C. Morri (*), A. Castelli (**), G. Diviacco (***), M. Mori (****), C.N. Bianchi (*****)

ZONAZIONE DI COMUNITÀ BENTICHE LUNGO L'ESTUARIO DELLA MAGRA (MAR LIGURE ORIENTALE)

Riassunto — Viene esaminata la distribuzione del benthos lungo un profilo dal mare verso l'interno dell'estuario: numero di specie e diversità diminuiscono lungo il profilo, ma l'abbondanza totale aumenta. Sono state rinvenute complessivamente 128 specie di macrofauna, che risultano costituire, alla luce di un'analisi multivariata, quattro comunità principali: 1) comunità a *Spisula subtruncata*, composta da specie strettamente marine, nel tratto di mare antistante l'estuario; 2) comunità a *Balanus perforatus*, costituita prevalentemente da specie marine, nella zona di foce; 3) comunità a *Ficopomatus enigmaticus*, composta da specie tipicamente estuariali, nel basso estuario; 4) comunità a *Capitella capitata*, formata da un insieme eterogeneo di specie marine, estuariali, dulcicole, e da specie opportuniste, nell'alto estuario. Poiché la salinità al fondo non scende sotto il 340/00, la zonazione osservata appare legata principalmente al 'confinamento' ed al carico organico dei sedimenti.

Abstract — Benthic communities zonation along the Magra estuary (Eastern Ligurian Sea). Benthic macrofaunal distribution along a profile from the sea to the inner estuary was studied: species number and diversity decreased along the profile, whereas total abundance increased. A total of 128 macrofaunal species was found; as results of a multivariate analysis they were assembled in four main communities: 1) Spisula subtruncata community, build up by strictly marine species, in the sea tract facing the estuary; 2) Balanus perforatus community, mainly constituted of marine species, in the estuary mouth; 3) Ficopomatus enigmaticus community, formed of typically estuarine species, in the lower estuary; 4) Capitella capitata community, made up of a heterogeneus assemblage of marine, brackish-water, freshwater, and opportunistic species, in the upper estuary. Since bottom salinity never dropped below 340/00, the zonation we observed was supposed to be related chiefly to 'confinement' (i.e., reduced tidal exchange) and sediment organic content.

Key words — estuarine fauna, species assemblages, salinity, confinement, organic enrichment, western Mediterranean.

^(*) Ist. Zoologia, Univ., via Balbi 5, 16126 Genova.

^(**) Dip. Biologia Animale, Univ., via Università 4, 41100 Modena.

^(***) ICRAP, via Respighi 5, 00197 Roma.

^(****) Ist. Anatomia Comparata, Univ., viale Benedetto XV, 16132 Genova.

^(*****) ENEA-CREA S. Teresa, CP 316, 19100 La Spezia.

INTRODUZIONE

Il problema della zonazione della fauna bentica negli ambienti paralici mediterranei è stato finora affrontato prevalentemente nello studio delle lagune (Petit, 1953; Sacchi, 1979; Bianchi, 1985). Una minore attenzione è stata invece dedicata agli estuari (Morri et al., 1988), ad eccezione di alcuni recenti studi su porzioni estuariali dell'ampio sistema lagunare veneto (Sconfietti, 1988; Sconfietti e Marino, 1989). Scarsi sono, in particolare, gli studi che verifichino quanto siano adatti all'ambiente estuariale i modelli descrittivi nella zonazione biologica del dominio paralico, attualmente molto dibattuti a livello mediterraneo (Carrada et al., 1987; 1988).

Nel presente lavoro viene esaminata la zonazione della fauna bentica dell'estuario della Magra, un piccolo fiume tra Liguria e Toscana, allo scopo di fornire un contributo a tale problematica.

Precedenti studi idrologici (ABBATE et al., 1988) hanno dimostrato che la Magra possiede un estuario stratificato del tipo a cuneo salino (McLusky, 1981). Ciò significa che permane sul fondo acqua a salinità paragonabile a quella marina. Il tratto interessato dal fenomeno varia durante l'anno a seconda della portata; il fronte del cuneo si trova ad almeno quattro o cinque chilometri dalla foce. Il fenomeno è amplificato anche dal fatto che in diversi punti il fondo è più basso di quello marino, a causa delle escavazioni effettuate negli anni passati e dei dragaggi compiuti per consentire la navigazione; in tali fosse profonde può ristagnare acqua con salinità addirittura superiore a quella marina (Covre et al., 1989).

