale, Ri/h il rendimento individuale orario, T il tempo di pesca e P lo sforzo di pesca.

Applicando il Ri/h di 0,115 Kg si ottiene un prelievo totale di 707,3 tonnellate/anno, così ripartito: 504,6 ton per gli utenti dell'attrezzatura di base, 148,8 ton per gli apneisti in possesso di muta e 53,9 ton per i pescatori con autorespiratore. Applicando invece il Ri/h di 0,0095 Kg, la cattura totale è di 58,45 ton, ripartite rispettivamente in 41,7, 12,3 e 4,45 nelle categorie suindicate.

LETTERATURA CITATA

Barada B. (1974) - Logical fallacies of the spearfishing controversy. *Skin Diver Magazin,* **23**, 60-63.

Borgato A. (1967) - La caccia subacquea con autorespiratore: sport o massacro? *Atti del I C.N.A.S.,* Castellabate, 19-22 ottobre 1967.

Clark R. B. (1976) - Pollution and the management of natural resources in the seas around the British Isles. In: G. Cognetti e P. Tongiorgi edit., *La Biologia marina per la difesa e la Produttività del Mare. Atti Tav. Rot. Int.* Livorno, 20-21 maggio 1974, Mucchi, Modena, pp. 201-214.

Contoli L. (1970) - Pesca sportiva e pesca di frodo. *Quaderni di Italia nostra, 7,* 35-38.

Hiscock K. (1973) - Conservation in nearshore areas around Britain. *Sc. Diving Intern. Proc. 3rd Symposium C.M.A.S.,* 137-143.

Ray G. C. (1977) - Critical marine habitats. Definition, description, criteria for identification and management. U.N.E.P. WG 6/INF.4.

Torchio M. (1972) - Lo studio dei Molluschi prima che Natura muoia. *Soc. It. Sc. nat., Museo civico St. nat. e Acquario civ. Milano,* **62**, 5-64.

Tortonese E. (1975) - Fauna d'Italia. Osteichthyes. Pesci Ossei. 1-2. Calderini Ed., Bologna, 422 pp. e 565 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

P. COLANTONI

PROBLEMI LEGALI E AMMINISTRATIVI DELL'IMMERSIONE SCIENTIFICA

Riassunto — Viene effettuata una rassegna della legislazione italiana applicabile alle attività subacquee. Nessuna prende in considerazione l'aspetto legato all'attività di ricerca scientifica. Si auspica una sollecita soluzione legislativa in materia fornendo alcune proposte.

Abstract — *Legal and administrative problems of the scientific diving.* A review is done of the italian governmental laws applicable to underwater activities. No one is relevant to scientific work and a code of practice for scientific diving is expected which lays down standards for diving training, supervision and equipment.

Key words — Underdwater activities, scientific diving.

PREMESSA

L'importanza della immersione subacquea nella ricerca scientifica forse non ha oggi più alcun bisogno di essere spiegata. E' ormai entrata nella routine normale di molte discipline e si può anzi affermare che in pochi anni è divenuta di uso tanto generalizzato che non esiste attualmente alcuna rilevante organizzazione scientifica o commerciale, che si occupi di problemi marini, che non abbia una sezione subacquea o qualche sommozzatore alle sue dipendenze, o che non si avvalga, almeno saltuariamente, di subacquei per risolvere alcuni problemi di prospezione o di lavoro.

La figura del ricercatore scientifico subacqueo è tuttavia ben lungi dall'essere definita sul piano giuridico-amministrativo e di conseguenza mancano quasi del tutto regole che disciplinino le attività e garantiscano condizioni di lavoro, di sicurezza, di assistenza e di retribuzione ma anche norme di assicurazione, definizione di responsabilità ecc.

Nel momento attuale in cui la tecnologia e le scienze mediche spinte dall'industria hanno portato già l'uomo ad operare alle incredibili profondità di oltre 500 m aprendo finalmente il progresso della penetrazione dell'uomo in mare, progresso fino ad oggi demandato quasi esclusivamente allo sport, il settore della ricerca non può essere ulteriormente affidato all'improvvisazione e all'entusiasmo. Non ci deve essere ormai

Laboratorio di Geologia Marina CNR, via Zamboni 65, 40100 Bologna.

più spazio per soluzioni personali, per arrangiamenti e per i compromessi. Questo stato di cose è infatti estremamente pericoloso e, mentre se da un lato può facilitare l'immersione di subacquei non qualificati, con conseguenti rischi personali e responsabilità, non ancora ben riconosciute, da parte di chi li dirige, dall'altro può frenare l'attività subacquea, precludendo la possibilità di importanti ricerche, proprio nel nostro paese dove le condizioni ambientali sono le più favorevoli.

Il ricercatore non può essere considerato semplicemente uno sportivo e sottostare alle regole delle Federazioni sportive e, d'altra parte, le regolamentazioni che si tenta di dare al lavoro subacqueo spesso mal si adattano al suo caso.

Recentemente, a causa dell'enorme sviluppo dei lavori subacquei, molti governi, preoccupati del conseguente aumento degli incidenti, hanno imposto diverse misure di sicurezza e limitazioni che se applicate al campo della ricerca scientifica possono soffocarla. Il lavoro dei sommozzatori professionisti si svolge infatti con attrezzature e tecniche che spesso sono lontane dalle possibilità dei ricercatori; si effettua quasi sempre da strutture fisse, come piattaforme o pontoni ancorati, spesso molto lontani dalle coste, usando frequentemente miscele respiratorie artificiali, camere e campane da immersione ecc.; tutto questo non interessa la maggioranza dei ricercatori che usa di solito apparecchiature leggere, per brevi periodi di esposizione ed opera frequentemente da piccole imbarcazioni in prossimità delle coste.

E' perciò il momento di affrontare il problema per giungere quanto prima ad una regolamentazione che, tenendo presente quanto viene fatto, anche in altri paesi, nel settore della ricerca e del lavoro subacqueo, chiarisca la posizione dei ricercatori e degli Enti che li impiegano.

Legislazione attualmente vigente in Italia in materia di lavoro subacqueo

Le norme che attualmente disciplinano il lavoro subacqueo in Italia sono poche, insufficienti, spesso superate. Oltre alle norme generali per la prevenzione degli infortuni sul lavoro (D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547; D.P.R. 19 marzo 1956, n. 302 e 303; D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164; Legge 19 novembre 1952, n. 1967) di particolare importanza è solo il D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321 *Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa.* Esso riguarda i cassonisti ed i palombari per i quali stabilisce requisiti fisici, visite mediche,

periodi di lavoro e di riposo ecc., ma non fa alcun riferimento ad operatori che usino apparecchi autonomi di respirazione (sommozzatori). Le imprese e le ditte di lavori subacquei in Italia operano quindi nel rispetto di questo solo Decreto, estendendolo ai sommozzatori. La figura stessa del sommozzatore è stata introdotta solo molto recentemente con il D.M. 13.1.1979 *Istituzione della categoria dei sommozzatori in servizio locale,* che riconosce per la prima volta che l'attività dei sommozzatori differisce da quella dei palombari. In precedenza esistevano infatti solo normative, a carattere prevalentemente amministrativo, per i palombari in servizio presso i porti (art. 204-205-206 e 207 del Reg. del Codice della Navigazione Marittima) e del sommozzatore non veniva fatta menzione in alcuna disposizione di legge.

Anche la Legge 14 luglio 1965, n. 963 *Disciplina della Pesca Marittima* ed il relativo *Regolamento per l'esecuzione della Legge* (D.P.R. 2 ottobre 1968, n. 1639) non definisce, a proposito della pesca subacquea, alcuna norma per l'uso di apparecchi ausiliari di respirazione e contiene solo l'obbligo di disporre appositi segnali in superficie qualora si effettuino prelevamenti di materiale sott'acqua.

Particolarmente interessante per i problemi dei sommozzatori, compresi quelli scientifici, era la bozza di proposta di legge (rimasta tale!) dell'ing. Tanzarella e del dr. Emilio, funzionari dell'ENPI, intitolata *Proposta di una normativa per la sicurezza dei lavori subacquei.* In questo documento si dice infatti tra l'altro: « ...le sollecitazioni ricevute dall'EN PI..., da vari Enti la cui attività interessa il lavoro subacqueo e la diffusione delle attività che espongono a barotraumi (recuperi sottomarini, salvataggi..., *ricerche archeologiche e speleologiche, prelievi di fauna e flora subacquea, pesca, fotografia* ecc.) hanno reso ormai urgente proporre l'attuazione di norme che impongono dei mezzi preventivi idonei a ridurre il rischio al quale viene esposto un numero sempre crescente di soggetti che a tali operazioni si dedicano ». Questa proposta, che tendeva a dare una prima risposta ai gravi problemi legislativi dei sommozzatori, non ha avuto purtroppo ulteriore esito.

In attesa di una disciplina generale, le Ditte e gli Enti adottano regolamenti interni, talora molto differenti tra loro. Non esiste neppure alcuna normativa contrattuale collettiva a livello nazionale per i lavoratori subacquei, sebbene la qualifica sia presente nelle liste degli Uffici di collocamento provinciali (sottocategoria 1803-portuali) con la dizione *di coloro che provvedono alla manutenzione di opere subacquee.* Le diverse ditte hanno creato così i « contratti aziendali », inquadrando i loro dipendenti

fra categorie diverse a seconda del settore nel quale opera la ditta stessa (metalmeccanica, trasporti, energia, edilizia ecc.).

Situazione nella ricerca

Nel settore della ricerca la mancanza di normativa determina un pericoloso caos che va dal più assoluto permissivismo alla proibizione di svolgere ricerche subacquee. A quanto risulta, la sola Stazione Zoologica di Napoli ha fra i suoi dipendenti alcuni sommozzatori inquadrati come tali e permette inoltre ai suoi ricercatori, e a quelli esterni in visita, di compiere immersioni subacquee coprendoli con una generica e collettiva forma di assicurazione. Nelle Università non esistono sommozzatori ma solo personale docente e non docente che talora compie attività subacquea a sua discrezione e che solo qualche volta è coperto da una assicurazione contro gli infortuni pagata dall'Istituto di appartenenza.

Relativamente numerosi sono i dipendenti CNR che svolgono attività subacquee nei settori di ricerca di loro competenza. A titolo di esempio ricordiamo che effettuano immersioni subacquee ricercatori del Laboratorio per la Geologia Marina di Bologna, del Laboratorio di Tecnologia della Pesca di Ancona, dell'Istituto di Biologia del Mare di Venezia, del Laboratorio Dinamica Grandi Masse, del Laboratorio Corrosione Marina dei Metalli di Genova ecc. Per questi dipendenti il CNR provvede a stipulare una assicurazione supplementare a copertura dei rischi derivanti da immersioni (Assicurazioni d'Italia), limitatamente ai periodi di attività subacquea dichiarati. Esiste inoltre una copertura assicurativa dell'INAIL per le immersioni subacquee in genere in base agli artt. 1-4-9 del D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124, e al D.M. 10 dicembre 1971, tabella relativa al grande gruppo 9, concernente la nuova tariffa dei premi e relative modalità di applicazione approvata dal Consiglio di Amministrazione dell'INAIL con deliberazione adottata in data 30.11.1971.

Il CNR possiede almeno cinque camere di decompressione monoposto portatili, di cui tre sono fisse a bordo delle navi oceanografiche « Bannock », « Marsili » e « D'Ancona » e due a terra (Ancona e Venezia?). Non esiste tuttavia personale tecnico o sanitario preposto a tali impianti il cui uso, come d'altra parte ogni norma riguardante le immersioni, è lasciato alla discrezione del comandante della nave dalla quale eventualmente si operi. Ultimamente il permesso di effettuare immersioni da navi CNR è stato però subordinato alla presenza a bordo di un medico che possa seguire le operazioni. Questo fatto tende a scaricare in parte la responsabilità del Comandante, ma i problemi di fondo (idoneità dei sub, tecnica, modalità delle immersioni e responsabilità giuridica) sussistono.

Per lavorare nel Mare del Nord, attualmente uno dei punti più caldi per l'industria off-shore, tutte le imprese di lavori subacquei, e quindi anche quelle italiane, hanno dovuto assoggettarsi alle norme che regolano l'attività subacquea professionale recentemente emanate in Gran Bretagna. Queste norme, che sono le più precise tra quelle esistenti, sono diventate perciò molto importanti e generali, e servono attualmente come base e come esempio per molti regolamenti. Le norme sono quelle contenute nella legge dell'U.K. divenuta operante l'1.1.1975: *The Off-shore Installations - Diving Operations - Regulations*. Esse elencano i doveri dei titolari delle concessioni, delle installazioni, dei comandanti delle navi, dei datori di lavoro e dei sommozzatori; stabiliscono l'idoneità dei sommozzatori e le modalità di uso e di controllo delle apparecchiature, danno disposizioni precise in merito ai servizi di emergenza e di salvataggio ecc. Anche queste *Regulations* mal si applicano però alla immersione scientifica ed in Gran Bretagna l'organizzazione di sommozzatori che operano nella ricerca, l'*Underwater Association,* è impegnata affinchè vengano adottate norme diverse o almeno venga stabilita la possibilità per i ricercatori di superare alcune restrizioni, pur nel rispetto delle norme di sicurezza.

Nelle recentissime *Rules and Regulations* per le *Commercial Diving Operations,* divenute leggi degli Stati Uniti dall'1.2.1979 e che prescrivono gli standard per la sicurezza delle immersioni, è invece espressamente detto che esse non si applicano alle immersioni « *eseguite esclusivamente per ricerche scientifiche marine, per lo sviluppo di attività di istituti di ricerca e di istruzione e a quelle effettuate allo scopo di sperimentare nuove attrezzature e tecnologie* ». I vari Enti di ricerca hanno di solito un loro regolamento interno (ad esempio la Woods Hole Oceanographic Institution) e si attengono, come d'altra parte fanno gli sportivi, alle norme vigenti nei singoli Stati.

Nelle altre nazioni la situazione è molto varia: o non esistono regolamentazioni, come in Italia, per l'attività subacquea, sia questa di lavoro o di ricerca, oppure vigono disposizioni generali. Le stesse disposizioni però non possono essere valide ovunque e nei diversi campi di attività.

Il problema è molto sentito in campo internazionale. Dal giugno 1976 è pronto un documento della Comunità Europea dal titolo *Norme guida per la sicurezza nelle operazioni subacquee* che dovrebbe servire di base per una legislazione comune. Nell'aprile 1977 si è anche tenuta a Stoccolma una riunione ristretta, organizzata dal Comitato Scientifico della CMAS (Confederazione Mondiale delle Attività Subacquee), per discutere i problemi della *Scientific Diving and the Law*: erano presenti o comunque

hanno inviato dati, dodici paesi. Le principali conclusioni cui si è arrivati possono così essere riassunte:

1. nei paesi più progrediti c'è una precisa volontà affinchè l'immersione scientifica sia condotta in modo sempre sicuro e responsabile, con riferimenti alla legislazione per il lavoro subacqueo, modificata dove necessario;
2. la legislazione per il lavoro subacqueo non è generalmente utile ed è troppo restrittiva per la ricerca, a meno che non venga redatta tenendo conto anche delle esigenze dei ricercatori e contenga quindi in forma esplicita le necessarie eccezioni;
3. la situazione assicurativa e il problema delle responsabilità sono molto incerti nella maggioranza dei paesi ed è auspicabile uno studio comparativo per evidenziare il miglior sistema;
4. la maggioranza dei ricercatori scientifici dei diversi paesi vedrebbe di buon grado una normativa internazionale che potrebbe favorire anche scambi di studiosi e di esperienze. La normativa dovrebbe costituire uno schema generale modificabile e completabile da parte delle singole nazioni per adeguarlo alle esigenze ambientali e legislative locali.

Conclusioni e proposte

Da quanto sopra esposto appare chiaro che il nostro paese non può attendere ancora molto a legiferare per dare un assetto definitivo al settore non sportivo dell'attività subacquea. E' una necessità inderogabile che deve da un lato tendere a salvaguardare gli operatori inquadrandoli giustamente e deve dall'altro dettare norme di prevenzione e sicurezza. Infatti nel settore del lavoro, purtroppo, predomina ancora l'improvvisazione e la scarsa professionalità che contribuiscono ad aumentare fatalmente le incidenze tragiche. Nel campo della ricerca dobbiamo preoccuparci che i regolamenti auspicati, e che sembrano ormai imminenti per il mondo del lavoro, non siano tali da limitare, o in qualche caso addirittura escludere, l'attività subacquea. Dobbiamo quindi esporre chiaramente le nostre esigenze ed avanzare concrete proposte.

Un primo passo potrebbe consistere nel paragonare le esperienze finora acquisite da diversi gruppi di lavoro ed arrivare alla definizione delle modalità di immersione più sicure e proficue. Dovrebbe in sostanza essere redatto una sorta di codice per le immersioni scientifiche sul tipo del *Code of Practice for Scientific Diving* inglese approntato dalla *Underwa-*

ter Association da far ampiamente circolare nell'ambiente scientifico. Come questo, anche il nostro « Codice » non dovrebbe essere un nuovo manuale di immersione: a questo proposito ci sono infatti già ottimi testi ai quali fare riferimento. Lo scopo è quello di riunire in forma concisa e facilmente consultabile le norme di sicurezza ed i suggerimenti relativi all'uso delle apparecchiature più comunemente usate nella ricerca, con particolare enfasi ai pericoli che può comportare il loro uso, e di riassumere le esperienze acquisite nei diversi campi di indagine e nelle diverse condizioni di immersione.

Un tale documento, per avere validità, deve raccogliere logicamente il contributo di una massa quanto più ampia possibile di ricercatori. Il Comitato Italiano Ricerche e Studi Subacquei (CIRSS) ha proposto quindi un primo incontro nell'autunno 1979 a Favignana per redigere una prima bozza di Codice. Questa dovrebbe poi essere inviata al maggior numero possibile di persone interessate per raccogliere ulteriori suggerimenti e contributi prima della pubblicazione. E' auspicabile che questo documento possa servire di base per il legislatore se vorrà veramente dare un contributo allo sviluppo cosciente e consapevole delle attività subacquee. Definire le modalità di un'attività significa infatti, a nostro avviso, compiere il primo passo per definire limiti di responsabilità, norme di sicurezza e prevenzione, ed un giusto inquadramento degli operatori.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

L. GALLENI (*), U. SALGHETTI (**), P. TONGIORGI (***)

RICERCHE SUI PREDATORI DEI MITILI. LA PROGRESSIONE DELLA PREDAZIONE NEL POLICLADE *STYLOCHUS MEDITERRANEUS* (****)

Riassunto — Proseguendo le ricerche sul comportamento alimentare del policlade *Stylochus mediterraneus* è stata effettuata una analisi giornaliera della predazione su gruppi di *Mytilus galloprovincialis* di diversa lunghezza. Il periodo che intercorre tra un pasto e il successivo è mediamente 8 giorni se i mitili predati sono di piccole dimensioni (16-25 mm) mentre sale a circa 16 giorni con mitili più grossi (26-35 mm). E' risultato inoltre che, pur essendo ugualmente affamati, i policladi posti a predare sui mitili più grossi impiegano prima di effettuare il primo pasto un tempo doppio di quelli posti sui mitili più piccoli. I dati confermano la preferenza del policlade nel predare mitili di piccole dimensioni.

Abstract — *Researches on the predators of mussels: daily predation of the polyclad* Stylochus mediterraneus. Investigating on the feeding behaviour of the polyclad *Stylochus mediterraneus,* daily analysis was performed on the predation on groups of *Mytilus galloprovincialis* of different lengths. An average period of 8 days elapses between one meal and the meal following it if the predated mussels are of small dimension (16-25 mm), whereas this period increases to about 16 days with larger specimens (26-35 mm). Moreover, for starting their first meal hungry polyclads preying on the larger mussels took double the time taken by those preying on the smaller ones. The preference of the polyclad to predate mussels of smaller dimension is confirmed.

Key words — Predation, Turbellaria Polycladida, *Mytilus*.

La predazione del policlade *Stylochus mediterraneus* Galleni su *Mytilus galloprovincialis* Lmk. può causare perdite tutt'altro che trascurabili specialmente in quelle biocenosi dove il policlade coesiste con altri predatori e in particolare, con il prosobranchio perforatore *Ocinebrina edwarsii* (Payr.) (CURINI GALLETTI e GALLENI, 1979; NARDI *et al.*, 1979).

Nostre precedenti ricerche (FERRERO *et al.*, 1978; GALLENI *et al.*, 1980) avevano dimostrato che *S. mediterraneus* preda preferenzialmente mitili di dimensioni medio-piccole (fino a 25 mm di lunghezza). Inoltre, sulla base dei tassi di predazione (n° mitili predati/policlade/giorno) osservati, avevamo calcolato che il tempo che intercorre tra due predazioni successive da parte di un medesimo individuo doveva mediamente oscillare, in condizioni di laboratorio, tra 6 e 9 giorni. Avevamo supposto

(*) Istituto di Zoologia dell'Università, via A. Volta 4, 56100 Pisa.
(**) Centro Interuniversitario di Biologia Marina, P.le Mascagni 1, 57100 Livorno.
(***) Istituto di Zoologia dell'Università, via dell'Università 4, 41100 Modena.
(****) Ricerca effettuata con i contributi CNR n. 76.01523.04 e 77.01688.04 (115.3378A).

poi che la dimensione dei mitili predati, e quindi la quantità di cibo ingerita, influisse sul succedersi temporale dei pasti.

