

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE B
SUPPLEMENTO VOL. LXXXVI - ANNO 1979

ATTI XI CONGRESSO
DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

ORBETELLO 23 - 26 MAGGIO 1979

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1980

La Biologia Marina
e la gestione della Fascia Costiera

INDICE

Gestione delle risorse di pesca nella fascia costiera

Giovanni BOMBACE - La gestione razionale delle risorse nella fascia costiera (<i>Introduzione al tema</i>)	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, Irene 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, Irene 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 <i>Dicentrarchus labrax</i> (L.) e <i>Diplodus sargus</i> (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
Febbo LUMARE - Studio comparativo di metodologie di riproduzione indotta in <i>Penaeus kerathurus</i> Forskäl 1775 (Decapoda, Natantia)	» 114
Giovanni PALMEGIANO, Marco G. SAROGLIA - Utilizzazione di scarichi termici in crostaceicoltura. Rapporto tra tasso di accrescimento e « carrying capacity »	» 123
Paolo BREBER, Giovanni B. PALMEGIANO - Uova di <i>Sepia officinalis</i> 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 <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamk in un banco naturale della Sacca di Scardovari	» 134
Corrado PICCINETTI, Gabriella PICCINETTI MANFRIN - La pialassa ravenate: ambiente vallivo da risanare	» 138

Inquinamento costiero: fonti, natura ed effetti

Joseph BERGERARD - Consequences ecologiques de la pollution pétrolière due au naufrage de l'« Amoco Cadiz » sur les côtes de Bretagne	» 143
Dan MANOLELI - Des modifications survenues ces 30 dernières années dans la composition de la faune benthique 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 - Chimica 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 PETRO- SINO, 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 <i>Donax trunculus</i> L. (Bivalvia)	» 204
Marina MAURI - Incorporazione del manganese e del ferro nella conchi- glia di <i>Donax trunculus</i> L. (Bivalvia)	» 211
Cristina NASCI, Valentino U. FOSSATO - Studio sulla fisiologia dei miti- li e sulla loro capacità di accumulare idrocarburi e idrocarburi clo- rati	» 216
Giancarlo FAVA, Eugenio CROTTI - Effetto paradossale di un detersivo a base di LAS in <i>Tisbe holothuriae</i> Humes (Copepoda Harpacticoida) .	» 219
Angelo STRUSI, Pietro PANETTA, Raffaele SERIO - Correlazione tra le ca- riche 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 TEGAC- CIA - 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 infra- litorali del golfo di Follonica	» 263
Riccardo CATTANEO, Sebastiano GERACI - Il popolamento a Briozoi (Chei- lostomata) della prateria a <i>Posidonia</i> 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 fitoplanc- toniche del porto di Livorno e delle acque costiere antistanti	» 273
Armando BATTIATO, Mario CORMACI, Giovanni FURNARI, Blasco SCAM- MACCA - Osservazioni preliminari sulla zonazione dei popolamenti fitobentonici di substrato duro della penisola della Maddalena (Si- racusa)	» 278
Raffaele OLIVOTTI - Rimozione di alcuni metalli pesanti dalle acque re- sidue urbane mediante consueti trattamenti di depurazione	» 279
Giuseppe COGNETTI - Prospettive per una migliore tutela delle acque do- po l'approvazione della legge del 24 dicembre 1979 n° 650	» 291
Luigi BOITANI, G. Domenico ARDIZZONE - Interventi locali e ap- proccio integrato in una strategia di conservazione del Mediterraneo .	» 294