MATERIALI E METODI

La zona di campionamento interessa il tratto terminale del fiume (circa 4.5 km) e l'area di mare antistante la foce (Fig. 1). Lungo un profilo dal mare all'alto estuario (località Bradiola), sono state fissate 8 stazioni di campionamento circa equidistanti tra loro (Tab. I). I campioni sono stati prelevati nell'arco della stessa giornata (7 aprile 1987) trainando, per un centinaio di metri verso monte, una piccola draga rettangolare del tipo 'anchor-dredge', con apertura di 30 x 21 cm: la draga è illustrata e descritta in dettaglio nel lavoro di Covre *et al.* (1989). Il materiale campionato è stato setacciato su maglia di 1 mm.

I dati risultanti dal conteggio degli individui sono stati codifica-

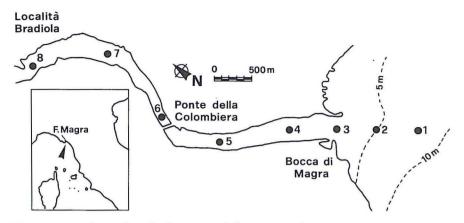


Fig. 1 - Area di studio ed ubicazione delle stazioni di campionamento.

ti secondo una scala geometrica in base 2 e successivamente sottoposti a tecniche multivariate (Wildi e Orloci, 1980): per l'ordinamento
si è utilizzata l'analisi delle corrispondenze, mentre la classificazione è stata effettuata tramite analisi di densità spaziale (sui piani
ottenuti dall'ordinamento) per quanto riguarda le specie, e tramite
analisi della similitudine (matrice di distanze euclidee risolta in dendrogramma col metodo del legame completo) per quanto riguarda
le stazioni.

L'esame della struttura dei popolamenti è stato condotto attraverso il computo del numero di specie S, dell'abbondanza totale N (espressa secondo la scala geometrica in base 2), e dell'indice di diversità specifica H di Shannon; quest'ultimo è stato affiancato dall'indice D di Margalef, che misura essenzialmente la ricchezza specifica, e dall'indice J di Pielou, che misura l'equitabilità (Legendre e Legendre, 1984).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nelle 8 stazioni esaminate sono stati complessivamente raccolti oltre 4200 esemplari di organismi macrozoobentici, appartenenti a 128 specie (la tabella completa dei dati è riportata in Morri *et al.*, 1990).

Il numero di specie (Fig. 2) tende a diminuire passando dall'ambiente marino all'interno dell'estuario, con l'eccezione di un importante picco in corrispondenza della foce (staz. 4), probabilmente a

•			
Stazione	Distanza dal mare	Profondità	Natura del sedimento
1		7 m	sabbia fine, ben classata
2	_	5 m	sabbia fine, ben classata
3	_	3 m	sabbie eterometriche
4	0.6 km	3 m	sabbia-limo-ciottoli
5	1.5 km	4 m	sabbia-limo-ciottoli
6	2.5 km	3 m	sabbia-limo-ciottoli
7	3.6 km	3 m	limo-sabbia, detrito organico
8	4.6 km	8 m	limo, fibre e detrito organici

TAB. 1 - Caratteristiche delle 8 stazioni di campionamento.

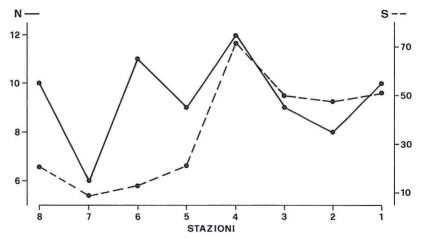


Fig. 2 - Andamento dell'abbondanza totale N (espressa secondo una scala geometrica in base 2) e del numero di specie S nelle stazioni esaminate.

causa di un effetto «ecotono» tra mare ed estuario. L'andamento dell'abbondanza totale (numero totale di individui secondo la scala geometrica in base 2) è più irregolare, ma nel complesso l'abbondanza è maggiore nell'estuario che in mare, con l'eccezione della stazione 7 (situata in una delle fosse di escavazione).