Non avendo trovato alcun dato in proposito nella pur abbondante letteratura sulla predazione dei policladi, abbiamo voluto verificare anche questo aspetto della predazione, estendendo le osservazioni per lunghi periodi di tempo nel corso dei quali l'andamento dei pasti in singoli esemplari di *S. mediterraneus* fu rilevato giornalmente. 10 vermi, le cui lunghezze variavano tra 15 e 25 mm, vennero rinchiusi singolarmente in altrettanti contenitori di vetro di 80 x 80 mm, ciascuno insieme a 10 mitili. Le dimensioni dei mitili introdotti in 6 dei contenitori variava tra 16 e 25 mm (gruppo A, esemplari di *S. mediterraneus* a, b, e, f, g, n), negli altri 4 (gruppo B, esemplari c, m, i, l) tra 26 e 35 mm. Per tutta la durata delle osservazioni i 10 contenitori, chiusi per mezzo di una garza tesa sull'imboccatura, furono tenuti immersi nelle vasche di stabulazione del Centro di Biologia Marina con acqua marina corrente. La temperatura nelle vasche fu all'incirca quella del mare e variò tra 15 e 25°C. Prima degli esperimenti gli *S. mediterraneus* furono tenuti alcuni giorni nelle vasche di allevamento per acclimatarli e affamarli. I contenitori furono ispezionati giornalmente, i mitili predati misurati e sostituiti con altri freschi e così pure quelli morti per cause naturali.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 1 e 2. Per ciascun esemplare

Esemplare	Data inizio osservazioni	Durata osservazioni	Primo pasto dall'inizio osservazioni	Intervallo tra primo e ultimo pasto	Totale pasti effettuati
Gruppo A					
a	13.7.1977	96	2	94	14
b	13.7.1977	96	5	81	10
e	19.8.1977	51	5	37	6
f	19.8.1977	103	8	79	11
g	19.8.1977	103	9	82	9
n	10.10.1977	51	7	44	8
Gruppo B					
c	13.7.1977	140	10	118	10
m	13.7.1977	125	11	114	7
i	19.8.1977	59	19	38	4
l	19.8.1977	103	19	84	5

TABELLA 1 - Predazione di *Stylochus mediterraneus* su esemplari di *Mytilus galloprovincialis* di 16-25 mm (gruppo A) e di 26-35 mm (gruppo B) di lunghezza. I valori delle colonne 3, 4 e 5 sono espressi in giorni.

N° ordine dei pasti	Gruppo A						Gruppo B			
	a	b	e	f	g	n	c	m	i	l
I	9	6	1	6	8	2	7	11	13	5
II	11	8	9	7	7	5	4	37	9	14
III	15	14	5	3	4	7	15	2	16	21
IV	6	23	11	8	8	7	25	24		44
V	8	8	11	20	23	8	7	26		
VI	5	4		5	12	4	13	14		
VII	5	3		9	7	11	24			
VIII	7	8		10	13		10			
IX	3	7		9			13			
X	4			2						
XI	11									
XII	6									
XIII	4									
XIV										
Tm	7,2	9,0	7,4	7,9	10,2	6,3	13,1	19,0	12,7	21,0

TABELLA 2 - Giorni (numeri arabi) che intercorsero tra pasti successivi (numeri romani) in esperimenti di predazione con esemplari di *Stylochus mediterraneus* del gruppo A e del gruppo B. Tm = tempo medio, in giorni, tra un pasto e il successivo.

di *S. mediterraneus* è indicato: 1. la durata complessiva, in giorni, delle osservazioni; 2. il numero di giorni che intercorse tra l'inizio delle osservazioni e il primo pasto. Tutti i valori sono stati infatti calcolati a partire da questa data in modo che i singoli esemplari venissero inizialmente a trovarsi nelle stesse condizioni di sazietà. 3. l'intervallo di tempo che intercorse tra il primo e l'ultimo pasto osservato; 4. il numero di pasti complessivamente effettuato (tab. 1); 5. il numero di giorni e il tempo medio che intercorse tra un pasto e il successivo (tab. 2).

Nel gruppo A il primo pasto ebbe luogo, in media, dopo 6 giorni dall'inizio delle osservazioni mentre nel gruppo B si verificò dopo 12, 6 giorni (tab. 1). L'intervallo di tempo che intercorre tra un pasto e il successivo è variabile: in media è stato di 8 giorni nel gruppo A e di 16,4 giorni nel gruppo B (tab. 2). Una sequenza di pasti che si svolgono in tempi ravvicinati è in genere seguita da uno o due pasti maggiormente distanziati nel tempo nel gruppo A, viceversa nel gruppo B. Quanto osservato

può essere dipeso dalle condizioni di allevamento oppure dallo stato fisiologico degli animali, ma può avervi influito anche la quotidiana ispezione dei contenitori, quantunque fosse posta la massima cura nel disturbare il meno possibile gli animali; certo è che uno *S. mediterraneus* affamato è capace di predare un mitilo in poche ore e quindi un eventuale disturbo sarebbe stato rapidamente compensato.

In conclusione si può affermare che la predazione di *S. mediterraneus* sui mitili si svolge con scadenze abbastanza regolari e che, mediamente, l'intervallo tra due pasti successivi è tanto maggiore quanto maggiori sono le dimensioni del mitilo predato. Un aumento di circa 10 mm di taglia della preda è sufficiente, almeno in condizioni di laboratorio, a raddoppiare il periodo di interpasto medio. Non trova invece per il momento spiegazione il maggior tempo richiesto per consumare il primo pasto dall'inizio dell'esperimento, da parte degli esemplari del gruppo B, a meno di non supporre una maggiore « appetibilità » dei mitili di più piccole dimensioni (16-25 mm) offerti come preda ai policladi del gruppo A in confronto a quelli più grossi (26-35 mm) introdotti nei contenitori del gruppo B. E' prematuro avanzare ipotesi sulla natura degli stimoli di cui si valgono i policladi nell'effettuare le loro scelte. Non si può tuttavia escludere che, come in altri casi, il maggior consumo di O_2 e una maggior quantità di prodotti finali del metabolismo che si verifica nelle prede più giovani, possa rappresentare una possibile fonte di informazione per il predatore (cfr. WOOD, 1968).

LETTERATURA CITATA

CURINI GALLETTI M., GALLENI L. (1979) - Indagine sulle biocenosi a *Mytilus galloprovincialis* Lmk lungo le coste livornesi. *Ricerca scient. Educazione permanente* Milano, suppl. **6**, 84-85.

FERRERO E., GALLENI L., SALGHETTI U., SALVADEGO P., TONGIORGI P. (1978) - Osservazioni sulla predazione e l'orientamento chemiotattico in un turbellario policlade. *Boll. Zool.*, **45**, 213.

GALLENI L., TONGIORGI P., FERRERO E., SALGHETTI U. (1980) - *Stylochus mediterraneus* (Turbellaria: Polycladida), Predator on the Mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Mar. Biol.*, **55**, 317-326.

NARDI P., NIGRO M., TONGIORGI P. (1979) - Ricerche sui predatori dei mitili. Il gasteropode perforatore *Ocinebrina edwarsii* (Payr.). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, ser. B, **86**, suppl., 353-356.

WOOD L. (1968) - Physiological and ecological aspects of prey selection by the marine gastropod *Urosalpinx cinerea* (Prosobranchia: Muricidae). *Malacologia*, **6**, 267-320.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

P. NARDI (*), M. NIGRO (*), P. TONGIORGI (**)

RICERCHE SUI PREDATORI DEI MITILI. IL GASTEROPODE PERFORATORE *OCINEBRINA EDWARSII* (***)

Riassunto — Il gasteropode muricide *Ocinebrina edwardsii* (Payr.), comune lungo la costa livornese, preda attivamente, sia in natura che in laboratorio, *Mytilus galloprovincialis* Lmk., specialmente (sino al 90%) gli individui più giovani (< 25 mm in lunghezza). Le parti carnose della preda vengono raggiunte forando la conchiglia. Esperimenti con labirinti ad Y dimostrano che *O. edwardsii* è in grado di localizzare la preda a distanza in base a stimoli chimici da questa emessi.

Abstract — *Researches on the predators of mussels*: Ocinebrina edwardsii (*Payr.*), *a driller gastropod.* The muricid gastropod *Ocinebrina edwardsii* (Payr.) has been found along the Tuscan coasts associated with the mussel *Mytilus galloprovincialis* Lmk., on which it feeds. Mussel-drills allowed to feed freely on groups of mussels of different sizes preyed mainly (up to 90%) on small individuals < 25 mm in length. Experimental demonstration of a chemical attraction of the drill for its prey is presented.

Key words — Predation, Gastropoda Muricidae, *Mytilus,* chemical orientation.

Ocinebrina edwardsii (Payr.), un piccolo (8-12 mm) gasteropode prosobranchio comune nella fascia meso-infralitorale della costa rocciosa in prossimità di Livorno, vive in associazione con *Mytilus galloprovincialis* Lmk. di cui si nutre. Come tutte le specie di muricidi della sottofamiglia Ocinebrinae, *O. edwardsii* aggredisce la preda forando la conchiglia grazie all'azione combinata della radula e dell' ABO (*accessory boring organ*); una volta raggiunte le parti carnose le ingerisce mediante la proboscide. Il comportamento predatorio è quindi simile a quello dei più studiati *Thais lapillus* (L.) (BAYNE e SCULLARD, 1978), *Urosalpinx cinerea* (Say), *l'oyster drill* delle coste nord americane (CARRIKER e VAN ZANDT, 1972), e di varie specie del genere *Ocinebra.*

I popolamenti a *Mytilus,* nella zona esaminata, sono in grado di sostenere la pressione di numerosi predatori. Tra questi *O. edwardsii* presenta, particolarmente nel periodo estivo quando i letti dei mitili raggiungono il maggior sviluppo, densità di popolazione assai elevate; ne sono stati rinvenuti a Calafuria, a sud di Livorno, fino a 825 individui per m^2 (CURINI-GALLETTI, comunicazione personale).

(*) Centro Interuniversitario di Biologia Marina, P.le Mascagni 1, 57100 Livorno.
(**) Istituto di Zoologia dell'Università, via dell'Università 4, 41100 Modena.
(***) Ricerca effettuata con i contributi CNR n. 77.01688.04 e 78.02311.04 (115.3378A).

Dalla letteratura sembrava che *O. edwardsii* predasse quasi esclusivamente su *Mytilaster minimus* (Poli) (SIMUNOVICH, 1970) e forse, secondo una vaga indicazione di SPADA e SABELLI (1978), su « banchi di ostriche », vale a dire su *Crassostrea gigas* (Thurn.) o *Ostreola stentina* (Payr.) le uniche due specie di ostriche che oggi si pescano a largo di Chioggia.

Osservazioni in natura e in laboratorio hanno permesso di accertare che questo muricide preda tutti i molluschi presenti nella biocenosi e altri ancora (tab. 1). Oltre che su *Mytilaster minimus,* è stata infatti rilevata predazione anche a carico di *Musculus costulatus* (Risso), *Patella aspera* Lmk., e *P. coerulea* L., giovani di *Monodonta turbinata* (Born) e di *Gibbula* sp. In esemplari in cattività sono stati osservati casi di cannibalismo. La specie di gran lunga più predata è il *Mytilus galloprovincialis* di cui

Specie	Predazione osservata in:	
	natura	laboratorio
Mytilus galloprovincialis	+	+
Mytilaster minimus	+ (1)	+
Musculus costulatus	+ (2)	
Crassostrea gigas e/o Ostreola stentina	? (3)	
Patella aspera	+	+
Patella coerulea	+	+
Monodonta turbinata	+	+
Littorina neritoides	+	
Gibbula sp.	+ (2)	

TABELLA 1 - Specie su cui è stata riscontrata predazione da parte di *Ocinebrina edwardsii.* (1) Simunovich, 1970; (2) Curini Galletti, comunicazione personale; Spada e Sabelli, 1978.

vengono predati in particolare gli individui più piccoli. Il 91% delle valve forate raccolte in natura in estate-autunno, appartenevano a mitili di lunghezza inferiore a 15 mm; il restante 9% a mitili di dimensioni variabili tra 16 e 25 mm, mentre nessuna conchiglia di lunghezza superiore a 26 mm presentava traccia di predazione (CURINI-GALLETTI, comunicazione personale e dati originali).

Anche le osservazioni in laboratorio confermano una predazione pre-

ferenziale per i mitili più giovani. Infatti, quando a esemplari di *O. edwardsii* furono offerti in pasto gruppi di bivalvi di lunghezza compresa tra 10 e 35 mm, la predazione incise per il 75% sui mitili di minori dimensioni (< 15 mm), per il 20,8% su quelli della classe intermedia (16-25 mm) e appena per il 4,2% su quelli più grandi (26-35 mm). Questi dati sono in buon accordo a quanto osservato in altre specie di muricidi; *Thais lapillus,* ad esempio, predilige i mitili di dimensioni oscillanti tra 18 e 22 mm (BAYNE e SCULLARD, 1978) e *Acanthina punctulata* (SOW.) preda in media *Littorina* sp. di circa 6 mm di lunghezza (MENGE, 1974).

Anche i tassi di predazione (cioè il numerò di mitili forati per *O. edwardsii* per giorno) differirono nettamente quando i predatori furono mantenuti su lotti di mitili di diversa lunghezza; furono infatti pari a 0,24 con i mitili < 15 mm, 0,10 con quelli di lunghezza compresa tra 16-25 mm e appena 0,04 con bivalvi di 26-35 mm.

Poichè *O. edwarsii* non divora completamente la preda, come fa invece ad es. un altro predatore di mitili, il policlade *Stylochus mediterraneus* Galleni (GALLENI *et al.*, 1979) la quantità di cibo ingerita ad ogni pasto non può essere invocata per spiegare il basso tasso di predazione ottenuto con i mitili più grossi. Più probabilmente il maggior tempo impiegato per forare una conchiglia più spessa o forse una diversa « appetibilità » delle prede più giovani sono alla base di quanto osservato.

Ocinebrina edwarsii è in grado di localizzare la preda a distanza sulla base di stimoli chimici da questa emessi. In esperimenti di scelta binaria con labirinti ad Y il 73% delle prove fu a favore del braccio « + » della Y, in cui era fatta fluire acqua percolata su mitili vivi, il 27% fu invece diretto verso il braccio « — », in cui fluiva solo acqua di mare filtrata (la distribuzione delle scelte nei due bracci della Y differisce significativamente da una casuale: per 1 g.d.l. e applicando la correzione di Yates = 28.06, P < 0.001) (tab. 2). Nei confronti di altre prede, presenti o

Specie	n	"+" (%)	"−" (%)	"O"	Tot.	χ^2	P
Mytilus galloprovincialis	243	100 (73)	37 (27)	106	137	28,06	<0,001
Patella aspera	36	17 (57)	13 (43)	6	30	0,30	>0,5
Tapes decussata	52	5 (22)	18 (78)	29	23	6,26	<0,05

TABELLA 2 - Orientamento chemiotattico di *Ocinebrina edwardsii* verso la preda abituale (*Mytilus*) e nei confronti di altre specie presenti (*Patella*) o estranee (*Tapes*) alla biocenosi. n = numero di esemplari saggiati; « + » = braccio sperimentale; « — » = braccio di controllo del labirinto ad Y; « O » = individui fermi o che non hanno completato il percorso.

meno nella biocenosi, non è stato possibile invece evidenziare una attrazione chimica, ad es. con *Patella aspera,* ovvero questa è stata di segno negativo, ad es. con *Tapes decussata* (tab. 2). E' probabile che anche in *O. edwarsii,* così come in *U. cinerea,* l'abbondanza relativa delle specie presenti in una determinata biocenosi influenzi la dieta del predatore e le relazioni (chimiche) che intercorrono tra questi e la sua preda (cfr. Wood, 1968).

LETTERATURA CITATA

Bayne B. L., Scullard C. (1978) - Rates of feeding by *Thais* (Nucella) *lapillus* (L.). *J. exp. mar. Biol. Ecol.,* **32,** 113-129.

Carriker M.R., Van Zandt D. (1972) - Predatory behavior of a shell-boring muricid gastropod. In: E.H. Winn & B. L. Olla Eds., *Behavior of Marine Animals,* v. 1, *Invertebrates,* Plenum Press, New York-London, pp. 157-244.

Galleni L., Salghetti U., Tongiorgi P. (1979) - Ricerche sui predatori dei mitili. La progressione della predazione nel policlade *Stylochus mediterraneus* Galleni. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem.,* ser. B, **86,** suppl. (1979), 349-352.

Menge J. L. (1974) - Prey selection and foraging period of the predaceous rochy intertidal snail, *Acanthina punctulata. Oecologia,* **17,** 293-316.

Simunovich A. (1970) - Recherches ecologiques sur les peuplements faunistiques de l'etages supralitoral. *Acta Adriatica,* **14,** 1-39.

Spada G., Sabelli B. (1978) - Guida illustrata alla identificazione delle conchiglie del Mediterraneo. Muricidae 2°. *Conchiglie,* **14,** Suppl., 2 pp.

Wood L. (1968) - Physiological and ecological aspect of prey selection by the marine gastropod *Urosalpinx cinerea* (Prosobranchia: Muricidae). *Malacologia,* **6,** 267-320.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

P.M. BISOL, V. VAROTTO, B. BATTAGLIA

VARIABILITA' GENETICA DI TRE POPOLAZIONI DEL COPEPODE ARPACTICOIDE *TISBE BULBISETOSA*

Riassunto — Mediante analisi elettroforetica per 13 sistemi gene-enzima, si è definita la struttura genetica di tre popolazioni di *Tisbe bulbisetosa,* provenienti da ambienti ecologicamente differenziati. Il grado di variabilità genetica riscontrato è correlato al grado di stabilità ambientale; in particolare l'eterozigosi media attesa è più alta nella popolazione marina e più bassa nella popolazione lagunare. La diversa struttura genetica delle tre popolazioni è inoltre indicata dai diversi valori della velocità di sviluppo. Questi risultati danno maggiore validità all'ipotesi che gli ambienti fluttuanti tendano a ridurre il grado di polimorfismo di una popolazione.

Abstract — *Genic variability in three populations of the Harpacticoid Copepod* Tisbe bulbisetosa *Volkmann-Rocco.* Genetic variation at 18 loci which code for enzymes has been assessed by means of acrylamide gel electrophoresis in three populations of *Tisbe bulbisetosa,* collected under different ecological conditions. The results show that genetic variability is correlated with the degree of environmental stability: the average proportion of expected heterozygotes is higher in the marine population than in the brackishwater population. Different values of minimum generation time suggest that the genetic structures of populations are different. It strengthens the hypotesis that more unstable environments reduce the degree of genetic polymorphism of populations.

Key words — Allozymes, polymorphism, environmental stability.

E' sempre più evidente (BATTAGLIA *et al.*, 1978; NEVO, 1978), che il grado di variabilità genetica è la risultante delle interazioni di più fattori quali genotipo, ambiente, caratteristiche biologiche ed ecologiche di una specie.

Una via per definire il ruolo dell'ambiente potrebbe essere offerta dallo studio di più popolazioni di una stessa specie provenienti da ambienti ecologicamente differenti. In questo modo verrebbero rese costanti tutte le variabili dipendenti dalla biologia della specie per cui le eventuali differenze riscontrate dovrebbero, in prima approssimazione, essere imputate alla azione dell'ambiente.

I copepodi arpacticoidi del genere *Tisbe* rappresentano un ottimo materiale per questo tipo di studi in quanto molte delle sue specie vivono in più habitat, differenziati sia per la stabilità dei parametri fisico-chimici sia per il grado di eterogeneità biotica.

Istituti di Biologia Animale, Università, via Loredan 10, Padova, e di Biologia del Mare, CNR, Riva 7 Martiri 1364/A, Venezia.

In questa nota si riportano i dati relativi a tre popolazioni di *Tisbe bulbisetosa* Volkmann-Rocco, delle coste meridionali francesi: una popolazione è di ambiente tipicamente marino (Banyuls s.m.), una di ambiente marino-lagunare (canale di Port-la-Nouvelle, che collega con il mare la laguna di Beges-Sigean), la terza lagunare in senso stretto (laguna di Leucate). La stabilità delle caratteristiche ecologiche delle tre aree, descritte da PANOUSE *et al.* (1975), e da CAHET *et al.* (1974), è più alta a Banyuls, intermedia a Port-la Nouvelle, minima a Leucate. La struttura genetica delle tre popolazioni è stata definita mediante analisi elettroforetica su piastra verticale di gel di acrilamide per 13 sistemi gene-enzima. L'intervallo minimo di generazione è stato misurato sulle discendenze di 32 femmine ovigere per ogni popolazione alla temperatura di 18°C.

I risultati sono riportati in Tabella 1. I parametri della variabilità genetica, con la sola eccezione di quello che esprime la percentuale di loci polimorfi con il criterio meno restrittivo di polimorfismo (l'allele più

	Popolazione		
Parametri	Banyuls	Port-La-Nouvelle	Leucate
Enzimi saggiati	13	13	13
Loci "	18	18	18
Loci polimorfi (1%)*	33,33	33,33	33,33
Loci polimorfi (5%)*	33,33	33,33	27,78
Alleli per locus	1,89 ± 0,29	1,83 ± 0,29	1,72 ± 0,23
Eterozigosi media attesa	0,20 ± 0,07	0,17 ± 0,06	0,15 ± 0,06
Intervallo minimo di generazione	12,03 ± 0,19	13,47 ± 0,34	14,13 ± 0,40

TABELLA 1 - Riassunto della variabilità genetica di tre popolazioni di *Tisbe bulbisetosa.*
* Valori espressi in %. Un locus è considerato polimorfo all'1% o al 5% quando la frequenza dell'allele più comune non supera rispettivamente 0,99 e 0,95.

comune non supera la frequenza di 0,99), sono correlabili con la stabilità dei tre ambienti di provenienza. Tale correlazione è più evidente per il parametro maggiormente indicativo del livello di variabilità genetica di una popolazione, ovvero l'eterozigosi media attesa: col decrescere della stabilità ambientale diminuisce anche la frequenza degli eterozigoti.