Insedimenti 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 ita- liennes	» 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 <i>Stylochus mediterraneus</i>	» 349
Patrizia NARDI, Marco NIGRO, Paolo TONGIORGI - Ricerche sui predatori dei mitili. Il gasteropode perforatore <i>Ocinebrina edwardsii</i>	» 353
Paolo M. BISOL, Vittorio VAROTTO, Bruno BATTAGLIA - Variabilità genetica di tre popolazioni del copepode arpacticolide <i>Tisbe bulbisetosa</i>	» 357
Massimiliano CERVELLI, Giancarlo FAVA - Variabilità genetica in <i>Tisbe bulbisetosa</i> (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 <i>Murex brandaris</i> e <i>Murex trunculus</i>	» 366
Gilberto GANDOLFI, Remigio ROSSI, Paolo TONGIORGI, Paolo VILLANI - Osservazioni sulla montata delle ceche (<i>Anguilla anguilla</i> 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 <i>Mullus barbatus</i> L. nell'Alto Tirreno	» 378
Giorgio FANCIULLI, Lidia RELINI ORSI - Biologia di <i>Phycis blennioides</i> Brunn. 2. Rapporto sessi e osservazioni sulla maturità sessuale	» 383
Marino VACCHI, Lidia RELINI ORSI - Alimentazione di <i>Chimaera monstrosa</i> L. sui fondi batiali liguri	» 388
Silvano FOCARDI, Lucia FALCIAI, Cristina GAMBÌ, Valeriano SPADINI - Alimentazione di <i>Mullus barbatus</i> nel Mar Tirreno	» 392
Laura ROTTINI SANDRINI - Valutazione statistica della variabilità intraspecifica in tre popolazioni mediterranee di <i>Muggiaea kochi</i> Will (Siphonophora, Calyophorae)	» 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

INQUINAMENTO COSTIERO:
FONTI, NATURA ED EFFETTI

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 $22 \text{ m}^3/\text{sec}$; Δt max $8,5^\circ\text{C}$) sono state rilevate, per 15 mesi, le principali caratteristiche ambientali, nutritive e la composizione del fitoplankton. 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 $22 \text{ m}^3/\text{sec}$; Δt max $8,5^\circ\text{C}$). 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 turbulence, 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 $22 \text{ m}^3/\text{sec}$ e alla velocità di 2 m/sec. Durante il transito nei condensatori (7 sec) subisce un incremento di circa $8,5^\circ\text{C}$ 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.