La diversificazione della struttura genetica delle tre popolazioni è suggerita anche dai diversi valori trovati per l'intervallo minimo di genera-

zione: in questo caso la correlazione è negativa, a maggiore stabilità ambientale corrisponde una minore velocità di sviluppo.

Questi risultati sono in accordo con quelli precedentemente ottenuti per altre specie di copepodi (BATTAGLIA *et al.,* 1978), in particolare con quelli relativi alla specie *Tisbe holothuriae* Humes. Per questa specie è stato notato che in ambienti fluttuanti, quali le lagune salmastre, la variabilità genetica per caratteri biochimici e per caratteri con effetti letali o subletali (carico genetico) è minore. Pertanto, tenendo conto anche dei dati riportati da CERVELLI e FAVA (1979) sul carico genetico di popolazioni adriatiche di *T. bulbisetosa,* l'ipotesi che l'instabilità ambientale tenda a ridurre il grado di variabilità genetica acquista sempre maggiore validità.

LETTERATURA CITATA

BATTAGLIA B., BISOL P. M., FAVA G. (1978) - Genetic variability in relation to the environment in some marine invertebrates. In B. Battaglia & J.A. Beardmore eds., *Marine Organisms. Genetics, Ecology, and Evolution.* Plenum Press, New York, 53-70.

CAHET G., FIALA M., LABAT J. PH., JACQUES G. (1974) - Ecologie de deux étangs du littoral Languedoc-Roussillon Bages-Sigean et Salses-Leucate. Rapport préparé pour l'Electricité de France, Direction des Etudes et Recherches Service S.G.E.C.T.N., 85 pp.

NEVO E. (1978) - Genetic variation in natural populations: patterns and theory. *Theor. Pop. Biol.,* **13,** 121-154.

PANOUSE M., JACQUES G., RAZOULS C. (1975) - Donnée climatologique et hydrologie de surface de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion) 1973. *Vie Milieu,* **25,** 67-76.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. CERVELLI, G. FAVA

VARIABILITA' GENETICA IN *TISBE BULBISETOSA* (COPEPODA, HARPACTICOIDA) DI TRE LAGUNE ADRIATICHE

Riassunto — Sono state esaminate tre popolazioni di *Tisbe bulbisetosa* provenienti da ambienti salmastri che presentano caratteristiche ecologiche differenti tra loro, con situazioni di vicinanza al mare per la stazione di Grado, di media laguna per quella di Malamocco e di laguna interna con spiccate fluttuazioni chimico-fisiche per Scardovari. Le stime del carico genetico presentano i valori più alti a Grado e i minori a Scardovari, suggerendo l'ipotesi che ambienti ecologicamente dissimili influenzino la variabilità genetica della specie; infatti, nelle tre stazioni, esiste un parallelismo tra stabilità ambientale, eterogeneità biologica e variabilità genetica latente di *T. bulbisetosa*.

Abstract — *Genetic variability in* Tisbe bulbisetosa (*Copepoda, Harpacticoida*) *from three lagoons of the Adriatic sea.* Three populations of brackish environments of *Tisbe bulbisetosa* were examined; the three localities were different with respect to their chemico-physical and biological characteristics. The estimates of the genetic load showed the highest values in the population nearer to the sea; the lowest in those inhabiting the most inner part of the lagoons. The hypothesis that environments, which differ ecologically, affect the genetic variability of *Tisbe* species is discussed.

Key words — Genetic load, genetic variability, population genetics.

Molte ricerche recenti di genetica ecologica riguardano la possibilità di stimare la variabilità genetica delle popolazioni naturali, in rapporto alle diverse situazioni ambientali in cui sono inserite. Queste indagini non trovano giustificazione solo nella necessità di aumentare le conoscenze sui rapporti tra struttura genetica ed ecosistema, ma anche con l'esigenza di poter formulare previsioni attendibili sull'eventuale impoverimento della variabilità genetica, che potrebbe essere causato dalle alterazioni ambientali prodotte dall'attività umana.

Nel caso degli organismi marini è particolarmente interessante lo studio comparativo delle popolazioni marine e di quelle lagunari e salmastre. I due ambienti differiscono profondamente sia per i fattori chimico-fisici, sia per quelli più propriamente biotici. Per i primi l'ambiente marino è caratterizzato da notevole costanza, o da variazioni stagionali e prevedibili; nel mare è maggiore l'eterogeneità ambientale, intendendo con questo termine l'abbondanza di associazioni biologiche diversificate, e quindi il numero di nicchie ecologiche disponibili. Negli ambienti salmastri vi sono fluttuazioni accentuate, e spesso imprevedibili, a breve termine e l'eterogeneità ambientale è tanto più ridotta quanto più ci si allontana dal mare.

Istituto di Biologia del Mare, Riva dei 7 Martiri 1364/A, 30122 Venezia.

Le ricerche che stiamo conducendo si prefiggono, in primo luogo, di comprendere quale sia la strategia adattativa degli organismi marini che colonizzano le acque salmastre. Infatti questi potrebbero: 1. incrementare la variabilità genetica per massimizzare la propria plasticità ecologica o 2. ridurre la variabilità genetica, selezionando pochi genotipi che conferirebbero il massimo di flessibilità fisiologica individuale.

LAZZARETTO-COLOMBERA *et al.* (1976) hanno trovato per *Tisbe holothuriae* Humes, con misure del carico genetico, che una popolazione marina della costa mediterranea francese presentava una variabilità più elevata rispetto a quella di un ambiente lagunare vicino. Per la stessa specie, FAVA *et al.* (1976) hanno riscontrato, nella laguna veneta, che una popola-

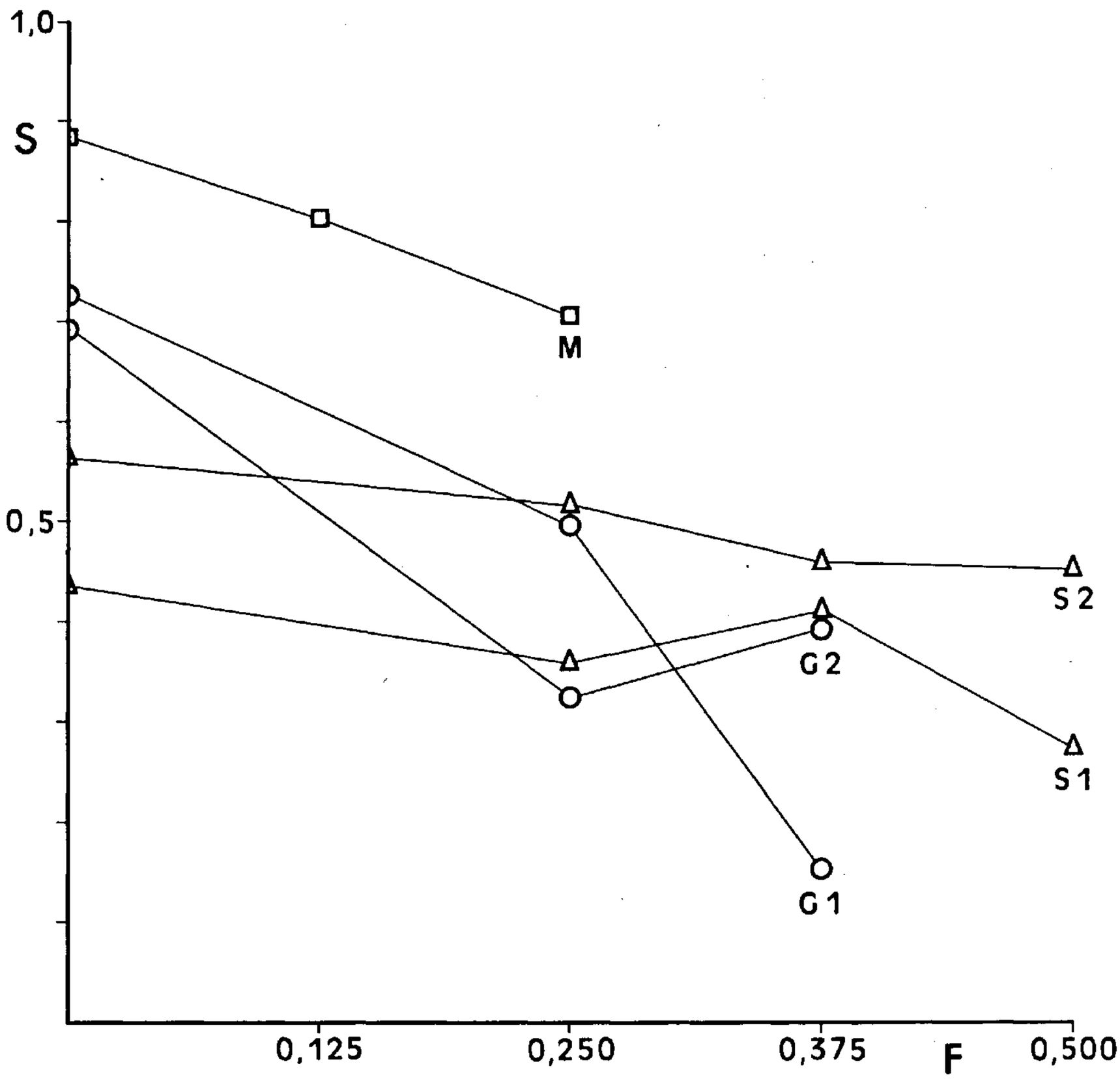


Fig. 1 - Sopravvivenza ai diversi gradi di inincrocio nelle popolazioni di Malamocco (M), Grado (G1, G2), Scardovari (S1, S2).

zione più vicina al mare era geneticamente più variabile rispetto ad una stazione più interna.

Qui presentiamo dati ottenuti col metodo del carico genetico su popolazioni di *Tisbe bulbisetosa* Volkmann-Rocco di tre diversi ambienti lagunari. La prima proviene da una stazione, posta sull'imboccatura del porto-canale di Grado, che presenta caratteristiche prossime a quelle dell'ambiente marino. La seconda è stata pescata nella stazione di Malamocco, nella laguna di Venezia. Questa è più interna, con fluttuazioni di temperatura e salinità poco superiori, ma con una eterogeneità ambientale ridotta. L'ultima proviene da una stazione situata nella sacca di Scardovari: è la più interna, presenta fluttuazioni dei parametri fisico-chimici più ampie ed imprevedibili; è presente un numero ridotto di specie di *Tisbe* e, probabilmente, *T. bulbisetosa* è la sola che forma popolazioni pluriennali. Per ciascuna popolazione è stata effettuata una serie di misure della sopravvivenza a diversi gradi di inincrocio (fig. 1), cioè con differenti livelli di omozigosi (coefficiente F). Dal tasso di diminuzione della sopravvivenza che si verifica con l'aumentare della frequenza dei loci omozigoti, è possibile ottenere una stima della variabilità genetica latente espressa come numero di « equivalenti letali » (B), secondo il metodo di MORTON *et al.* (1956). I valori di B ottenuti vanno da 3,896 e 1,737 per Grado, a 1,131 per Malamocco, ai minimi di 0,743 e 0,558 per Scardovari. Questa sequenza di valori decrescenti, descrittiva della variabilità latente della specie, è parallela all'andamento nelle tre stazioni sia della stabilità dei parametri chimico-fisici, sia dell'eterogeneità ambientale. I risultati descritti concordano con quelli citati per *T. holothuriae;* anche per *T. bulbisetosa* il carico genetico diminuisce passando da un ambiente marino ad uno salmastro; è quindi probabile che, almeno in *Tisbe,* l'instabilità ambientale e la bassa eterogeneità degli ambienti lagunari interni, determinino una riduzione della variabilità genetica. La strategia seguita da questi organismi sarebbe, quindi, quella di selezionare pochi genotipi che massimizzino l'adattamento a questi ambienti estremi.

LETTERATURA CITATA

FAVA G., LAZZARETTO-COLOMBERA I., CERVELLI M. (1976) - Carico genetico in *Tisbe* (Copepoda, Harpacticoida). II. *T. holothuriae* e *T. bulbisetosa* della laguna di Venezia. *Accad. Naz. Lincei, Rc.,* **60**, 699-708.

LAZZARETTO-COLOMBERA I., FAVA G., GRADENIGO-DENES M. (1976) - Carico genetico in *Tisbe* (Copepoda, Harpacticoida). I. *Tisbe holothuriae* di due popolazioni del Mediterraneo occidentale. *Accad. Naz. Lincei, Rc.,* **60**, 69-698.

MORTON N. E., CROW J. F., MUELLER H. J. (1956) - An estimate of the mutational damage in man from data on consanguineous marriages. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.,* **42**, 855-863.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. MARINI, I. BENEDETTI

CONSIDERAZIONI SULLA VARIABILITA' DI ALCUNI SISTEMI DI NEURONI IN TELEOSTEI APPARTENENTI ALLA STESSA FAMIGLIA

Riassunto — I dati esposti consentono di affermare che il differenziamento di un sistema di neuroni quale quello rappresentato dalle cellule di Rohon-Beard, può essere influenzato dall'ambiente in cui l'embrione si sviluppa. Altre osservazioni dimostrano che i neuroni sopramidollari, sia nei Labridi che nei Singnatidi, presentano differenze di rilievo tra i generi. Ciò propone il problema della reale affinità tra i generi di una stessa famiglia.

Abstract — *Observations on the variability of some neuron systems in teleosts belonging to the same family.* The findings presented allow us to affirm that the differentiation of a neuron system, such as the Rohon-Beard cell system, may be influenced by the environment in which the embryo develops. Further findings show that the supramedullary neurons differ in number, size and cytological aspect in Teleosts of the same family. These differences pose the problem of the true relationship among genera of Teleosts belonging to the same family.

Key words — Teleosts, Rohon-Beard cells, supramedullary neurons.

Nell'ambito delle ricerche che da anni stiamo conducendo sul sistema nervoso centrale dei Teleostei sono emerse differenze anche tra specie appartenenti alla stessa famiglia; tra le più significative ricordiamo quelle riguardanti le cellule di Rohon-Beard e i neuroni sopramidollari.

Le cellule di Rohon-Beard, come è noto, sono neuroni sensitivi intramidollari tipici degli Anamni in sviluppo, che svolgono la loro funzione prima del differenziamento dei gangli spinali.

L'esame dello sviluppo del midollo spinale in alcuni Singnatidi (MARINI e BENEDETTI, 1979) ha messo in evidenza che negli embrioni di *Hippocampus guttulatus* Cuv., protetti dal marsupio paterno, e in quelli di *Syngnathus acus* L., protetti da due pieghe cutanee ravvicinate, le cellule di Rohon-Beard non si differenziano, come verificato nei Teleostei vivipari (BENEDETTI e MARINI, 1970; MARINI e BENEDETTI, 1971). Negli embrioni di *Nerophis ophidion* (L.), invece, protetti dai soli involucri ovulari, le cellule di Rohon-Beard sono presenti.

Tenuto conto del ruolo funzionale delle cellule di Rohon-Beard, la loro assenza in *Hippocampus* e *Syngnathus* va attribuita al fatto che gli embrioni di questi due Teleostei si sviluppano isolati dagli stimoli esterni e pertanto non necessitano di un sistema sensorio a precoce differenziamento. Ciò indica che il diverso ambiente in cui si effettua lo sviluppo, nel

Istituto di Anatomia comparata dell'Università, via Berengario 14, 41100 Modena.

nostro caso correlato con le diverse cure parentali, può determinare differenze a livello del sistema nervoso centrale anche tra Teleostei appartenenti alla stessa famiglia.

Alcuni gruppi di Teleostei adulti presentano nella regione dorsale del midollo spinale dei voluminosi neuroni di aspetto gangliare, detti neuroni sopramidollari, di cui abbiamo studiato, tra l'altro, la morfologia in diverse specie.

In particolare, l'esame del midollo in alcuni rappresentanti della famiglia Labridae ha messo in evidenza che i neuroni sopramidollari, oltre a differire per alcune caratteristiche morfologiche, presentano variazioni numeriche e dimensionali tra i generi esaminati (MARINI *et al.*, 1977) (1).

Ricerche tuttora in corso indicano che lo stesso fenomeno si verifica nella famiglia Syngnatidae (2).

SPECIE	lunghezza esemplari (cm.)	n° medio N.S.	diam.cell. medio N.S. (µm)
S.(Crenilabrus) roissali	11-15	34	40
S.(Crenilabrus) tinca	8-14	28	48
Coris julis	17-19	150	65
Hippocampus guttulatus	14-16	550	26
Syngnathus acus	30-35	850	24
Nerophis ophidion	22-24	150	16

TABELLA 1 - Sono riferiti per ogni specie: la lunghezza massima e minima dei vari esemplari esaminati; il numero medio e il diametro cellulare medio dei neuroni sopramidollari (N.S.).

(1) Le specie esaminate nel lavoro citato sono state classificate secondo SOLJAN (1975); nel presente lavoro preferiamo seguire la classificazione di TORTONESE (1975): *Symphodus* (*Crenilabrus*) *roissali* (Risso) (= *Crenilabrus quinquemaculatus* (Bl. Schn.)); *Symphodus* (*Crenilabrus*) *tinca* (L.) (= *Crenilabrus pavo.* C.V.); *Coris julis* (L.) (= *Coris julis* Gehr.).

(2) Dei Singnatidi sono state esaminate le seguenti specie classificate secondo TORTONESE (1970): *Hippocampus guttulatus* Cuv.; *Syngnathus acus* L.; *Nerophis ophidion* (L.).

Le variazioni numeriche e dimensionali rilevate a carico dei neuroni sopramidollari nei Labridi e nei Singnatidi non sono correlabili con le dimensioni delle specie esaminate come risulta dai dati riportati in Tabella 1. Tali differenze pertanto vanno imputate a differenze di habitat e di comportamento tra i generi esaminati.

Questi dati rappresentano gli esempi più appariscenti di un fenomeno spesso osservato studiando il sistema nervoso dei Teleostei, che, a nostro avviso, propone il problema della reale affinità tra i generi di una stessa famiglia.

LETTERATURA CITATA

BENEDETTI I., MARINI M. (1970) - Le cellule gangliari intraspinali nei Teleostei. I. *Gambusia affinis. Rend. Acc. Naz. Lincei,* ser. VIII, **49**, 223-228.

MARINI M., BENEDETTI I. (1971) - Le cellule gangliari intraspinali nei Teleostei. II. *Poecilia reticulata. Rend. Acc. Naz. Lincei,* ser. VIII, **51**, 260-263.

MARINI M., BENEDETTI I., GENTILE R. (1977) - Aspetti morfologici dei neuroni sopramidollari nei Labridi. *Rend. Acc. Naz. Lincei,* ser. VIII, **63**, 94-97.

MARINI M., BENEDETTI I. (1979) - The intramedullary ganglion cells in Syngnatidae. *Acta Embryol. Exp.,* **1979**, 265-274.

SOLJAN T. (1975) - I pesci dell'Adriatico. Mondadori, Milano, 522 pp.

TORTONESE E. (1970 e 1975) - Fauna d'Italia. Osteichtyes. I e II, Calderini, Bologna, 565 e 636 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

A.M. Bolognani Fantin (*), E. Ottaviani (*), L. Bolognani (**),
A. Franchini (*), M. Masserini (**)

STUDIO ISTOFUNZIONALE DELL'APPARATO DIGERENTE DI *MUREX BRANDARIS* E *MUREX TRUNCULUS*

Riassunto — E' stato preso in esame l'apparato digerente con le varie ghiandole annesse (salivari, Leiblein, *fraimboisè,* digestiva) di *Murex brandaris* L. e *Murex trunculus* L. per chiarire da un lato i processi digestivi e dall'altro le eventuali relazioni esistenti tra tale apparato (principalmente le ghiandole annesse alla parte superiore) e i fenomeni di predazione e perforamento operati da queste due specie. L'indagine è stata condotta con tecniche istomorfologiche ed istochimiche. Inoltre sono stati eseguiti, limitatamente alle ghiandole annesse, dosaggi biochimici per alcuni enzimi (fosfatasi acida ed alcalina, colinesterasi, amilasi, tripsina e chimotripsina, GOT e GPT).

Abstract — *Histological and histochemical study of digestive apparatus of* Murex brandaris *L.* Murex trunculus *L.* The digestive apparatus and the connected glands has been studied (in *Murex brandaris* and *Murex trunculus*) in order to clarify the digestive processes and the possible relationship between the digestive tract, especially the uppermost glands, and the predatory and rock boring phenomena. The study deals with the histomorphology and histochemistry of several tracts of the digestive apparatus. Only the glands are submitted to biochemical tests for some enzymatic activities (acid and alkaline phosphatases, amylase, trypsine and chimotrypsine, glutamate oxalacetate transaminase and glutamate pyruvate transaminase).

Key words — *Murex brandaris, Murex trunculus,* digestive apparatus.

L'apparato digerente dei Molluschi Prosobranchi è stato oggetto di numerose ricerche riguardanti l'anatomia macro e microscopica (Graham, 1941; 1949; Martoja, 1964; 1971; Ward, 1965; Wu, 1965), la fisiologia dei processi digestivi e le abitudini alimentari (Ferreri e Ducato, 1959; Ferreri, 1961; Arvy, 1962; Owen, 1966; Purchon, 1968). Poco è stato invece fatto riguardo a una caratterizzazione istochimica dei tipi cellulari presenti ai vari livelli dell'apparato digerente e alla natura del secreto prodotto dalle ghiandole annesse.

Nel presente studio è stato preso in esame l'apparato digerente con le ghiandole annesse di *Murex brandaris* L. e *Murex trunculus* L. per chiarire i processi digestivi e le eventuali relazioni esistenti tra tale apparato e i fenomeni di predazione e perforamento operati da queste due specie. L'indagine è stata condotta con tecniche istomorfologiche ed istochimiche sui seguenti tratti dell'apparato digerente: apparato boccale, faringe di Leiblein, esofago (anteriore, medio, posteriore), stomaco, intestino,

(*) Cattedra di Istologia ed Embriologia e Istituto di Anatomia Comparata, dell'Università, via Berengario da Carpi 14, Modena.
(**) Istituto di Chimica Biologica, Facoltà di Medicina, via Saldini 50, Milano.

retto (anteriore, medio, posteriore) e ghiandole annesse (salivari, *framboisè,* Leiblein e digestiva). Inoltre sulle ghiandole sono stati eseguiti dosaggi biochimici di alcuni enzimi legati alla digestione e di importanza metabolica generale.

L'istomorfologia dei vari tratti è simile nelle due specie. Nell'epitelio monostratificato cilindrico, e per la massima parte ciliato, che riveste il lume del canale digerente, sono presenti tre tipi cellulari: 1. cellule principali o di sostegno, 2. mucociti, 3. cellule « granulari ». La loro distribuzione è riassunta nella Tabella 1. Nell'epitelio dell'apparato boccale, della

Tipi di cellule epiteliali	tratto	MUREX BRANDARIS esofago	stomaco	retto	MUREX TRUNCULUS esofago	stomaco	retto
Principali o di sostegno	ant.	+++	++	+	+++	++	+
	medio	+-	++	+	+-	++	+-
	post.	++	++	+	++	++	-
Mucociti	ant.	++	+	+	+-	+	+
	medio	+++	+	++	++	+	-
	post.	+++	+	+-	+-	+	-
Granulari	ant.	+-	-	+-	+-	-	+-
	medio	+++	-	++	++	-	++
	post.	++	-	+	+	-	+++
Principali con globuli lipidici	ant.	-	-	-	-	-	-
	medio	-	-	++	-	-	+
	post.	-	-	+++	-	-	+

TABELLA 1 - Distribuzione dei vari tipi di cellule epiteliali presenti nell'apparato digerente di *Murex brandaris* e *Murex trunculus.*
—= assenti; +— = rare; + = poche; ++ = numerose; +++ = numerosissime

faringe, di Leiblein, dello stomaco e dell'intestino si rinvengono solo le cellule principali e i mucociti. Nell'esofago e nel retto si aggiungono le cellule da noi definite « granulari », in quanto presentano il citoplasma riempito di granulazioni intensamente eosinofile e apparse di natura proteica con le reazioni istochimiche; a nostro avviso le si deve considerare produttrici di proteine enzimatiche verosimilmente legate ai processi digestivi. Le cellule principali non sarebbero sede di fenomeni di secrezione. I mu-

cociti producono GAG solforati o non solforati nel tratto superiore dell'apparato digerente, mentre nello stomaco, intestino e retto producono solo PS neutri.

Le ghiandole salivari pari sono localizzate in vicinanza dell'anello gangliare periesofageo (in *M. trunculus* sono addirittura compenetrate col tessuto nervoso) e i loro dotti sboccano nella cavità boccale; la ghiandola *framboisè* impari deve essere considerata una evaginazione della parete laterale dell'esofago medio, dalla parte opposta rispetto alla ghiandola di Leiblein; infatti non possiede dotto escretore e il suo lume si apre direttamente nell'esofago. La ghiandola di Leiblein è addossata all'esofago medio col quale è collegata da un corto dotto escretore che prende origine da una doccia situata all'interno del parenchima ghiandolare. L'epitelio che riveste tale doccia ha le stesse caratteristiche dell'epitelio esofageo. La ghiandola digestiva è molto voluminosa occupando quasi tutto il sacco dei visceri e riversa il suo secreto nello stomaco mediante un solo dotto derivante dall'unione dei vari dotti interlobari.

Il secreto prodotto dalle ghiandole salivari, di Leiblein e digestiva è di natura glicoproteica e verosimilmente si tratta di glicoproteine enzimatiche. E' noto infatti che molte idrolasi acide sono di natura glicoprotidica.

I dosaggi biochimici hanno dimostrato la presenza di idrolasi (fosfatasi acida, alcalina e colinesterasi) e di transaminasi (GOT e GPT) in tutte e tre le ghiandole. Con le metodiche adottate non è stato possibile dimostrare proteasi, mentre amilasi sono state osservate nelle ghiandole salivari (assente nelle altre ghiandole).

La ghiandola *framboisè* produce un secreto costituito solo da PS neutri, con funzione lubrificante.

Funzionalmente possiamo trarre le seguenti conclusioni: 1. cellule che producono sostanze legate ai fenomeni digestivi sono presenti solo nell'esofago e nel retto; 2. lo stomaco e l'intestino sono solo dei tratti di collegamento e nello stomaco non avverrebbero fenomeni di assorbimento come riferito da MARTOJA (1964) per la famiglia dei Nassaridi; 3. le ghiandole annesse, ad esclusione della *framboisè,* produrrebbero enzimi legati alla digestione; 4. la ghiandola digestiva non sarebbe sede di assorbimento (come ipotizzato da JORDAN (1918) e in seguito confermato da numerosi altri autori) che avverrebbe invece a livello del retto; 5. è probabile che il perforamento operato dai *Murex* sulle prede non sia legato ai secreti delle ghiandole dell'apparato digerente, ma a strutture ghiandolari del piede assimilabili al complesso ABO presente in molti altri Gasteropodi Prosobranchi predatori e perforatori.

LETTERATURA CITATA

ARVY L. (1962) - Histochimie des Enzymes impliquées dans la digestion, dans la série animale. In: *Hdbch. der Histochem.* **7**, Fischer, Stuttgart, 154-303.

FERRERI E. (1961) - La fosfomonoesterasi alcalina e la D-L alanil-glicina dipeptidasi nell'intestino di *Murex trunculus* L. Ricerche biochimiche ed istochimiche. *Z. vergleich. Physiol.*, **44**, 242-257.

FERRERI E., DUCATO L. (1959) - La lipasi nel tubo digerente di *Murex trunculus* e di *Planorbis corneus. Soc. ital. Biol. sper.*, **35**, 531-532.

GRAHAM A. (1941) - The oesophagus of the Stenoglossan Prosobranchs. *Proc. R. Soc. Edin.*, **61**B, 1-23.

GRAHAM A. (1949) - The Molluscan stomach. *Trans. R. Soc. Edin.*, **61**, 737-761.

JORDAN H. J. (1918) - Phagocytose und Resorption bei *Helix pomatia. Arch. Néerl. Physiol.*, **2**, 471-476.

MARTOJA M. (1964) - Contribution a l'étude de l'appareil digestif et de la digestion chez les Gastéropodes carnivores de la famille des Nassaridés. (Prosobranches Sténoglosses). *La Cellule*, **64**, 237-334.

MARTOJA M. (1971) - Données histologiques sur les glandes salivaires et oesophagiennes de *Thais lapillus* (L.) (= *Nucella lapillus*, prosobranche néogastropode. *Arch. Zool. exp. gén.*, **112**, 249-291.

OWEN G. (1966) - Digestion. In: K.M. Wilburg & C.M. Yonge eds., *Physiology of Mollusca*, vol. II, Academic Press, New York and London, pp. 53-96.

PURCHON R. D. (1968) - Digestion. In: G.K. Kerkut ed., *The Biology of the Mollusca*, II. Pergamon Press, Oxford, pp. 207-268.

WARD J. (1965) - The digestive tract and its relation to feeding habits in the Stenoglossan Prosobranch *Coralliophila abbreviata* (Lamark). *Can. J. Zool.*, **43**, 447-464.

WU S.-K. (1965) - Comparative functional studies of the digestive system of the Muricid Gastropods *Drupa ricina* and *Morula granulata. Malacologia*, **3**, 211-233.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. GANDOLFI (*), R. ROSSI (**),
P. TONGIORGI (***), P. VILLANI (****)

OSSERVAZIONI SULLA MONTATA DELLE CECHE (*Anguilla anguilla* L.) ALLA FOCE DELL'ARNO

(Ottobre 1980 - Maggio 1979) (*****)

Riassunto — Sono riferiti i risultati preliminari di una serie di campionamenti svolti alla foce del fiume Arno nell'ambito di una indagine pluriennale condotta per studiare la montata delle ceche. Sono brevemente considerate le variazioni morfometriche e morfologiche riscontrate nei campioni e le condizioni che influenzano l'afflusso delle ceche in questa località.

Abstract — *Observations on the ascent of elvers* (Anguilla anguilla L.) *at the mouth of the Arno River* (*Pisa, Italy*) (*October 1978 - May 1979*). Preliminary results are reported on samples taken to assess the ascent of elvers at the mouth of river Arno. Morphometric and morphological features of elvers in each sample are briefly examined and conditions influencing the ascent in this habitat are discussed.

Key words — *Anguilla anguilla,* elvers, migration.

Nell'ambito di una più vasta campagna di ricerche sulle migrazioni trofiche del novellame di specie ittiche eurialine, abbiamo iniziato una serie di osservazioni sulla montata delle ceche d'anguilla, *Anguilla anguilla* (L.), in una località costiera dell'alto Tirreno (foce del fiume Arno) ed in due località adriatiche (Delta del fiume Po e Laguna di Lesina). La scarsità di notizie recenti sulla migrazione potamotoca delle ceche nelle acque italiane, la completa mancanza di dati quantitativi e le sempre maggiori richieste di ceche per scopi di acquacoltura, sono i motivi che ci hanno stimolato a svolgere questa ricerca.

I dati relativi alla costa adriatica sono per ora del tutto inconsistenti, a causa dell'afflusso ritardato nelle acque interne e della minore entità della montata rispetto alla costa tirrenica. Solo poche ceche isolate sono state catturate a fine aprile - inizi di maggio nei rami del Po di Pila e del Po di Maestra. Nessuna cattura è stata fatta nella Laguna di Lesina. Per la stazione di Bocca d'Arno emerge invece un quadro sufficientemente indicativo dell'andamento della montata nel periodo considerato. I campio-

(*) Istituto di Zoologia dell'Università, strada dell'Università, 43100 Parma.
(**) Istituto di Zoologia dell'Università, via Borsari 46, 44100 Ferrara.
(***) Istituto di Zoologia dell'Università, via dell'Università 4, 41100 Modena.
(****) Laboratorio per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune - CNR, Lesina (Foggia).
(*****) Ricerca svolta nell'ambito del P.F. « Oceanografia e Fondi marini » del CNR.

Data	T °C min-max	Fase lunare	P_o n	Ceche n	LT ± ds mm	P ± ds mg
26.X.78	16,0-17,5	●	13	-	-	-
29.XI	7,0-8,0	●	7	-	-	-
13-14.XII	11,5-13,0	o	19	104	73,0±3,4	471±93
28-29.XII	9,0-11,5	●	19	138	71,5±2,7	435±70
11-12.I.79	5,0-9,5	o	23	21	71,0±3,7	409±81
24-25.I	8,0-11,0	●	24	142	70,1±3,3	264±48
14-15.II	9,5-12,5	o	24	456	69,4±3,7	379±74
26-27.II	5,0-8,0	●	24	35	67,5±3,7	294±82
14-15.III	10,5-13,0	o	24	533	68,7±3,6	237±50
28-29.III	10,5-15,0	●	24	282	67,2±3,7	239±49
10-11.IV	10,5-13,5	o	23	24	67,0±2,8	210±40
10-11.V	15,0-18,5	o	21	459	67,6±3,7	275±65

TABELLA 1 - Temperatura dell'acqua, fase lunare (● = luna nuova, o = luna piena), numero di prelievi orari svolti (P_o), numero di ceche catturate, lunghezza totale media (LT ± ds) e peso medio (P ± ds) delle ceche alle diverse date di prelievo a Bocca d'Arno.

namenti in questa stazione sono stati svolti ogni quindici giorni, con inizio nell'ottobre 1978, utilizzando metodi standardizzati, al fine di ottenere dati comparabili e poterne trarre valutazioni quantitative.

Le prime ceche sono comparse nella prima quindicina di dicembre, più tardi di quanto risulti da indagini precedenti (CHIAPPI, 1931; D'ANCONA, 1940), che indicano già in autunno l'inizio della montata nelle acque del Tirreno. Il massimo afflusso è stato in febbraio e marzo; il campionamento di maggio mostra che la montata delle ceche è ancora considerevole anche in primavera inoltrata (tab. 1). E' confermata una progressiva diminuzione delle lunghezze e dei pesi medi rilevabili nei campioni dall'inizio della montata in poi (tab. 1); anche le caratteristiche morfologiche delle ceche cambiano con il procedere della stagione, aumentano progressivamente di frequenza gli individui in stadi di pigmentazione più avanzata (tab. 2). Lo stadio A di BOËTIUS (1976), caratterizzato da pigmentazione della sola regione cefalica, prevale nei campioni fino a febbraio, men-

Data	A	B	C	D	E
13-14.XII.78	53,3	17,8	14,9	10,3	3,7
28-29.XII	88,4	7,3	3,6	-	0,7
11-12.I.79	71,9	18,7	9,4	-	-
24-25.I	73,3	18,7	6,7	-	1,3
14-15.II	35,1	27,8	32,4	3,8	0,9
26-27.II	40,0	27,7	28,6	5,7	-
14-15.III	6,4	14,1	54,2	18,1	7,2
28-29.III	10,4	15,4	45,3	26,8	2,1
10-11.IV	-	8,3	50,0	25,0	16,7
10-11.V	5,9	3,2	15,0	49,9	26,0

TABELLA 2 - Frequenze percentuali degli stadi di pigmentazione (da A ad E, secondo BÖETIUS, 1976) nei campioni prelevati alle diverse date.

tre in marzo-aprile la frequenza maggiore riguarda lo stadio C e in maggio lo stadio D.

Le fasi lunari non sembrano avere influenza nel determinare variazioni sensibili della montata. Il fattore che maggiormente influisce, nel complesso dei campionamenti svolti, è certamente la marea, a conferma di quanto precedentemente osservato da altri autori (cfr. DEELDER, 1970). Variazioni notevoli di afflusso si verificano nel corso della 24 ore, con punte massime di cattura quasi costantemente situate nelle ore immediatamente successive al tramonto. L'effetto risulta ancora più marcato se l'alta marea coincide con le prime ore di buio.

Con temperature dell'acqua del fiume basse (tab. 1, primo prelievo di gennaio e secondo prelievo di febbraio) la montata delle ceche è molto scarsa. L'effetto di questo parametro potrà tuttavia essere meglio chiarito solo con l'acquisizione di ulteriori dati.

LETTERATURA CITATA

BÖETIUS J. (1976) - Elvers, *Anguilla anguilla* and *Anguilla rostrata* from two Danish localities. Size, body weight, developmental stage and number of vertebrae related to time of ascent. *Meddr. Danm. Fisk.- og Havunders.*, **7**, 199-220.

CHIAPPI T. (1931) - Variazioni periodiche nella montata delle anguilline (cieche). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **7**, 662-69.

D'ANCONA U. (1940) - Montata e accrescimento delle giovani anguille dell'alto Adriatico in confronto a quelle delle altre parti del Mediterraneo e delle coste europee settentrionali. *Atti R. Ist. veneto Sci. Lett. Arti,* **99**, 447-64.

DEELDER C. L. (1970) - Synopsis of biological data on the eel, *Anguilla anguilla* Linnaeus 1758. *FAO Fish. Synopsis,* **80**, III+68 pp.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. WURTZ

I CEFALOPODI RACCOLTI IN MAR LIGURE DURANTE LA CAMPAGNA DI PESCA BATIALE 1977/78 (*)

Riassunto — Nel corso di una campagna di pesca batiale nel Mar Ligure orientale sono state raccolte 14 specie di Cefalopodi. Per le operazioni di pesca sono state utilizzate sia una rete a strascico di tipo tradizionale sia una rete pelagica tipo Isaacs Kidd 3 m; con questa sono stati raccolti solo individui di piccola taglia: *Galiteuthis armata* e una larva di *Histioteuthis reversa. Bathypolipus sponsalis, Peroctopus tetracirrhus, Neorossia caroli* e *H. reversa* sono le specie più rappresentate nelle raccolte con rete a strascico.

Abstract — *Cephalopods collected during a batyal fishing survey* (*1977-1978*) in *the Ligurian Sea.* During a fishing survey in the eastern Ligurian sea fourtheen species of Cephalopods were collected by bathyal otter trawl and by Isaacs Kidd midwatei trawl 3 m (IKMT). *Bathypolypus sponsalis, Pteroctopus tetracirrhus, Neorossia caroli* and *Histioteuthis reversa* were the most abundant in the bottom trawl samples. Only four small specimens of *Galiteuthis armata* and one larval stage of *H. reversa* were collected with the IKMT.

Key words — Cephalopoda, bathyal trawling.

Nel corso della campagna di pesca batiale 1977/78 sono state raccolte 14 specie di Cefalopodi: 4 Ottopodi, 4 Sepioidei e 6 Teutoidei, per un totale di 567 individui. Le operazioni di pesca sono state effettuate, nel periodo giugno-novembre, con una rete a trascico di tipo tradizionale, per un totale di 53 cale, ed una rete pelagica Isaacs Kidd 3 m, senza dispositivo di chiusura, per un totale di 13 cale. Le zone campionate presentano diversa batimetria e diversa natura del fondo: Zona A, 600-700 m, fango sabbioso con *Thenea muricata* e *Terebratula vitrea;* Zona B, 400-500 m, fango compatto con *Isidella elongata* e Zona C, 400-480 m (RELINI, 1978). Nella Tabella 1 sono elencate le specie rinvenute; oltre la zona di cattura, per ciascuna di esse, è indicato il sesso, il numero di individui (N°) e la misura della lunghezza dorsale del mantello in mm (MD mm). L'ottopode *Bathypolypus sponsalis,* la specie più frequente (da 1 a 40 individui per cala), preferisce fondi tipicamente batiali (MANGOLD, 1973). Il numero di individui, diminuisce infatti sensibilmente dalla Zona A alla B, ed è assente nella zona D. Il rapporto sessi è a favore delle femmine, che raggiungono anche le maggiori dimensioni. *Pteroctopus tetracirrhus* è spesso associato alla specie precedente, ma in numero ridotto (1-22 individui per

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, via Balbi 5, 16126 Genova.
(*) Ricerca effettuata con il contributo CNR n. 78.01070.88 P.F. « Oceanografia e Fondi marini ».

cala). Le raccolte più abbondanti sono state realizzate ad ottobre nella Zona B. *Octopus salutii,* endemico del Mediterraneo e comune nel settore occidentale (BONNET, 1973), è stato catturato esclusivamente nelle zone B e D, che rappresentano il limite inferiore della distribuzione di questa specie. Essa è infatti frequente a livelli meno profondi, ma in periodi diversi da quelli considerati dai nostri campionamenti. Tra la seconda metà di luglio ed agosto sono stati pescati alcuni esemplari di *Eledone cirrosa* su livelli batiali che non sono frequentati da questa specie durante gli altri mesi dell'anno. Si tratta di individui adulti, con gonadi mature: i maschi con numerose spermatofore e le femmine con voluminosi grappoli di uova del diametro massimo di 7 mm, pronte per la deposizione. E' noto che questa specie compie una migrazione riproduttiva in primavera-estate dai fondali meno profondi a quelli più lontani dalla costa, dove i due sessi, che tra l'altro sembrano avere distribuzione differenziata (MANGOLD, 1961), si incontrano. L'entità e le modalità di tale migrazione sono ancora sconosciute per il Mar Ligure. Tra i Sepioidei catturati, *Neorossia caroli* risulta la specie più rappresentata, in particolare nella zona B, dove compaiono anche elementi tipicamente epibatiali quali *Rossia macrosoma* e *Sepietta oweniana,* quest'ultima più frequente nei mesi autunnali. *Heteroteuthis dispar* è stato catturato occasionalmente; gli 11 individui della zona A appartengono ad un unico insieme di femmine raccolte di notte a giugno. Questa specie è certamente più abbondante di quanto possa essere rilevato dalle catture con la rete a strascico; infatti, da studi effettuati su contenuti gastrici di predatori, risulta che questo piccolo sepioideo svolge un ruolo determinante nelle catene trofiche batiali (RELINI ORSI e WURTZ, 1976). Tra i Teutoidei, *Histioteuthis reversa* è la più frequente, specialmente nella zona A. *Todarodes sagittatus* viene catturato saltuariamente, di rado più di 2 individui per cala; l'insieme rappresentato in Tabella 1 è composto da individui di taglia commerciabile. Del tutto occasionali le catture di *Abraliopsis morisii, Ctenopterix sicula* e *Galiteuthis armata* raccolte solo nella zona A, come pure *Histioteuthis bonelliana* presente sia in A che in B. I primi sono Teutoidei adulti che abitano fondali più profondi, rari nel contenuto della rete a strascico, specialmente nel settore considerato. Nella zona D, in cui è stata effettuata una sola cala notturna nel luglio 1977, sono stati raccolti: *Octopus salutii, Rossia macrosoma* e *Sepietta oweniana,* oltre a due unici reperti di *Histioteuthis bonelliana* e *Todarodes sagittatus.* Le catture realizzate con la rete pelagica Isaacs Kidd 3 m rientrano nella normalità dei valori ottenuti con questo tipo di attrezzo per i Cefalopodi pelagici (MANGOLD, 1973); su 13 pescate 3 sole hanno raccolto cefalopodi. In particolare sono stati catturati 2 adulti di *Gali-*

ZONE DI PESCA		A - 77		B - 77		A - 78		B - 78		D - 77	
	SEX	N°	MD mm	N°	MD mm	N°	MD mm	N°	MD mm	N°	MD mm
OCTOPODA											
Bathypolypus sponsalis	♀	46	23-65	33	25-65	73	22-65	16	30-58		
	♂	31	25-50	19	18-46	65	20-53	5	32-47		
Pteroctopus tetracirrhus	♀	8	20-85	24	30-75	5	35-70	1	33		
	♂	4	30	16	30-59	1	40	3	33-75		
Octopus salutii	♀			8	14-39					1	32
	♂			5	30-54					2	27-40
Eledone cirrosa	♀	3	90-102	3	105-120			4	100-160		
	♂	1	72	1	14			15	58-110		
SEPIOIDEA											
Neorossia caroli	♀	7	23-52	21	13-50	3	44-54	12	25-53		
	♂	1	33	2	25-28			6	45-53		
Rossia macrosoma	♀			2	60					2	15-18
Heteroteuthis dispar	♀	11	16-21	1	20			1	23		
Sepietta oweniana	♀			38	22-39					9	21-34
	♂			5	20-28					8	21-27
TEUTHOIDEA											
Abraliopsis morisii	♀	1	32								
Ctenopterix sicula	♀					1	75				
Galiteuthis armata	♀	1	220								
Histioteuthis reversa		9	54-97	2	37-76	5	60-66	6	45-104		
Histioteuthis bonelliana		2	31-40	1	46			1	102	1	55
Todarodes sagittatus	♀	4	213-335			5	260-305	2	201-260	1	335
	♂	1	285	1	285						

TABELLA 1 - Elenco dei Cefalopodi batiali raccolti con la rete a strascico durante le campagne di pesca 1977-78.

teuthis armata (lunghezza dorsale del mantello 120 e 55 mm), 2 larve delle stessa specie (15,5 e 25,5 mm) ed un giovane di *Histioteuthis reversa* di 9 mm. In conclusione, le attuali consuetudini di pesca (estiva ed autunnale) non hanno consentito di estendere i campionamenti a periodi dell'anno più favorevoli alla cattura di cefalopodi, catture che risultano di modesta entità (circa 10 unità/ora di strascico). Il carattere preliminare, della ricerca richiede un completamento che tenga conto, in particolare, della biologia delle specie di interesse commerciale.