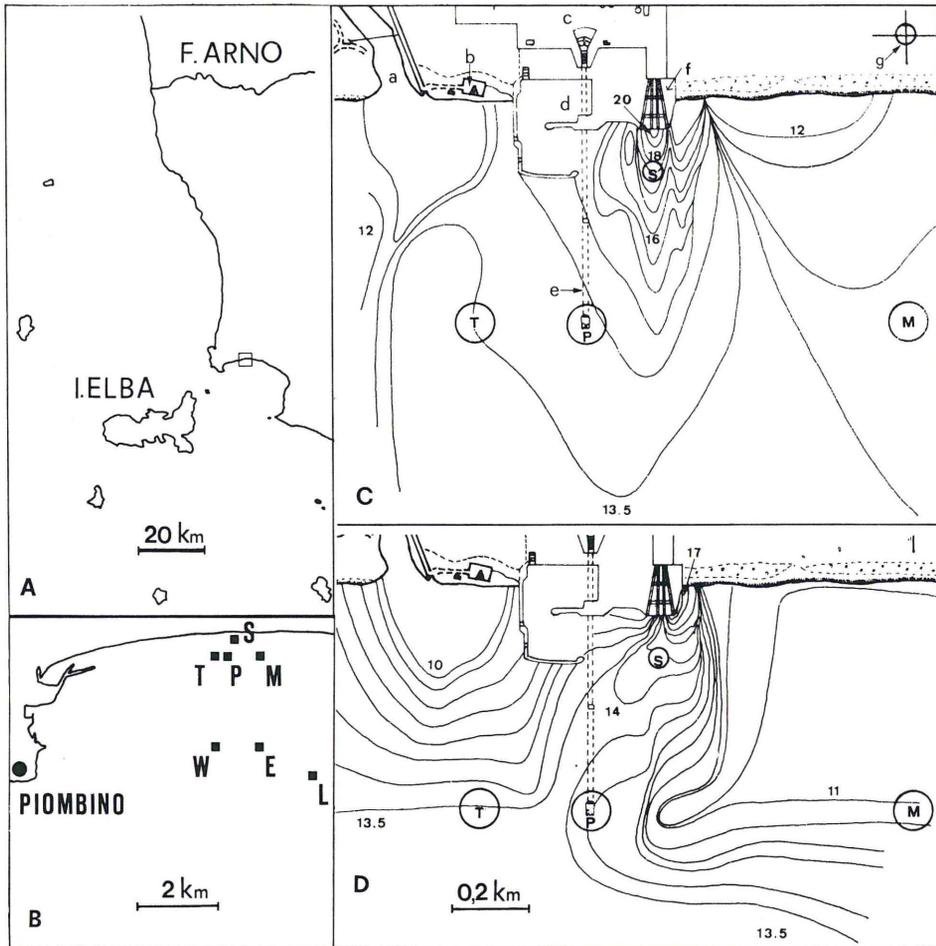


Fig. 1 - Ubicazione della centrale di Torre del Sale (A) e delle stazioni (B). Isotherme di fronte allo scarico durante i mesi di gennaio (C) e febbraio 1979 (D). C: a, bocca del fiume Cornia; b, Torre del Sale; c, centrale; d, porto; e, condotta sottomarina dell'opera di presa; f, diffusore dello scarico; 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, O₂ 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 ¹⁴C 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 $4,5^{\circ}\text{C}$ il 20/12/1978 alle ore 12, con una produzione elettrica di 659 Mw, e di $6,03^{\circ}\text{C}$ 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 sovrassaturazione, 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

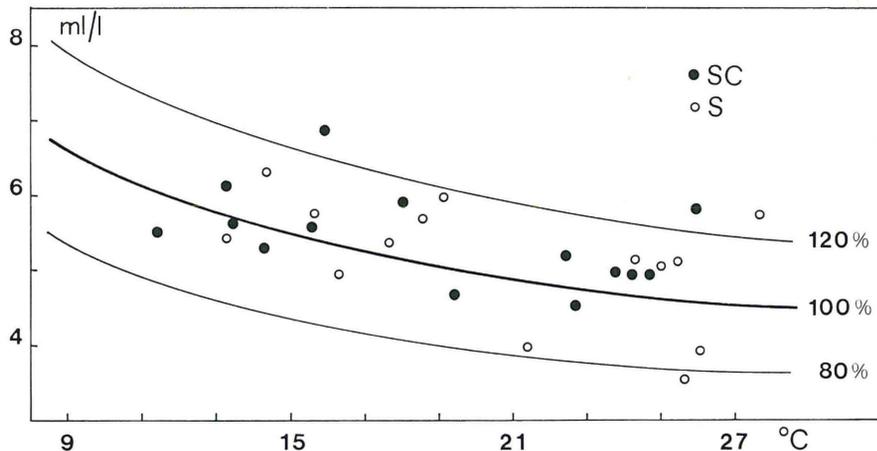


Fig. 2 - Concentrazione in ml/l dell'ossigeno disciolto in funzione della temperatura del mare. S, scarico; SC, media delle tre stazioni sottocosta. Le tre curve rappresentano le variazioni teoriche di concentrazione a tre livelli percentuali di saturazione, alla salinità del 37‰.