LETTERATURA CITATA

BONNET M. (1973) - Les Céphalopodes captures par la « Thalassa » au large de la Lybie et de la côte orientale tunisienne en novembre 1969. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **21** (10).

MANGOLD WIRZ K. (1961) - La migration des Céphalopodes méditerranéens. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* **16** (2), 299-304.

MANGOLD WIRZ K. (1973) - Les Céphalopodes récoltés en Méditerranée par le « Jean-Charcot » campagnes Polymede I et II. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **37**, 391-395.

RELINI G. (1978) - Campagna di pesca a strascico sui fondi batiali del mar Ligure nell'ambito dei programmi finalizzati CNR. *X Congresso S.I.B.M. Quad. Lab. Tecnol Pesca, Ancona* (in stampa).

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1976) - Patterns and overlap in the feeding of two selachians of bathyal fishing grounds in the Ligurian sea. *Comm. int. Mer. Médit.,* **24** (5), 89-94.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

S. De Ranieri

LA MATURITA' SESSUALE NELLE FEMMINE DI *MULLUS BARBATUS* L. NELL'ALTO TIRRENO (*)

Riassunto — Con l'esame istologico della gonade e l'analisi delle variazioni volumetriche degli ovociti durante un ciclo annuale si è stabilito che le femmine di *Mullus barbatus* raggiungono la maturità sessuale ad un anno di vita e a 10-12 cm di lunghezza totale.

Abstract — *Sexual maturity in females of* Mullus barbatus *L. from Northern Tyrrenian sea.* The histological examination of the gonad and the analysis of volumetric variations of oocytes during an annual cycle have allowed us to ascertain that female specimens of *Mullus barbatus* reach sexual maturity at the end of the first year of life, when they are 10-12 cm in length.

Key words — *Mullus barbatus,* oogenesis, sexual maturity.

I dati bibliografici sulla biologia riproduttiva di *Mullus barbatus* L. appaiono contrastanti. Scaccini (1947) sostiene che nel Medio Adriatico le femmine di *M. barbatus* raggiungono la maturità al secondo anno di vita, ad una lunghezza di 16 cm ed i maschi al primo anno, ad una lunghezza di 14 cm. L'esame istologico delle gonadi permette invece a Bougis (1952) di affermare che la grande maggioranza degli individui è matura già al primo anno di vita, ad una lunghezza di 13-14 cm per le femmine e 11-12 cm per i maschi. Matta (1958) che ha studiato individui della foce dell'Arno riferisce al contrario che le femmine maturano al terzo anno, a circa 16 cm ed i maschi al secondo e terzo anno, a circa 15 cm. Zupanovic (1964), riportando dati di vari autori, afferma che in *M. barbatus* la maturità sessuale avviene a taglie ed età diverse. Haïdar (1970), infine, conferma i dati di Bougis (1952) osservando che nelle taglie dell'Adriatico Orientale la maturità avviene al primo anno, ma a 12 cm per le femmine e 10,5 cm per i maschi.

Nell'ambito di una indagine sull'accrescimento e la riproduzione di *M. barbatus* da me condotta nella zona antistante la foce dell'Arno, è stato affrontato il problema della determinazione della prima maturità sessuale, ricorrendo al metodo citometrico oltre che all'esame istologico delle gonadi durante un ciclo annuale. Nelle precedenti descrizioni del ciclo ova-

Istituto di Zoologia. Laboratorio di Biologia Marina dell'Università, via A. Volta 4, 56100 Pisa.

(*) Ricerche eseguite nel quadro del Progetto Finalizzato del CNR « Oceanografia e Fondi Marini », presso il Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno.

rico (FEBVRE *et al.*, 1975) non era stato infatti esattamente descritto l'andamento ovocitario relativo alla prima maturità e la ripresa dell'attività ovogenetica in rapporto alla taglia ed all'età degli individui.

E' invece importante stabilire con precisione questi fenomeni anche ai fini della pesca; infatti, secondo la vigente legislazione in materia, la taglia minima di riproduzione di *M. barbatus* è stimata in 15 cm di lunghezza.

Gli individui esaminati sono stati raccolti nel corso di 13 campagne mensili; per ogni campione le triglie venivano selezionate in base alla taglia e successivamente all'età. L'indagine si è basata, per ogni classe di età, sull'analisi delle variazioni dei volumi ovocitari corrispondenti alle diverse fasi maturative del 2° e 3° periodo di accrescimento, secondo il metodo descritto da ZACCANTI e GARDENGHI (1968). Nel presente studio vengono presi in esame solamente gli individui di età compresa tra 3 e 16 mesi.

In Figura 1 sono riportati i dati ottenuti per ogni bimestre, nell'ar-

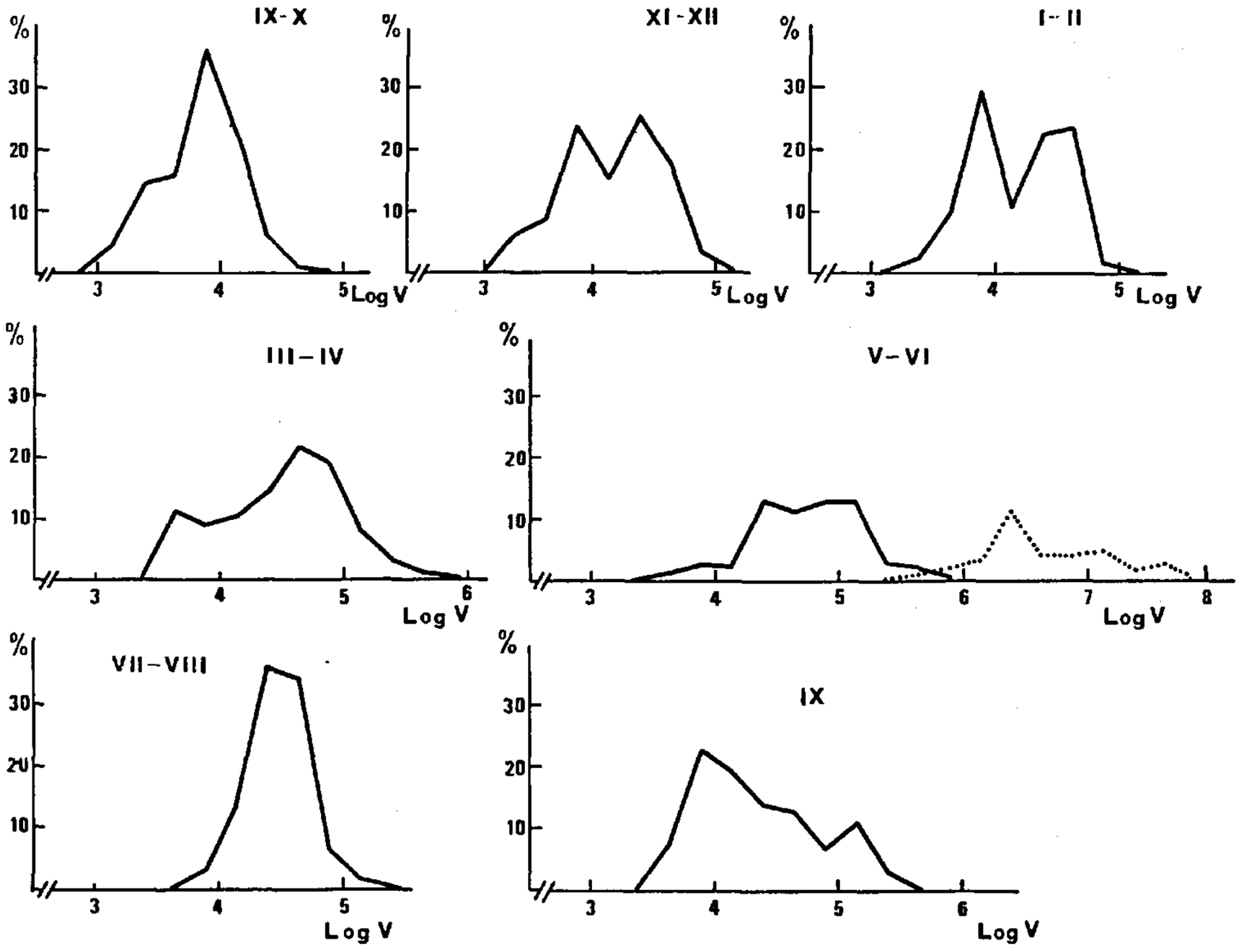


Fig. 1 - Distribuzione volumetrica degli ovociti in 2° e 3° periodo di accrescimento durante un ciclo di 13 mesi (la linea tratteggiata è relativa al 3° periodo). Cifre romane: mesi dell'anno a cui si riferiscono i campioni.

co di tempo esaminato (settembre 1977 - settembre 1978); il dato del settembre '78 relativo al secondo anno di vita si riferisce, invece, ad un campione mensile. In ascissa abbiamo i valori volumetrici degli ovociti espressi in logaritmi in base 10, con intervallo di classe 0,25 Log.; in ordinata le percentuali degli ovociti per ciascuna classe di grandezza.

Le triglie si riproducono davanti alla foce dell'Arno da maggio a luglio; il primo campione preso in esame si riferisce al bimestre settembre - ottobre '77, quando le giovani triglie avevano raggiunto i 3-4 mesi di età.

Settembre-ottobre '77: individui di 3-4 mesi, 6-8 cm di lunghezza totale (L.T.); la curva relativa al volume degli ovociti che sono nel 2° periodo di accrescimento presenta un andamento unimodale, con moda compresa tra LogV = 3,75 e LogV = 4,25; in questo intervallo è compresa la maggioranza degli ovociti postsinaptici diplotenici e la popolazione ovocitaria presenta un intervallo di variabilità tra $1{,}5 \cdot 10^3 \mu^3$ e $6{,}5 \cdot 10^4 \mu^3$. Siamo chiaramente in presenza della prima ovogenesi e la popolazione degli ovociti postsinaptici, nella fase iniziale del 2° periodo di accrescimento a pochi mesi dalla nascita dell'individuo è omogenea.

Novembre-dicembre '77: individui di 5-6 mesi, 8-10 cm di L.T.; l'andamento della curva presenta due mode, molto ravvicinate, a LogV = 3,87 e LogV = 4,37. L'intervallo di variabilità rimane però limitato, il 75% degli ovociti diplotenici è infatti compreso tra $8 \cdot 10^3 \mu^3$ e $6{,}5 \cdot 10^4 \mu^3$. All'interno della popolazione ovocitaria in 2° periodo di accrescimento si nota un certo asincronismo nello sviluppo volumetrico durante la fase definita da Bougis (1952) di maturazione lenta.

Gennaio-febbraio '78: individui di 7-8 mesi, 9-10 cm di L.T.; la curva conserva un andamento bimodale, la prima moda rimane a LogV = 3,87 ma con una frequenza maggiore, la seconda passa a LogV = 4,62. Durante l'inverno abbiamo quindi una situazione costante; gli ovociti diplotenici si accrescono lentamente con un leggero incremento di frequenza per i valori volumetrici più alti.

Marzo-aprile '78: individui di 9-10 mesi, 9-11 cm di L.T.; la curva si presenta nuovamente con un andamento unimodale: la moda a LogV = 3,87 registrata nei 4 mesi precedenti è scomparsa, mentre la frequenza delle classi di lunghezza oltre LogV = 4,62 è aumentata; circa metà della popolazione ovocitaria si sposta sui volumi corrispondenti agli stadi finali del 2° periodo di accrescimento.

Maggio-giugno '78: individui di 11-12 mesi (cioè al compimento del primo anno di vita), 10-12 cm di L.T.; in questi mesi le variazioni volumetriche degli ovociti in 2° periodo di accrescimento presentano un andamento unimodale, le frequenze maggiori sono a carico delle classi di gran-

dezza comprese tra LogV = 4,37 e LogV = 5,12, mentre diminuiscono bruscamente quelle inferiori; la quasi totalità degli ovociti diplotenici si trova nelle fasi finali del 2° periodo di accrescimento. La curva relativa agli ovociti in 3° periodo di accrescimento registra una moda a LogV = 6,37, corrispondente alla fase vacuolare di FEBVRE *et al.* (1975), ma il campo di variabilità, esteso da $1{,}8 \cdot 10^5 \mu^3$ a $5{,}6 \cdot 10^7 \mu^3$, mostra che già una parte degli ovociti ha raggiunto gli stadi finali della vitellogenesi.

Luglio-agosto '78: individui oltre i 12 mesi, 11-13 cm di L.T.; la curva presenta una moda a LogV = 4,37, si tratta di quella parte degli ovociti che non sono passati alla fase vitellogenetica; la scomparsa delle classi di grandezza oltre LogV = 5,12 indica l'avvenuta deposizione. E' in questo periodo che assistiamo a fenomeni di degenerazione e riassorbimento a carico di uova abortive e di ovociti in previtellogenesi.

Settembre '78: individui di circa 16 mesi, 12-14 cm di L.T.; in concomitanza dei processi atresici, che perdurano a carico degli ovociti con classe di grandezza intorno a LogV = 5,12, si assiste alla presenza di ovociti diplotenici iniziali con moda a LogV = 3,87, che rappresentano la successiva ovogenesi che ricostituisce la popolazione ovocitaria.

In conclusione, come si rileva dalla Figura 2, da queste ricerche è pos-

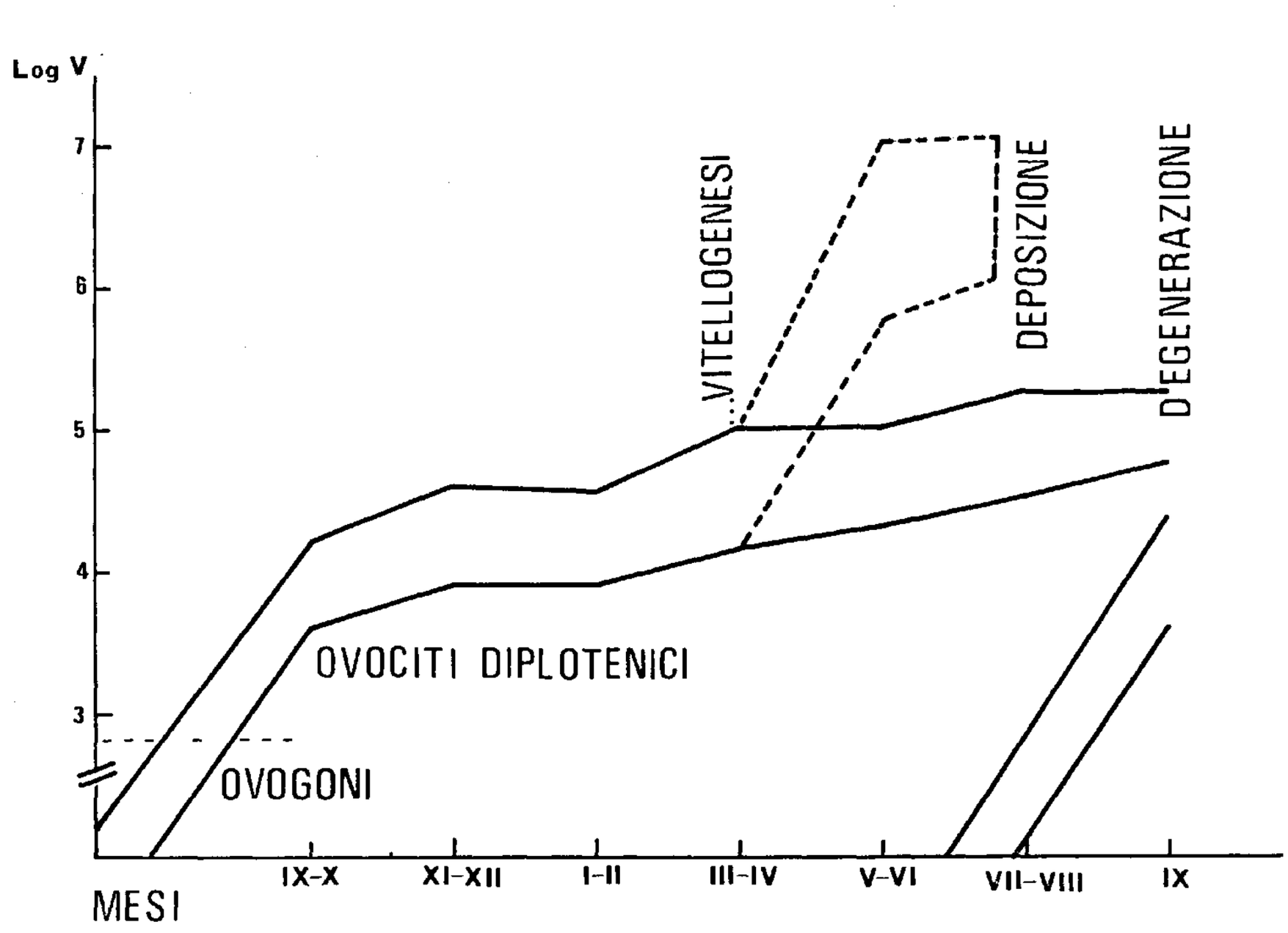


Fig. 2 - Variazioni volumetriche (± deviazione standard) durante un ciclo ovogenetico. In ascissa i mesi; in ordinata i valori volumetrici espressi in logaritmi in base 10.

sibile stabilire che la prima ovogenesi completa nelle femmine di *Mulllus barbatus* si compie entro il primo anno; gli individui nati in giugno-luglio, al maggio successivo presentano circa il 40% degli ovociti in vitellogenesi. Dopo la deposizione, a partire da agosto-settembre, si ricostituisce la popolazione ovocitaria; gli ovogoni entrano in meiosi e rapidamente gli ovociti raggiungono il 2° periodo di accrescimento.

LETTERATURA CITATA

BOUGIS P. (1952) - Recherches biometriques sur le Rougets (*Mullus barbatus* L., *Mullus surmuletus* L.). *Arch. Zool. Exp.*, **89**, 57-174.

FEBVRE M., MICHELE M., LAFAURIE M. (1975) - Comparaison de la séquence ovogénétique chez des Téléostéens ovipares gonochoriques et hermaphrodites (*Mullus, Serranus, Boops*). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* **39** Suppl., 140-152.

HAIDAR Z. (1970) - L'oecologie du Rouget (*Mullus barbatus* L.) en Adriatique Orientale. *Acta Adriatica,* **14**, 1-94.

MATTA F. (1958) - La pesca a strascico nell'Arcipelago Toscano. *Boll. Pesca, Piscic. Idrobiol.*, **13**, 23-371.

SCACCINI A. (1947) - Contributo alla conoscenza della biologia dei Mullidi nell'Adriatico medio-occidentale. *Note Lab. Biol. Mar., Fano,* **1**, 1-8.

ZACCANTI F., GARDENGHI G. (1968) - Osservazioni citometriche su ovociti ovarici e bidderiani di *Bufo bufo* L. durante il ciclo sessuale annuale. *Boll. Zool.*, **35**, 165-175.

ZUPANOVIC S. (1964) - Contribution a la connoissance de la biologie du *Mullus barbatus* (L.) dans l'Adriatique Moyenne. *Rapports de la CIESM,* **17**, 348-362.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

G. Fanciulli, L. Relini Orsi

BIOLOGIA DI *PHYCIS BLENNIOIDES* BRUNN. 2. RAPPORTO SESSI E OSSERVAZIONI SULLA MATURITA' SESSUALE (*)

Riassunto — E' stata studiata la composizione per sesso, età e fasi di maturazione sessuale di lotti di *Phycis blennioides,* pescati con rete a strascico su fondi mesobatiali del mar Ligure. I maschi maturano al 30% come gruppo I, al 95% come gruppo II e raggiungono le dimensioni massime di 27 cm l.st. Le femmine maturano come gruppo III a partire da 32 cm l.st. La deposizione coincide con la piena estate (luglio-settembre). Nell'area studiata si è constatato un rapporto sessi 1:1 circa, conteggiando anche gli individui giovanissimi, e un rapporto maschi-femmine 4:1, considerando i soli individui maturi.

Abstract — *The biology of* Phycis blennioides *Brunn.: sex ratio and maturity.* In ottertrawl catches obtained on bathyal fishing grounds of the Ligurian sea, *Phycis blennioides* was studied as sex ratio and maturity. Males become mature as group I (30%) and as group II (95%) and grow to 27 cm as maximum standard lenght. Females become mature as group III, from 32 cm st.l. Spawning occurs in the summer (july-september). The sex ratio was about equal counting all sexed specimens, but the number of males prevailed in the mature ones.

Key words — *Phycis blennioides,* sex ratio, reproduction, maturity.

Phycis blennioides è risultato, nelle Campagne di pesca 1977-1978 della nostra Unità Operativa, operante nell'ambito del Progetto Finalizzato del CNR « Oceanografia e Fondi marini », il teleosteo economicamente più importante sui fondi strascicabili mesobatiali del mar Ligure; i campioni raccolti in quelle giornate (Relini, 1978; Relini Orsi *et al.,* 1979), integrati con lotti acquistati al mercato ittico di S. Margherita Ligure nell'intervallo gennaio-maggio, ci hanno permesso di studiare la composizione della popolazione riguardo al sesso e la maturità sessuale.

Rapporto sessi. Nelle catture della Campagna 1978 (1335 individui), è stato verificato il sesso mediante dissezione e osservazione macroscopica delle gonadi. Testicoli e ovari sono risultati identificabili a partire da 16-18 cm di lunghezza standard (l. st.); i primi sono costituiti da due banderelle nastriformi bianche, i secondi da due cordoni cilindrici, spesso asimme-

Istituto di Anatomia Comparata, via Balbi 5, 16126 Genova.
(*) Ricerca effettuata con il Contratto CNR 78.01070.88, P.F. Oceanografia e fondi marini.

trici in lunghezza, lievemente più rosati. Non essendo stati impiegati in questa fase della ricerca metodi di indagine microscopica, gli individui di taglia minore sono stati considerati indeterminati. La composizione percentuale delle catture è indicata nella Figura 1: complessivamente le femmine sono risultate il 53% degli individui differenziati sessualmente; esse raggiungono le taglie maggiori, mentre i maschi non hanno mai superato i 27 cm di l. st.

Ciclo riproduttivo maschile. Nel nostro materiale mesobatiale il ciclo riproduttivo è risultato più evidente nei maschi che nelle femmine, trovate mature in numero scarso. Le gonadi maschili dei Gadidae sono ben differenziate morfologicamente nei vari generi della famiglia (VLADIKOV, 1972); quelle di *P. blennioides* si avvicinano al tipo morfologico del genere *Lota.* I testicoli sono stati studiati in 277 individui (Campagne 1977-78-79), in cui sono state identificate le seguenti fasi di maturazione: 1. *fase di accrescimento* durante la quale i sottili nastri di tessuto testicolare si accrescono fino a formare due semilune allungate, discretamente più estese in lunghezza che in spessore, non divise in lobi. In esse si distingue una regione dei dotti situata sul margine mediale e a prevalente decorso longitudinale e un parenchima a tessitura omogenea. I valori ponderali passano da 0,05 ad un massimo di 3,7 g nei maschi più grossi. I tempi di accrescimento sono indicati dal decorso del RGS (fig. 2). 2. *Fase di maturazione* o *di deposizione* nella quale la regione dei dotti appare occupata da una massa lattea di sperma. Da una ventina di individui in piena maturità (18-27 cm l. st.) sono state ricavate la seguenti misure medie della gonade: lunghezza mm 35,64 $\pm$ 5,80; larghezza mm 11,12 $\pm$ 1,58; spessore mm 6,41 $\pm$ 0,85; peso g 2,25 $\pm$ 0,70. 3. *Fase di esaurimento* in cui le dimensioni si riducono, soprattutto per il restringimento del parenchima testicolare, mentre la regione dei dotti, non più turgida, occupa la maggior parte del volume. 4. *Fase quiescente* (dicembre-aprile) dove la riduzione in volume è nettissima e riguarda ambedue le zone; i dotti si distinguono come un cordone longitudinale su cui poggia, solo caudalmente, un'esile banda di parenchima: questo stadio è simile alla fase 1.

Rapporto gonadosomatico medio maschile. Il rapporto $\frac{p \times 100}{P}$ (p = peso del testicolo, P = peso del pesce) è stato calcolato (complessivamente in 372 ind.) distinguendo i maschi più piccoli (19-21 cm l. st.), che raggiungono per la prima volta la maturità, da quelli di taglia maggiore (fig. 2). La gonade maschile cresce rapidamente a partire da luglio e in due mesi circa raggiunge i valori più elevati (fino al 3% del peso corporeo); dopo settembre ritorna ai valori iniziali.

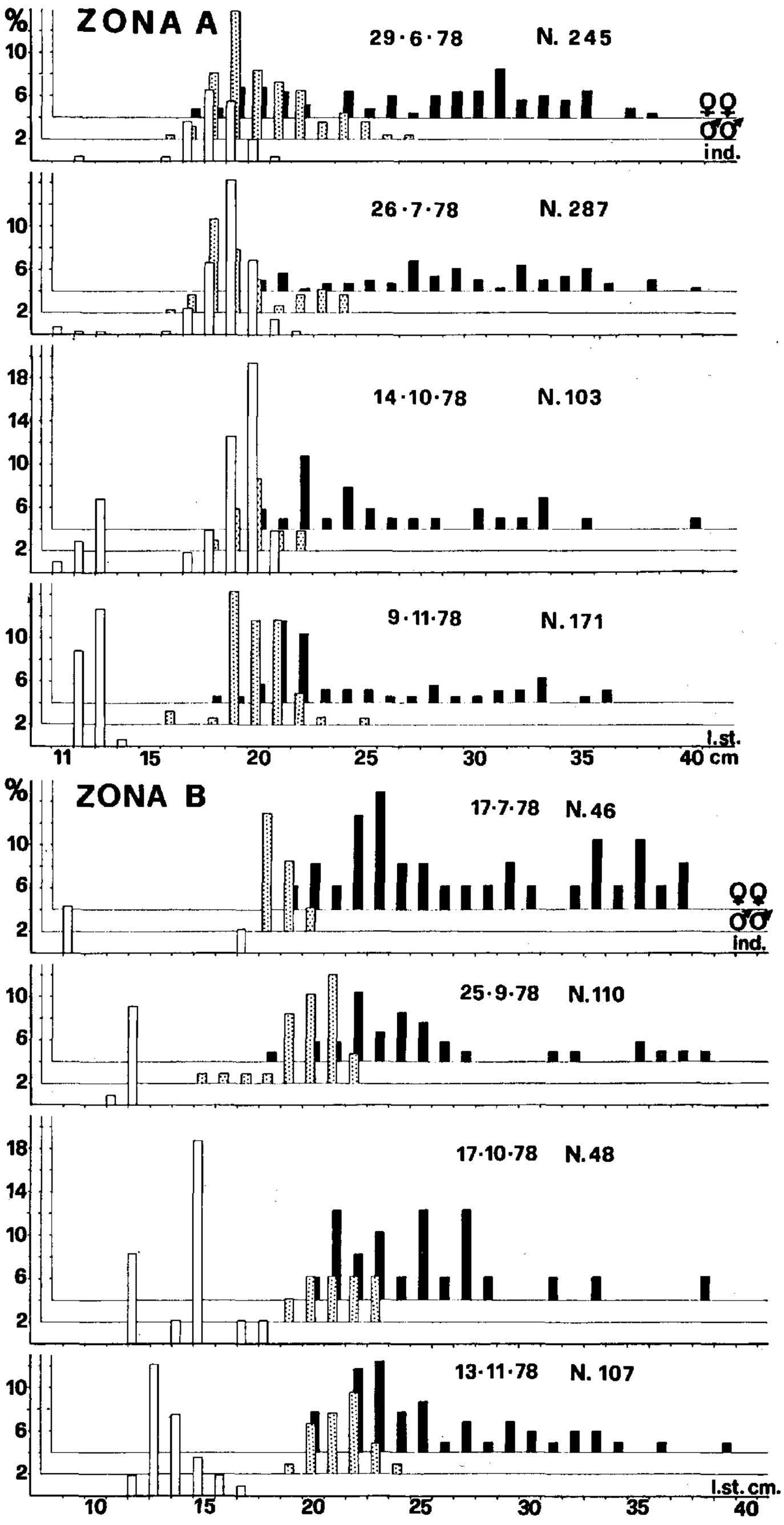


Fig. 1 - Composizione percentuale delle catture, per taglia e sesso, in otto giornate di pesca.

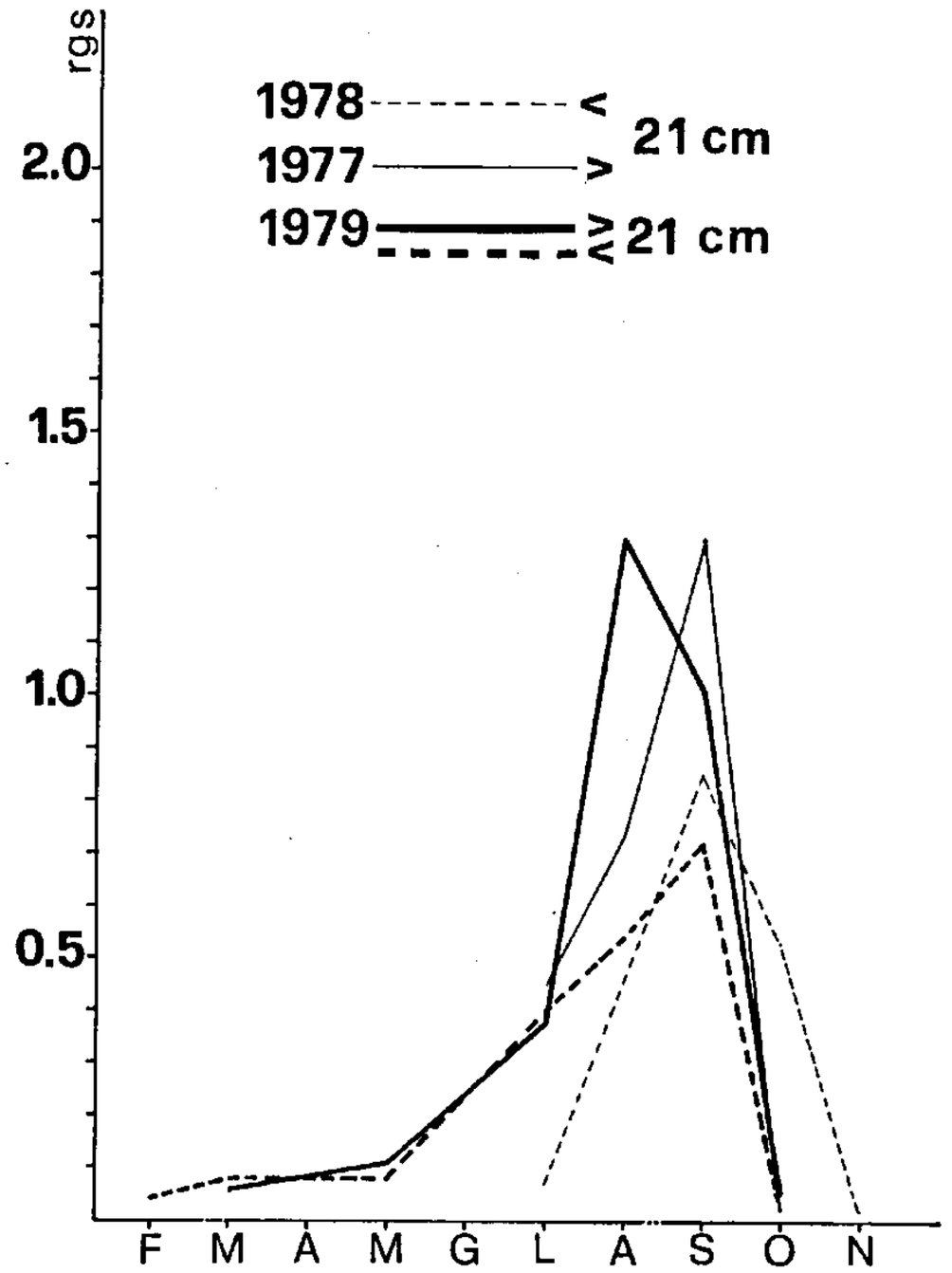


Fig. 2 - Rapporti gonadosomatici medi in maschi di due classi di misure (l.st.).

Età di prima riproduzione. I maschi più piccoli in cui è stata osservata una gonade matura misuravano 18 cm l. st. Da osservazioni sull'accrescimento delle reclute (gruppo 0) che compaiono a primavera sui fondi batiali (RELINI ORSI e FANCIULLI, 1978), e da letture delle bande di accrescimento della sagitta e di ossa dermiche del capo e del cinto scapolare, questi individui appartengono al gruppo 1 avanzato, verosimilmente con un'età assoluta di 2 anni. In genere la classe 18-21 cm l. st. comprende la maggior parte degli individui di questa età; essa presenta, nell'intervallo luglio-settembre, una percentuale di maturazione del 30% circa. Gli individui delle taglie maggiori, nello stesso periodo, sono stati trovati maturi in più del 95% dei casi.

Ciclo riproduttivo femminile. Anche nelle femmine sono state compiute osservazioni sulle gonadi, calcoli dei RGS ed inoltre misurazioni delle uova per definire stadi di accrescimento e maturazione. Tutti gli individui al di sotto di 32 cm l. st. sono risultati immaturi; quelli di taglia maggiore hanno mostrato al massimo un RGS di 1,8 a settembre, con uova di 250 μ di diametro. Le femmine in questa condizione sono risul-

tate tuttavia in numero assai scarso: fatto che suggerisce la possibilità di migrazioni riproduttive al di fuori dell'area in studio. Sulla maturità e fecondità delle femmine di *P. blennioides* riferiremo più estesamente a parte.

LETTERATURA CITATA

RELINI G. (1978) - Campagna di pesca a strascico sui fondi batiali del mar Ligure nell'ambito dei programmi finalizzati C.N.R. *X Congresso S.I.B.M., Quad. Tecnol. Pesca,* Ancona (in stampa).

RELINI ORSI L., FANCIULLI G. (1978) - Biologia di *Phycis blennioides*: distribuzione e alimentazione sui fondi da pesca batiali del mar Ligure. *X Congresso S.I.B.M., Quad. Tecnol. Pesca,* Ancona (in stampa).

RELINI ORSI L., COSTA M. R., FANCIULLI G., MORI M., RELINI G., VACCHI M., WURTZ M. (1979) - Campagna di pesca a strascico batiale nel mar Ligure: risultati e problemi. *Conv. Sci. Naz. P.F. « Oceanografia e fondi marini »*, Roma (in stampa).

VLADYKOV V.D. (1972) - Morphological differences in male gonads among nine genera of Gadidae (Pisces). *J. Fish. Res. Board Canada,* **29** (12), 1709-1716.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

M. VACCHI, L. RELINI ORSI

ALIMENTAZIONE DI *CHIMAERA MONSTROSA* L. SUI FONDI BATIALI LIGURI (*)

Riassunto — I contenuti gastro-intestinali di un centinaio di *Chimaera monstrosa* sono stati analizzati in relazione alla taglia e alla struttura delle piastre dentarie. In base ai reperti gli esemplari sono stati suddivisi in due classi di grandezza: minori di 50 g (l. preanale = 95 mm circa) e maggiori di 50 g. La dieta è risultata composta principalmente da prede bentoniche: nei giovanissimi, specialmente da Anfipodi, Cumacei e Policheti; nelle Chimere maggiori di 50 g, da Decapodi (*Calocaris macandreae*), Bivalvi (*Allogramma formosa*), Ofiure e Pesci. Negli esemplari di taglia maggiore le piastre dentarie sono in grado di svolgere sia un'azione di taglio sia una di schiacciamento, il che permette loro di nutrirsi di organismi protetti da involucri resistenti.

Abstract — *Feeding habits of* Chimaera monstrosa *L. on bathyal bottoms of the Ligurian sea.* The gut contents of about one hundred *Chimaera monstrosa,* trawled on bathyal bottoms (300-700 m) of the Gulf of Genoa, were analyzed in relation both to their size and dental apparatus. *C. monstrosa* feeds mainly on benthic preys. The very young specimens (about 95 mm preanal lenght and less that 50 g weight) feed on Amphipoda, Cumacea and Polychaetes; the older ones on Crustacea Decapoda (*Calocaris macandreae*), Bivalvia (*Allogramma formosa*), Ophiuroidea and Osteichthyes. Only in the latter group, the dental plates have both a cutting and a grinding action, that allow them to prey upon hard shelled organisms.

Key words — *Chimaera monstrosa,* diet, dental plates, feeding behaviour.

Nell'ambito del Sub Progetto « Risorse biologiche » del Progetto Finalizzato « Oceanografia e Fondi marini », la nostra Unità Operativa studia le principali relazioni trofiche intercorrenti tra la macrofauna dei fondi batiali strascicabili del Mar Ligure: *Chimaera monstrosa* ne è una componente costante, anche se le catture non sono mai numerose (in media 2,7 individui per giornata di pesca batiale). Lo studio dell'alimentazione di questa specie permette inoltre di effettuare una correlazione forma-funzione di un apparato dentario, apparentemente molto specializzato, formato non da denti ma da un piccolo numero di « piastre ». La letteratura fornisce in merito solo ipotesi, data la difficoltà di reperire un numero di individui sufficiente per l'analisi del contenuto gastro-intestinale. HILGENDORF (1866) e molti altri parlarono di « piastre masticatrici », BARGMANN (1933) suggerì piuttosto il confronto con una tenaglia, data la limitata estensione delle superfici di usura. La cattura di un centinaio di Chimere, a partire dal 1975, ha consentito qualche verifica diretta delle abitudini alimentari di questa specie.

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università, via Balbi 5, 16126 Genova.
(*) Ricerca effettuata con il Contratto CNR 78.01070.88, P.F. « Oceanografia e fondi marini ».

103 individui di *C. monstrosa,* misuranti da 4,5 a 26,8 cm di lunghezza preanale (tipo di misurazione necessario a causa della fragilità della coda) sono stati catturati con rete a strascico tra 300 e 700 m di profondità nel Mar Ligure. Gli esemplari di piccola taglia sono stati fissati a bordo in soluzione formolica, quelli più grandi surgelati. In laboratorio il contenuto gastro-intestinale è stato isolato ed esaminato allo stereomicroscopio da dissezione: le prede sono state identificate e conteggiate, con l'eccezione degli Ofiuroidei, i cui resti consistono in innumerevoli articoli scheletrici. Per ogni tipo di preda sono forniti due indici e i relativi rapporti percentuali (tab. 1): il numero di Chimere in cui una data preda è stata reperita (a) e il numero di prede di quel tipo complessivamente rinvenute (c). Contemporaneamente sono state esaminate allo stereomicroscopio le piastre dentarie degli individui dissezionati e verificati i rapporti occlusali, anche con l'aiuto di calchi.

Sono state rinvenute prede appartenenti ad almeno 26 categorie sistematiche. L'assenza di sedimento, di rifiuti organici di provenienza terrigena ecc., che spesso si ritrovano in pesci dello stesso ambiente, indica un accurata scelta dell'alimento. Le prede di piccole dimensioni (es. Anfipodi) appaiono tranciate almeno in due parti; le più grosse e dure (es. Bivalvi) ridotte in frammenti minuti. Esaminando i reperti in funzione della taglia, risulta opportuno distinguere gli individui molto piccoli (fino a 50 g di peso e 95 mm di lunghezza preanale) da quelli di taglia maggiore (tab. 1). Nei primi, la dieta è basata soprattutto su Anfipodi, Cumacei e Policheti e inoltre, per il 10%, su Ofiure, Copepodi e Isopodi; quest'ultimi sono le prede più voluminose. Negli individui di taglia maggiore, anche se la più elevata frequenza riguarda ancora gli Anfipodi, si nota l'utilizzazione di organismi più grossi e sostanziosi, come Pesci, Bivalvi, Crostacei Decapodi, in particolare *Calocaris macandreae* Bell e Gasteropodi; in più di metà ci sono inoltre abbondantissimi resti di Ofiure, che riempiono come di sabbia minuta l'intestino. Interessante dal punto di vista faunistico, il reperto del Decapode *Pandalina profunda* Holt., il primo nel Mar Ligure (Relini Orsi e Vacchi, 1978). Sorprendente il ripetuto ritrovamento del Bivalve *Allogramma formosa* (Jeff.), una specie considerata rara. I reperti di Osteitti, per la maggior parte formati da scarsissimo materiale, come squame e raggi ossei, restano inclassificati, tranne un Mictofide. Questo pesce, insieme agli Euphausiidae, Sergestidae e Pasiphaeidae, indica che anche il micronecton euribate è una componente della dieta.