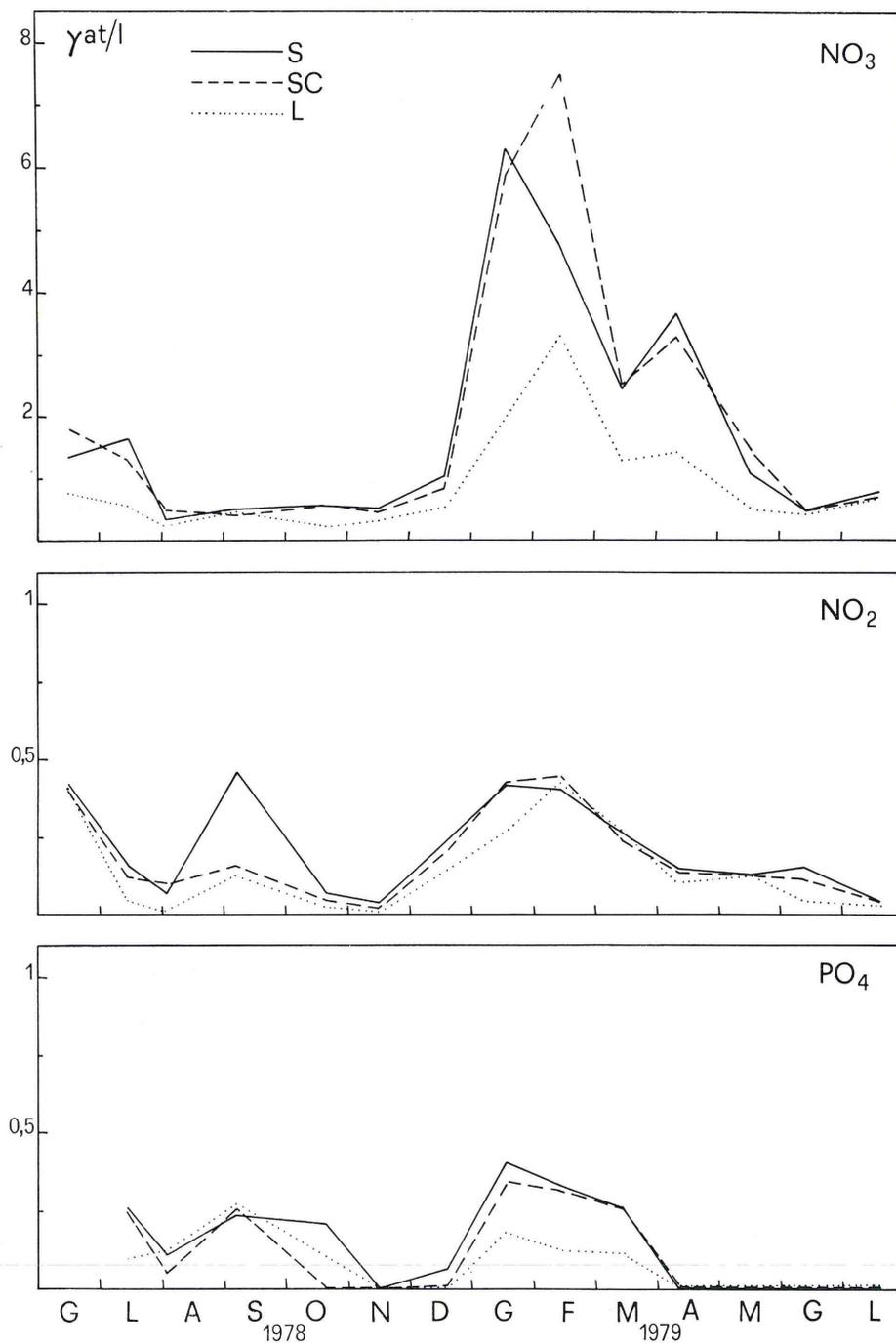


Fig. 3 - Variazioni mensili dei nutrienti allo scarico S, nelle tre stazioni sottocosta SC, e nelle tre al largo L.

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 ($7,5 \gamma\text{at/l}$) 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 $0,41 \gamma\text{at/l}$.