Dall'insieme dei reperti risulta che *C. monstrosa* si alimenta prevalentemente, se non esclusivamente, in prossimità del fondo dove potrebbero essere raggiunti anche gli organismi euribati, durante i loro spostamenti diurni. In rapporto alla taglia, si è constatato che gli individui giovanissimi

Prede rinvenute	in 58 Ch. m.> 50 g				in 45 Ch. m.< 50 g			
	a	b	c	d	a	b	c	d
FORAMINIFERA	1	1,7	2	0,5	-	-	-	-
POLYCHAETA	22	37,9	36	8,4	11	24,4	14	6,5
CRUSTACEA :								
OSTRACODA	3	5,2	3	0,7	-	-	-	-
COPEPODA	11	19	30	7	5	11,1	5	2,3
CIRRIPEDIA	1	1,7	1	0,2	-	-	-	-
CUMACEA	12	20,7	17	4	20	44,4	40	18,5
TANAIDACEA	-	-	-	-	2	4,4	2	0,9
ISOPODA	11	19	20	4,7	4	8,9	7	3,2
AMPHIPODA								
Phronima sp.	1	1,7	2	0,5	-	-	-	-
Tryphosites sp.	17	29,3	65	15,2	22	48,9	53	24,5
Altri	31	53,4	76	17,8	36	80	74	34,2
EUPHAUSIACEA								
Meganyctiphanes norvegica	5	8,6	8	1,9	-	-	-	-
DECAPODA								
Sergestidae	2	3,4	2	0,5	-	-	-	-
Pasiphaeidae	3	5,2	5	1,2	1	2,2	1	0,5
Pandalina profunda	-	-	-	-	1	2,2	1	0,5
Calocaris macandreae	19	32,7	29	6,8	2	4,4	2	0,9
Ebalia sp.	4	6,9	4	0,9	-	-	-	-
Medaeus couchi	5	8,6	8	1,9	-	-	-	-
Altri	5	8,6	7	1,6	1	2,2	1	0,5
CRUSTACEA non identificati	5	8,6	7	1,6	1	2,2	1	0,5
GASTROPODA :								
PTEROPODA	3	5,2	4	1	-	-	-	-
PROSOBRANCHIA non id.	7	12,1	7	1,6	1	2,2	1	0,5
BIVALVIA								
Allogramma formosa	20	34,5	70	16,4	1	2,2	1	0,5
Altri	6	10,3	6	1,4	2	4,4	9	4,2
OPHIUROIDEA								
Ophiocten abyssicolum	31	53,4	+++		5	11,1	+	
ECHINOIDEA	1	1,7	1	0,2	-	-	-	-
OSTEICHTHYES	16	27,6	16	3,7	-	-	-	-
Totale (OPHIUROIDEA esclusi)			426				216	

LEGENDA

a = Numero di C. m. contenenti una determinata preda, b = espressione % di a

c = Numero di prede complessivamente rinvenute, d = espressione % di c

+++ = Materiale abbondante ma non conteggiabile, + = Materiale scarso

TABELLA 1 - Alimentazione di *Chimaera monstrosa.*

non utilizzano organismi coriacei, come bivalvi, granchi ecc., che costituiscono invece la componente maggiore della dieta degli adulti. Osservan-

do la struttura delle piastre dentarie dei primi e dei secondi si individuano due distinte funzioni: 1. di taglio, dovuta al margine incisiviforme delle piastre supero-anteriori e inferiori e 2. di schiacciamento, dovuta alle piastre supero-posteriori opposte ad una zona marginale laterale delle piastre inferiori. Negli individui più piccoli è operante soltanto la prima funzione, perché le piastre supero-posteriori non hanno ancora realizzato i rapporti occlusali che consentono la seconda. La trasformazione dell'assetto morfo-funzionale della dentatura determina quel cambiamento di dieta che risalta dall'esame dei contenuti gastro-intestinali.

LETTERATURA CITATA

BARGMANN W. (1933) - Die Zahnplatten von *Chimaera monstrosa*. *Z. Zellforsch.*, **19**, 537-561.

HILGENDORF (1886) - Vorlegung einer Reihe von Schliffen sog. zusammengesetzter Fisch-zähne. *Sitzgsber. Ges. naturforsch. Freunde Berl.*

RELINI ORSI L., VACCHI M. (1978) - Prima segnalazione di *Pandalina profunda* Holthuis, 1946 (Decapoda Natantia), nel Mar Ligure. *Oebalia*, **4**, 37-40.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

S. Focardi, L. Falciai, C. Gambi, V. Spadini

ALIMENTAZIONE DI *MULLUS BARBATUS* L. NEL MAR TIRRENO (*)

Riassunto — Vengono riportati i risultati preliminari di uno studio sull'alimentazione della triglia di fango (*Mullus barbatus* L.) nel Mar Tirreno nel periodo ottobre 1977-novembre 1978. L'area di campionamento è situata tra il Porto di Talamone ed il Promontorio Argentario. L'alimento è costituito prevalentemente da Anellidi Policheti, Crostacei (Anfipodi, Decapodi e Mysidacei), Molluschi Bivalvi ed Echinodermi della famiglia Amphiuridae. Vengono evidenziate variazioni delle frequenze di alcune specie in relazione al loro ciclo riproduttivo.

Abstract — *Food habits of* Mullus barbatus L. *in the Tyrrhenian Sea.* Preliminary results of the food habits of Striped Mullet (*Mullus barbatus* L.) from the Tyrrhenian Sea are reported. Polychaeta, Crustacea (Amphipoda, Decapoda and Mysidacea), Bivalvia and Echinodermata (Amphiuridae) are the most frequent groups found in their stomach content. For some species variations of the prey frequencies have been observed and related to their life cycle.

Key words — Tyrrhenian Sea, Striped Mullet, feeding.

Recentemente, nel quadro dei programmi finalizzati del C.N.R., sono state scelte alcune specie ittiche marine, di ampia distribuzione geografica ed elevato interesse alimentare ed economico, allo scopo di determinare le concentrazioni di alcuni metalli pesanti ed idrocarburi clorurati nei loro tessuti ed indirettamente valutare il grado di contaminazione ambientale.

Poichè, almeno in parte, questi contaminanti arrivano nell'organismo animale per via alimentare, è stato da noi intrapreso uno studio analitico sull'alimentazione di una di queste specie, la triglia di fango (*Mullus barbatus* L.).

In questa nota vengono riportati i dati preliminari relativi al contenuto gastrico di esemplari di *M. barbatus* raccolti in un periodo compreso tra il mese di ottobre 1977 ed il novembre 1978 in una zona del Mar Tirreno. Per i mari italiani informazioni su questo argomento si devono alle ricerche svolte nel Mar Adriatico da Haïdar (1970) e Jukic (1972).

E' stata presa in esame una zona di mare compresa fra il Promontorio Argentario ed il Porto di Talamone (42°27'/42°34' lat. N e 11°05'/11°10' long. E). Gli esemplari di *M. barbatus* sono stati raccolti, con frequenza mensile, ad una profondità di 10-25 metri.

Per ciascun individuo raccolto venivano registrati il sesso e le di-

Istituto di Anatomia comparata dell'Università, via delle Cerchia 3, 53100 Siena.
(*) Ricerca effettuata con il contributo CNR n. 78/01072.

mensioni (lunghezza alla forca e peso), e lo stomaco veniva fissato in alcool a 75°. Successivamente, in laboratorio, veniva determinato il peso del contenuto stomacale e le diverse prede che lo costituivano. L'identificazione delle specie è stata spesso difficoltosa per la parziale digestione delle stesse.

Sono stati determinati il coefficiente di vacuità (Cv), l'indice di alimentazione (FI), la frequenza (f) ed il numero medio di esemplari ($\bar{n}$) delle prede ritrovate negli stomaci.

$$Cv = \frac{\text{numero stomaci vuoti}}{\text{numero stomaci esaminati}} \cdot 100$$

$$FI = \frac{\text{peso contenuto stomacale (mg)}}{\text{peso totale dell'animale (mg)}} \cdot 100$$

$$f = \frac{\text{numero stomaci con una data preda}}{\text{numero stomaci non vuoti esaminati}} \cdot 100$$

$$\bar{n} = \frac{\text{numero esemplari della preda in esame}}{\text{numero stomaci contenenti la preda in esame}}$$

Nel materiale esaminato (563 individui) gli stomaci contenenti prede sono risultati 442, con un Cv annuale pari a 21,4 ed un FI, sempre annuale, pari a 0,56.

Dai risultati dettagliati di Cv e FI nell'arco dell'anno di campionamento, riportati nella Tabella 1, si deduce chiaramente una minore attività alimentare in dicembre e gennaio. Questo dato sembra confermare le osservazioni di HAÏDAR (1970) e JUKIC (1972).

	Cv	FI		Cv	FI
15 10 1977	8,7	0,69	16 5 1978	4,7	0,57
12 11 1977	16,0	0,59	9 7 1978	5,2	0,61
15 12 1977	35,2	0,24	10 9 1978	8,3	0,57
18 1 1978	52,3	0,45	16 10 1978	10,0	0,55
16 2 1978	33,9	0,60	18 11 1978	12,5	0,68
10 4 1978	33,3	0,59			

TABELLA 1 - Coefficiente di vacuità (Cv) e indice di alimentazione (FI) in *Mullus barbatus*.

Altrettanto in dettaglio sono riportati in Tabella 2 i valori delle fre-

quenze (f) e del numero medio di esemplari ($\bar{n}$) delle principali prede rinvenute negli stomaci delle triglie esaminate.

Data campionamento			Anfipodi		Decapodi		Mysidacei		Policheti		Bivalvi		Echinodermi	
			f	$\bar{n}$	f	$\bar{n}$	f	$\bar{n}$	f	$\bar{n}$	f	$\bar{n}$	f	$\bar{n}$
15	10	1977	44,2	1,9	34,6	3,1	28,8	1,8	86,5	5,5	55,7	3,2	38,4	4,4
12	11	1977	38,0	1,4	2,3	2,0	23,8	1,2	90,4	4,2	47,6	2,2	23,8	2,3
15	12	1977	17,1	1,5	34,2	2,0	22,8	1,7	62,8	3,1	22,8	1,2	—	–
18	1	1978	61,1	2,5	100	2,4	6,4	1,0	19,3	1,0	12,9	1,0	—	–
16	2	1978	34,2	1,7	85,7	3,7	51,4	1,7	42,8	1,7	8,5	1,0	—	–
10	4	1978	46,5	1,4	83,7	1,9	27,9	1,6	27,9	1,7	9,3	1,2	—	–
16	5	1978	56,6	5,8	76,6	3,2	45,0	2,6	78,3	2,0	26,6	1,7	—	–
9	7	1978	52,7	2,8	55,5	1,8	44,4	2,3	75,0	2,1	72,2	2,2	—	–
10	9	1978	72,7	4,3	36,3	1,8	13,6	1,1	86,3	4,1	50,0	1,2	18,1	1,2
16	10	1978	48,8	2,2	26,6	1,4	24,4	1,5	95,5	4,1	20,0	1,1	17,7	1,0
18	11	1978	54,8	4,7	32,2	3,6	41,9	2,2	85,7	5,0	41,9	2,4	16,1	1,8

TABELLA 2 - Frequenza (f) e numero medio ($\bar{n}$) delle principali prede.

I gruppi sistematici maggiormente predati sono quelli dei Crostacei (in particolare Anfipodi, Decapodi e Mysidacei), dei Policheti e dei Bivalvi; una predazione discontinua si è registrata a carico di alcuni Echinodermi della famiglia Amphiuridae.

Fra tutte le specie finora identificate la più abbondante è risultata il polichete sedentario *Sternaspis scutata* (Ranzani), che si ritrova nello stomaco delle triglie durante tutto il campionamento, seppure con una diminuzione nel periodo gennaio/maggio. In questo periodo si ha invece un notevole aumento delle frequenze di due Decapodi: *Processa modica* Holthuis e *Philocheras trispinosus* (Hailstone), in relazione con il loro ciclo biologico.

L'echinoderma *Amphiura chiajei* Forbes si ritrova nel contenuto stomacale nei mesi autunnali (ottobre-novembre-dicembre 1977 e ottobre-novembre 1978) per lo più in forma giovanile.

Il proseguimento delle raccolte ed uno studio ancor più analitico di questi reperti, contribuirà a migliorare le conoscenze sull'alimentazione di *M. barbatus* nell'area presa in esame.

LETTERATURA CITATA

ALBERTINI-BERHAUT J. (1973) - Biologie des stades juveniles de Téleostéens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 et *Mugil saliens* Risso 1810. *Aquaculture,* **2**, 251-266.

EZZAT A. E., EL-SERAFFY S. S. (1977) - Food of *Anguilla anguilla* in Lake Manzalah. *Egypt. Mar. Biol.,* **41**, 287-291.

FROGLIA C. (1976) - Osservazioni sull'alimentazione di giovani di *Trigla lucerna* della classe di età 0 nel medio Adriatico (Pisces, Triglidae). *Archo. Oceanogr. Limnol.,* **18** (suppl. 3), 365-373.

HAÏDAR Z. (1970) - L'oecologie du rouget (*Mullus barbatus* L.) en Adriatique orientale. *Acta Adriatica,* **14**, 1-95.

JUKIC S. (1972) - Nutrition of the hake (*Merluccius merluccius*), bogue (*Boops boops*), striped mullet (*Mullus barbatus*) and pandora (*Pagellus erythrinus*) in the bay of Kăstela. *Acta Adriatica,* **14**, 19-24.

LARRAÑETA M. G., RODRIGUEZ-RODA J. (1956) - Contribucion al conocimiento de la pesquería del salmonete de fango (*Mullus barbatus* L.) de las costas de Castellón. *Inv. Pesq.*, **3**, 45-68.

PLANAS A., VIVES F. (1956) - Notas preliminares sobre la biología del salmonete (*Mullus barbatus* L.). *Inv. Pesq.*, **5**, 31-50.

WIRSZUBSKI A. (1953) - On the biology and biotope of the red mullet *Mullus barbatus* L. *Bull. Sea Fish. Res. Stat.*, **7**, 1-20.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

L. ROTTINI-SANDRINI

VALUTAZIONE STATISTICA DELLA VARIABILITA' INTRASPECIFICA IN TRE POPOLAZIONI MEDITERRANEE DI *MUGGIAEA KOCHI* (SIPHONOPHORA, CALYCOPHORAE)

Riassunto — Sono stati esaminati esemplari di *Muggiaea kochi* Will provenienti da tre differenti regioni del Mediterraneo: Golfo di Trieste, Golfo di Napoli, Dubrovnik (Jugoslavia). E' stata studiata la variabilità che presentano tre parametri del nectoforo di tali planctonici: lunghezza totale del nectoforo, lunghezza della somatocisti profondità dell'idroecio. I risultati ottenuti indicano che esiste un elevato grado di variabilità intraspecifica di *Muggiaea kochi* nelle tre popolazioni mediterranee studiate; quella del golfo di Trieste è più piccola e omogenea, quella dell'Adriatico meridionale presso Dubrovnik è di dimensioni maggiori e più dispersa, mentre la popolazione del golfo di Napoli presenta valori intermedi rispetto alle popolazioni adriatiche. Dato che le differenze dei parametri risultano significative tra tutte e tre le popolazioni esaminate si riapre, almeno in parte la discussione sulla tassonomia del genere *Muggiaea.*

Abstract — *Intraspecific variability in three populations of* Muggiaea kochi *Will.* Three populations of *Muggiaea kochi* Will from gulf of Trieste, gulf of Napoli and Dubrovnik (southern Adriatic) have been studied comparing the dimensions of nectophore, somatocyst and hydroecium in order to ascertain the sistematic value of those parameters in the genus *Muggiaea.*

Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata - Università - via A. Valerio 32, 34100 Trieste.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

S. CACCAMESE (*), R. AZZOLINA (*), M. CORMACI (**), G. FURNARI (**)

ATTIVITA' ANTIMICROBICA IN ALCUNE ALGHE DELLA COSTA ORIENTALE DELLA SICILIA (***)

Riassunto — E' stata condotta un'indagine sull'attività antibatterica ed antimicotica in estratti di alcune Rodoficee, Feoficee e Cloroficee raccolte in varie stazioni del litorale della Sicilia Orientale. La preparazione degli estratti è semplice ed impiega non più di 10 g di peso umido di campione. La tecnica microbiologica sperimentata si basa sulla diffusione da dischi su piastre di agar insemenzate con differenti microorganismi — un batterio Gram positivo (*Bacillus subtilis*), un batterio Gram negativo (*Escherichia coli*), un fungo imperfetto (*Penicillium digitatum*) e un ascomicete (*Saccharomyces cerevisiae*) — e sulla misura della zona di inibizione dopo incubazione.

Una procedura di partizione dell'estratto iniziale tra componenti lipofili e idrofili dà un estratto organico in alcuni casi maggiormente attivo. Questo fatto è in accordo con la presenza, nota in letteratura, di insoliti diterpenoidi probabilmente responsabili dell'attività antimicrobica da noi riscontrata ad esempio negli estratti di *Taonia atomaria* (Woodward) J. Agardh e *Cystoseira crinita* (Desfontaines) Bory. Su due specie di *Cystoseira* si è notata inoltre una diversa attività negli estratti della fronda rispetto a quelli del cauloide.

La prova di attività è stata impiegata anche come « tracciante » nel caso di cromatografia su strato sottile volta alla separazione dei componenti attivi presenti in una *Laurencia*. La tecnica impiegata, infatti, oltre ad essere rapida, riproducibile ed abbastanza selettiva, permette di applicare sul disco frazioni di mg di sostanza o di estratto.

Abstract — *Antimicrobial activities of extracts from Mediterranean Algae.* Lipid extracts of more than twenty algae from Eastern Sicily were tested for antimicrobial activity against different classes of microorganisms. Some of them, mainly belonging to the Order *Dictyotales*, were found to be active.

Il lavoro per esteso è in corso di stampa, cfr.:

S. CACCAMESE, R. AZZOLINA, G. FURNARI, M. CORMACI and S. GRASSO (1979) - Antimicrobial and antiviral activities of extracts from Mediterranean algae. *Bot. mar.*, **22**.

(*) Istituto Dipartimentale di Chimica e Chimica Industriale dell'Università, viale A. Doria, Catania.
(**) Istituto di Botanica dell'Università, via A. Longo 19, Catania.
(***) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto finalizzato CNR « Oceanografia e Fondi Marini » (Resp. U.O. Prof. M. Sortino).

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

S. CREAZZO

NOTA SULLA DISTRIBUZIONE DELLE CORRENTI DI GRADIENTE NEL BASSO TIRRENO (*)

Riassunto — Vengono esposte le caratteristiche termoaline rilevate nel corso di tre campagne oceanografiche nella zona dell'arcipelago delle Eolie. Si riferisce inoltre sulle componenti delle correnti di gradiente alla superficie del mare e vengono discusse le tecniche utilizzate nella scelta della superficie di non mozione. Uno schema indica le correnti di gradiente e le anomalie dinamiche relative alla quota di riferimento. I risultati sperimentali consentono di confermare l'esistenza di una circolazione di tipo ciclonico nel basso Tirreno e lungo le coste nord-orientali siciliane. Il tipo di gradiente che si viene a determinare favorisce inoltre la diffusione nel basso Tirreno di acque che provengono dallo Ionio (con salinità compresa tra 38,5-38,8‰, con densità superiore a 29) a profondità variabili tra 200 e 500 m.

Abstract — *Physical dynamic characteristics in the lower Tyrrhenian Sea.* In this note the thermohaline characteristics recorded during three oceanographical survey in the Eolian archipelago area are explained. Besides the gradient current components at the sea surface are related and the procedures used for determining the layer of no-motion are discussed. The gradient currents and the dynamic anomalies concerning the reference surface are shown in a map. The experimental results allow to confirm the existence of a cyclonic type circulation in the lower Tyrrhenian Sea and along the northeastern Sicilian coasts. The type of gradient which comes out favours the diffusion of waters from the Ionian Sea with salinity between 38,5‰ and 38,8‰ and with density over 29 at depths varying from 200 to 500 m.

Key words — Tyrrhenian Sea, currents.

La zona di mare circostante l'Arcipelago delle Eolie è caratterizzata da particolari condizioni climatiche (variazione di pressione, venti ecc.) e presenta un bilancio idrico negativo a causa delle forti evaporazioni, stimate su valori di circa 114 cm/anno. Tali peculiari caratteristiche la rendono soggetta a variazioni dinamiche che, durante l'alternarsi delle stagioni, possono risultare abbastanza discordanti (MILLER *et al.*, 1970; DE MAIO e MORETTI, 1973). La dinamica degli spostamenti delle masse d'acqua descritta in questo lavoro, riguarda una ricerca eseguita nel marzo 1977 nell'arco di pochi giorni e quindi, data la natura delle misure effettuate e la loro finalità, si può ritenere di avere effettuato un'indagine praticamente simultanea su tutta l'area in esame. Inoltre, i risultati delle anomalie ottenute (fig. 1) hanno trovato conferma in altre campagne eseguite nello stesso periodo di tempo nell'anno successivo (MAGAZZÙ *et al.* (1980)).

Stazione di Biologia Marina dell'Istituto di Zoologia dell'Università agli Studi di Messina.

(*) Ricerca effettuata con il contributo del CNR nell'ambito dei programmi finalizzati.

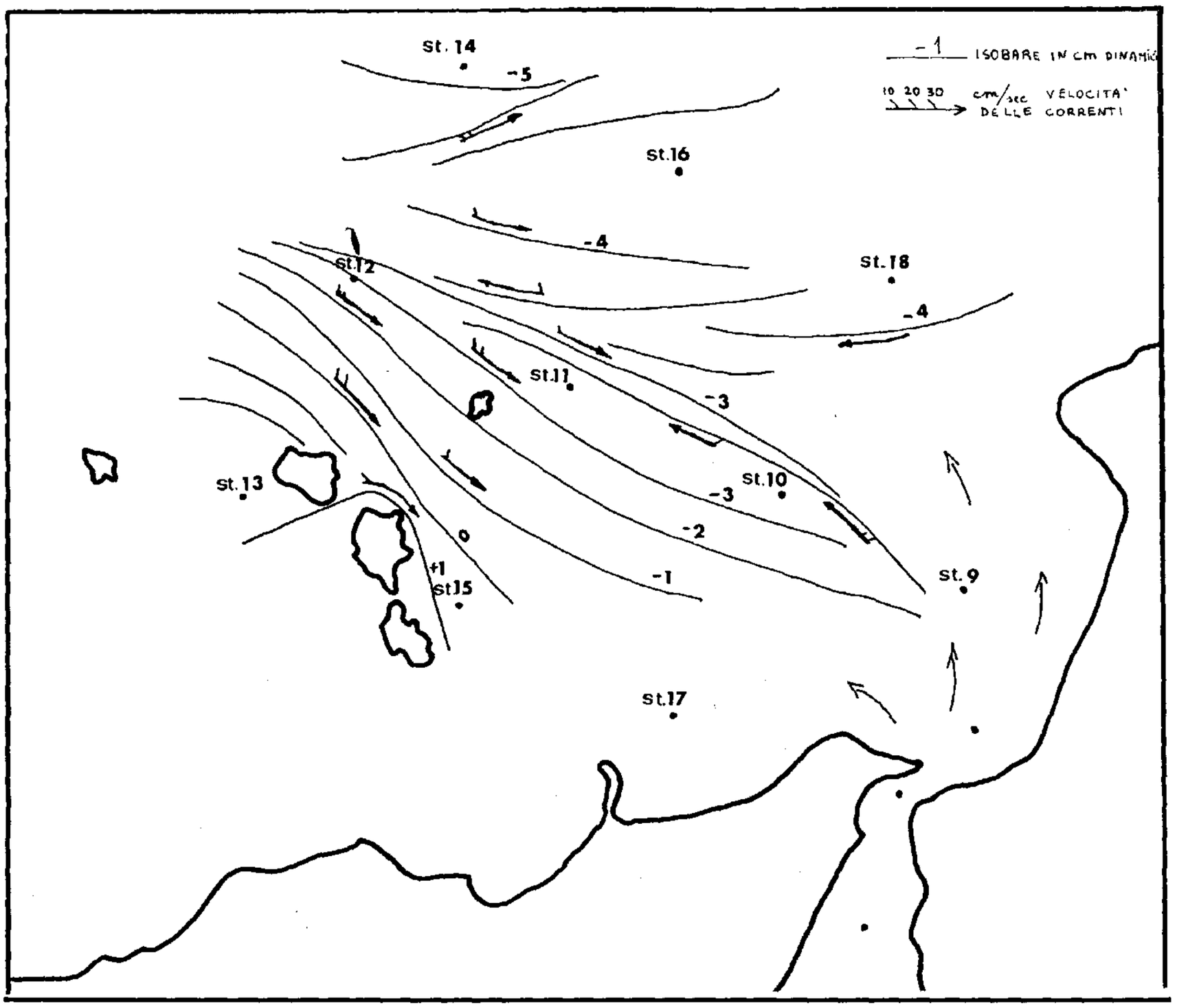


Fig. 1 - Anomalie di altezza dinamica relative alla quota di 250 decibar e campo di correnti relative totali. I vettori rappresentano le proiezioni dei vettori velocità di corrente nel senso delle isoanomalie di altezza dinamica.

Nell'area di mare considerata la profondità dei fondali risulta di circa 2000 m, nelle stazioni più esterne, e di circa 1000 m in quelle più interne, situate in prossimità delle isole Eolie e del Capo Milazzo.

Possiamo considerare, nella zona racchiusa dal reticolo delle stazioni, tre apporti d'acqua di diversa natura; ovviamente nessuna di queste acque presenterà caratteristiche specifiche, essendo lontane dalla loro origine, ma porterà con sè alcuni caratteri dell'originaria formazione che permettono di distinguerle in: 1. acque di origine atlantica; 2. acque ioniche; 3. acque tirreniche.

L'apporto atlantico proveniente da NW (fig. 1) può considerarsi come dovuto al ramo occidentale del flusso di acqua atlantica che procede parallelamente alla costa siciliana e piega a NW, risalendo la penisola. Parte di questa acqua penetra nel nostro reticolo attraverso l'arcipelago

delle isole Eolie, non senza difficoltà (gradiente positivo), e si diffonde verso le stazioni a sud (stazioni 13, 15, 17) toccando quelle intermedie (12, 11, 10) e disponendosi in superficie verso le stazioni antistanti lo Stretto (17, 10, 18). Lo spessore di tale flusso, che in prossimità delle isole è di circa 100 m, si riduce presso lo Stretto (stazioni 10, 9) ad uno strato di non più di 20-30 m. L'acqua viene accelerata dall'andamento del gradiente ma viene contrastata e rallentata dalle acque ioniche caratterizzate da salinità e densità più elevate, che entrano dallo Stretto di Messina, in particolare durante la corrente montante.

L'acqua di provenienza ionica si diffonde a ventaglio dalle stazioni 8, 9, 10, 17, 18 verso le stazioni centrali, disponendosi a profondità variabili tra 100 e 300 m. In corrispondenza delle stazioni 13, 12, 14 tende ad assottigliarsi ed a mescolarsi con gli strati più profondi, perdendo la sua identità. Secondo l'andamento del gradiente, l'acqua atlantica e la ionica dovrebbero diffondersi verso le stazioni più esterne (14, 16, 18), ma ciò non trova conferma nell'andamento delle isoterme, isoaline ed isopicne. Il loro andamento tende infatti a rafforzare l'idea che il convogliamento delle acque (atlantiche e ioniche) verso il centro del reticolo di misura sia dovuto in particolari periodi dell'anno (ed in particolari condizioni climatiche) ad un flusso d'acqua discendente, proveniente da NE, che contrasta la risalita delle acque provenienti dallo Stretto e dalle isole. L'incontro di acque di natura e quantità diverse crea, presso le stazioni situate al centro del reticolo, una situazione idrologica di particolare mescolamento.

In base ai dati di temperatura, salinità e densità abbiamo calcolato, con noti procedimenti (FOMIN, 1964), le anomalie di quota dinamica per le stazioni poste nel Tirreno, dalle quali, introducendo l'effetto geostrofico, abbiamo ricavato l'andamento delle correnti di gradiente.

Il calcolo è stato effettuato facendo riferimento alla isobara di 250 decibar: la scelta è stata fatta considerando che le più ampie variazioni di densità avvengono al di sopra di tale quota, ed in base ad opportune considerazioni sulle anomalie di altezza dinamica (metodo Defant). Inoltre, il valore asintotico delle anomalie parziali di altezza dinamica viene raggiunto, per alcune stazioni, intorno ai 250 m e per altre intorno ai 300 m. Il valore dei vettori velocità sono stati quindi calcolati rispetto all'isobara dei 250 decibar, considerata come superficie orizzontale di riferimento. In genere le acque più sollevate risultano essere quelle più esterne e prossime alle isole Eolie (stazioni 13-15), mentre quelle con anomalie negative si osservano nelle stazioni centrali (più salate) e maggiormente in quelle a Nord.

Le anomalie dinamiche nelle stazioni (9-10-11) si mantengono costanti (3 cm dinamici), facendo pensare ad un rallentamento delle acque provenienti dalle isole, e favorendo invece la diffusione delle acque più pesanti della montante durante le maree nello Stretto di Messina. Si viene così a formare una zona di convogliamento di acque che arrivano da direzioni diverse con caratteristiche diverse e tendono a mescolarsi, creando una zona di circolazione ciclonica al centro del sistema. Tali movimenti si possono pensare limitati ad uno strato entro i 300 m. Poichè oltre tali profondità le differenze tra i vari corpi tendono ad appiattirsi, gli eventuali movimenti dovrebbero essere caratterizzati più dalla conformazione del fondo che da altri fattori.

Le velocità riscontrate, proiettate sulle linee di livello dinamiche, vanno dai valori minimi di 7 cm/sec a valori massimi di 20-25 cm/sec. Naturalmente questi valori di correnti possono variare sensibilmente durante particolari periodi dell'anno.

Il lavoro in extenso è in corso di pubblicazione sulle *Mem. Biol. Mar. Ocean.*

LETTERATURA CITATA

DEFANT A. (1961) - Physical Oceanography. voll. 1 e 2. Pergamon Press, New York, Oxford, London, Paris.

DE MAIO A., MORETTI M. (1973) - Contributo ad un progetto di studio delle correnti nel golfo di Napoli. Fondazione Politecnico per il Mezzogiorno d'Italia.

FOMIN L.M. (1964) - The Dynamic Method in Oceanography. Elsevier Oceanography Series, New York.

MAGAZZÙ G., CREAZZO S., *et alii* - Rapporto sulle crociere di studio CNR nell'area dello Stretto di Messina (Basso Tirreno, Alto Ionio). Idrografia, sali nutritivi e produzione primaria. *Atti X Congresso della Soc. Ital. Biologia Marina, Ancona,* 1978 (in stampa).

MILLER A. R. *et alii* (1970) - Mediterranean Sea Atlas of Temperature, Salinity, Oxigen... WHOI Atlas Series, Woods Hole, Mass.

NEUMANN G. (1968) - Ocean Currents. Elsevier Oceanography Series, New York.

NIHOUL J. C. J. - Modelling of Marine Systems. Elsevier Oceanography Series.

XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar., Orbetello 1979.
Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, **86**, suppl. (1979).

S. CREAZZO

NOTA SULLA DISTRIBUZIONE DELLE CORRENTI DI GRADIENTE NEL BASSO TIRRENO (*)

Riassunto — Vengono esposte le caratteristiche termoaline rilevate nel corso di tre campagne oceanografiche nella zona dell'arcipelago delle Eolie. Si riferisce inoltre sulle componenti delle correnti di gradiente alla superficie del mare e vengono discusse le tecniche utilizzate nella scelta della superficie di non mozione. Uno schema indica le correnti di gradiente e le anomalie dinamiche relative alla quota di riferimento. I risultati sperimentali consentono di confermare l'esistenza di una circolazione di tipo ciclonico nel basso Tirreno e lungo le coste nord-orientali siciliane. Il tipo di gradiente che si viene a determinare favorisce inoltre la diffusione nel basso Tirreno di acque che provengono dallo Ionio (con salinità compresa tra 38,5-38,8‰, con densità superiore a 29) a profondità variabili tra 200 e 500 m.

Abstract — *Physical dynamic characteristics in the lower Tyrrhenian Sea.* In this note the thermohaline characteristics recorded during three oceanographical survey in the Eolian archipelago area are explained. Besides the gradient current components at the sea surface are related and the procedures used for determining the layer of no-motion are discussed. The gradient currents and the dynamic anomalies concerning the reference surface are shown in a map. The experimental results allow to confirm the existence of a cyclonic type circulation in the lower Tyrrhenian Sea and along the northeastern Sicilian coasts. The type of gradient which comes out favours the diffusion of waters from the Ionian Sea with salinity between 38,5‰ and 38,8‰ and with density over 29 at depths varying from 200 to 500 m.

Key words — Tyrrhenian Sea, currents.

La zona di mare circostante l'Arcipelago delle Eolie è caratterizzata da particolari condizioni climatiche (variazione di pressione, venti ecc.) e presenta un bilancio idrico negativo a causa delle forti evaporazioni, stimate su valori di circa 114 cm/anno. Tali peculiari caratteristiche la rendono soggetta a variazioni dinamiche che, durante l'alternarsi delle stagioni, possono risultare abbastanza discordanti (MILLER *et al.*, 1970; DE MAIO e MORETTI, 1973). La dinamica degli spostamenti delle masse d'acqua descritta in questo lavoro, riguarda una ricerca eseguita nel marzo 1977 nell'arco di pochi giorni e quindi, data la natura delle misure effettuate e la loro finalità, si può ritenere di avere effettuato un'indagine praticamente simultanea su tutta l'area in esame. Inoltre, i risultati delle anomalie ottenute (fig. 1) hanno trovato conferma in altre campagne eseguite nello stesso periodo di tempo nell'anno successivo (MAGAZZÙ *et al.* (1980)).

Stazione di Biologia Marina dell'Istituto di Zoologia dell'Università agli Studi di Messina.

(*) Ricerca effettuata con il contributo del CNR nell'ambito dei programmi finalizzati.

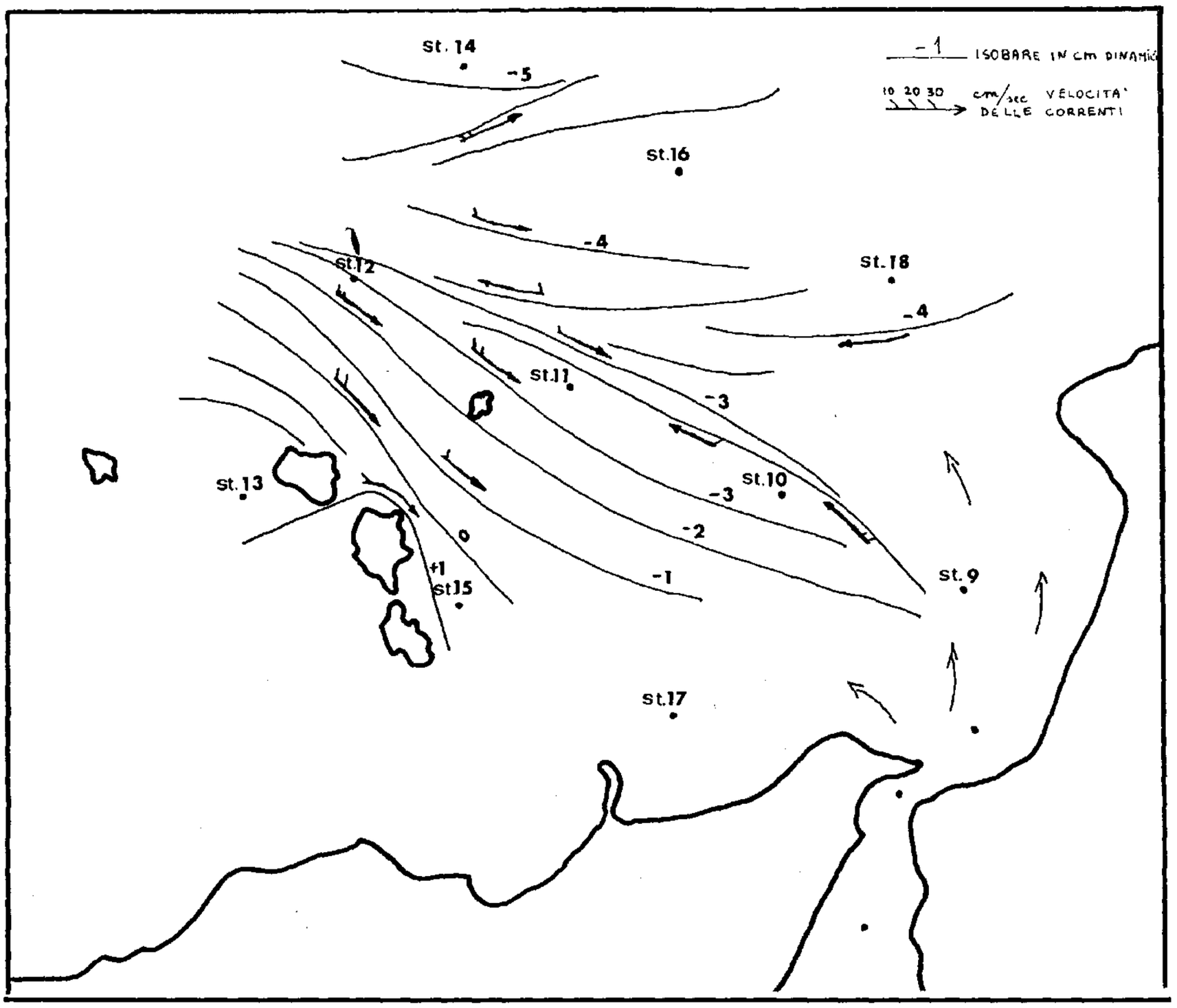


Fig. 1 - Anomalie di altezza dinamica relative alla quota di 250 decibar e campo di correnti relative totali. I vettori rappresentano le proiezioni dei vettori velocità di corrente nel senso delle isoanomalie di altezza dinamica.

Nell'area di mare considerata la profondità dei fondali risulta di circa 2000 m, nelle stazioni più esterne, e di circa 1000 m in quelle più interne, situate in prossimità delle isole Eolie e del Capo Milazzo.

Possiamo considerare, nella zona racchiusa dal reticolo delle stazioni, tre apporti d'acqua di diversa natura; ovviamente nessuna di queste acque presenterà caratteristiche specifiche, essendo lontane dalla loro origine, ma porterà con sè alcuni caratteri dell'originaria formazione che permettono di distinguerle in: 1. acque di origine atlantica; 2. acque ioniche; 3. acque tirreniche.

L'apporto atlantico proveniente da NW (fig. 1) può considerarsi come dovuto al ramo occidentale del flusso di acqua atlantica che procede parallelamente alla costa siciliana e piega a NW, risalendo la penisola. Parte di questa acqua penetra nel nostro reticolo attraverso l'arcipelago

delle isole Eolie, non senza difficoltà (gradiente positivo), e si diffonde verso le stazioni a sud (stazioni 13, 15, 17) toccando quelle intermedie (12, 11, 10) e disponendosi in superficie verso le stazioni antistanti lo Stretto (17, 10, 18). Lo spessore di tale flusso, che in prossimità delle isole è di circa 100 m, si riduce presso lo Stretto (stazioni 10, 9) ad uno strato di non più di 20-30 m. L'acqua viene accelerata dall'andamento del gradiente ma viene contrastata e rallentata dalle acque ioniche caratterizzate da salinità e densità più elevate, che entrano dallo Stretto di Messina, in particolare durante la corrente montante.

L'acqua di provenienza ionica si diffonde a ventaglio dalle stazioni 8, 9, 10, 17, 18 verso le stazioni centrali, disponendosi a profondità variabili tra 100 e 300 m. In corrispondenza delle stazioni 13, 12, 14 tende ad assottigliarsi ed a mescolarsi con gli strati più profondi, perdendo la sua identità. Secondo l'andamento del gradiente, l'acqua atlantica e la ionica dovrebbero diffondersi verso le stazioni più esterne (14, 16, 18), ma ciò non trova conferma nell'andamento delle isoterme, isoaline ed isopicne. Il loro andamento tende infatti a rafforzare l'idea che il convogliamento delle acque (atlantiche e ioniche) verso il centro del reticolo di misura sia dovuto in particolari periodi dell'anno (ed in particolari condizioni climatiche) ad un flusso d'acqua discendente, proveniente da NE, che contrasta la risalita delle acque provenienti dallo Stretto e dalle isole. L'incontro di acque di natura e quantità diverse crea, presso le stazioni situate al centro del reticolo, una situazione idrologica di particolare mescolamento.

In base ai dati di temperatura, salinità e densità abbiamo calcolato, con noti procedimenti (FOMIN, 1964), le anomalie di quota dinamica per le stazioni poste nel Tirreno, dalle quali, introducendo l'effetto geostrofico, abbiamo ricavato l'andamento delle correnti di gradiente.

Il calcolo è stato effettuato facendo riferimento alla isobara di 250 decibar: la scelta è stata fatta considerando che le più ampie variazioni di densità avvengono al di sopra di tale quota, ed in base ad opportune considerazioni sulle anomalie di altezza dinamica (metodo Defant). Inoltre, il valore asintotico delle anomalie parziali di altezza dinamica viene raggiunto, per alcune stazioni, intorno ai 250 m e per altre intorno ai 300 m. Il valore dei vettori velocità sono stati quindi calcolati rispetto all'isobara dei 250 decibar, considerata come superficie orizzontale di riferimento. In genere le acque più sollevate risultano essere quelle più esterne e prossime alle isole Eolie (stazioni 13-15), mentre quelle con anomalie negative si osservano nelle stazioni centrali (più salate) e maggiormente in quelle a Nord.

Le anomalie dinamiche nelle stazioni (9-10-11) si mantengono costanti (3 cm dinamici), facendo pensare ad un rallentamento delle acque provenienti dalle isole, e favorendo invece la diffusione delle acque più pesanti della montante durante le maree nello Stretto di Messina. Si viene così a formare una zona di convogliamento di acque che arrivano da direzioni diverse con caratteristiche diverse e tendono a mescolarsi, creando una zona di circolazione ciclonica al centro del sistema. Tali movimenti si possono pensare limitati ad uno strato entro i 300 m. Poichè oltre tali profondità le differenze tra i vari corpi tendono ad appiattirsi, gli eventuali movimenti dovrebbero essere caratterizzati più dalla conformazione del fondo che da altri fattori.

Le velocità riscontrate, proiettate sulle linee di livello dinamiche, vanno dai valori minimi di 7 cm/sec a valori massimi di 20-25 cm/sec. Naturalmente questi valori di correnti possono variare sensibilmente durante particolari periodi dell'anno.

Il lavoro in extenso è in corso di pubblicazione sulle *Mem. Biol. Mar. Ocean.*

LETTERATURA CITATA

DEFANT A. (1961) - Physical Oceanography. voll. 1 e 2. Pergamon Press, New York, Oxford, London, Paris.

DE MAIO A., MORETTI M. (1973) - Contributo ad un progetto di studio delle correnti nel golfo di Napoli. Fondazione Politecnico per il Mezzogiorno d'Italia.

FOMIN L.M. (1964) - The Dynamic Method in Oceanography. Elsevier Oceanography Series, New York.

MAGAZZÙ G., CREAZZO S., *et alii* - Rapporto sulle crociere di studio CNR nell'area dello Stretto di Messina (Basso Tirreno, Alto Ionio). Idrografia, sali nutritivi e produzione primaria. *Atti X Congresso della Soc. Ital. Biologia Marina, Ancona,* 1978 (in stampa).

MILLER A. R. *et alii* (1970) - Mediterranean Sea Atlas of Temperature, Salinity, Oxigen... WHOI Atlas Series, Woods Hole, Mass.

NEUMANN G. (1968) - Ocean Currents. Elsevier Oceanography Series, New York.

NIHOUL J. C. J. - Modelling of Marine Systems. Elsevier Oceanography Series.

Finito di stampare
presso le Arti Grafiche Pacini Mariotti - Pisa
nel mese di maggio 1980