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 $0,86 \gamma/l$ 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-

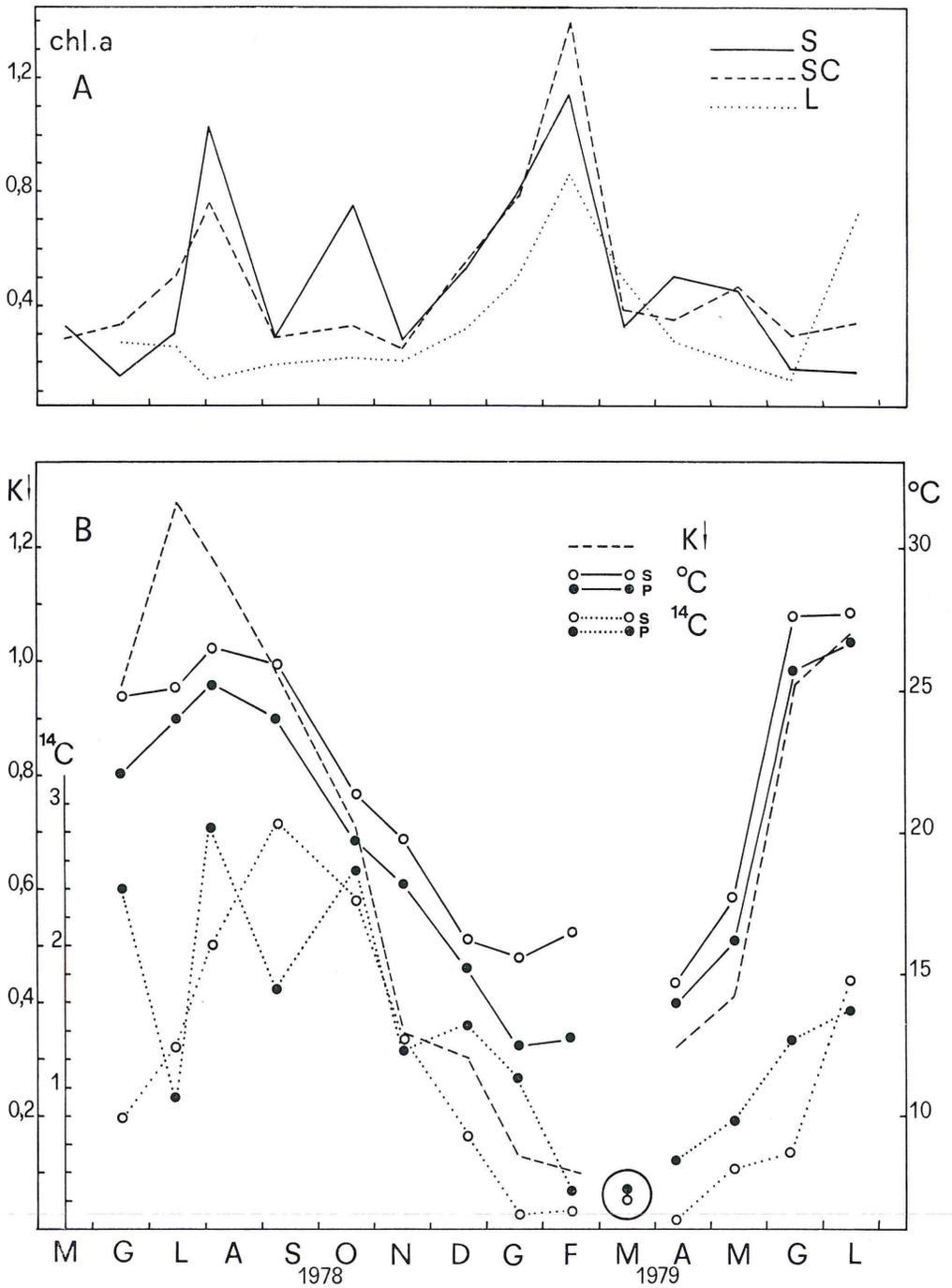


Fig. 4

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 $\text{mg}/\text{m}^3 \text{ h}$ di ^{14}C e della temperatura allo scarico S ed alla presa P. $K \downarrow$: irradianza globale solare media durante l'incubazione in $\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ min}$. I valori della produzione di marzo derivano da prelievi effettuati internamente alla centrale prima (●) e dopo (○) 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 fitoplanctonica, 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 methodology, UNESCO, Paris, 70 pp.