Tutte le misure inerenti la diversità hanno un andamento concorde tra loro (Fig. 3), e tendono a diminuire abbastanza regolarmente lungo il profilo, passando dal mare all'interno dell'estuario. La foce (staz. 4) fa in qualche modo da cerniera, mostrando un diverso rapporto funzionale tra ricchezza ed equitabilità nel determi-

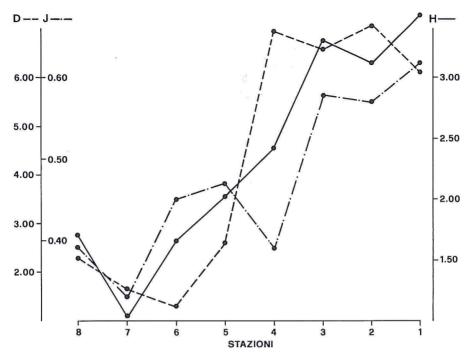


Fig. 3 - Andamento di alcuni parametri strutturali nelle stazioni esaminate: D = ricchezza specifica, J = equitabilità, H = diversità.

nare il valore della diversità (indice di una situazione di transizione). Il minimo di diversità si osserva nella già segnalata staz. 7.

Dall'analisi fattoriale risultano significativi (secondo le tavole di Lebart, 1975) i primi tre assi, che spiegano rispettivamente 37.3%, 20.6% e 17.8% della varianza totale (complessivamente i 3 assi spiegano il 75.6%, cioè oltre i 3/4, della varianza totale). I primi tre assi individuano uno spazio tridimensionale in cui il profilo esaminato si dispone in maniera non lineare: la spezzata ottenuta congiungendo i punti-stazione, infatti, appare ripiegata e contorta (Fig. 4). In tale spazio tridimensionale, l'analisi di densità spaziale separa i punti-specie in quattro clusters, corrispondenti ad altrettanti gruppi di specie.

Analizzando la composizione dei gruppi di specie (Tab. II; Fig. 5) si può affermare quanto segue.

Il gruppo I comprende 53 specie strettamente marine, che non penetrano significativamente nell'estuario (solo *Euclymene* sp. e *Nephtys hombergii* si spingono sino alla staz. 5). Si tratta di un complesso di tipici abitatori dei fondali di sabbia fine terrigena e ben clas-

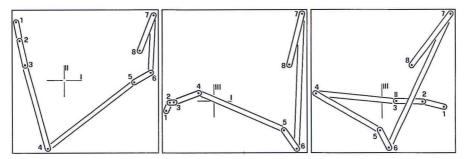


Fig. 4 - Ordinamento dei punti-stazione e rappresentazione schematica del profilo esaminato sui piani individuati dai primi tre assi dell'analisi delle corrispondenze.

sata che caratterizzano il tratto marino antistante la foce della Magra; la specie dominante in assoluto è *Spisula subtruncata*; spiccano inoltre, per frequenza ed abbondanza, *Ampelisca brevicornis, Diogenes pugilator, Glycera alba, Sphaeronassa mutabilis, Urothoe pulchella.*

Il gruppo II è composto da 51 specie che appaiono molto abbondanti nella stazione 4, prossima alla foce, oppure che ne sono addirittura esclusive. Tale gruppo comprende specie sia prevalentemente marine, sia — secondo la definizione di Guelorget et al. (1983) — «miste» (cioè comunemente riscontrabili sia in mare sia in ambiente paralico). Da un punto di vista bionomico, tale gruppo è eterogeneo: l'abbondanza di ciottoli sui sedimenti sabbio-fangosi in questa zona determina infatti la copresenza di elementi dell'infauna come Venerupis aurea e Diopatra neapolitana, con specie dell'epifauna di fondo duro come Balanus perforatus (che è la specie dominante in assoluto), Pomatoceros triqueter, P. lamarckii, Ostrea edulis e Microcosmus exasperatus.

Il gruppo III è formato da 10 specie distribuite in qualche misura in tutto l'estuario (dalla stazione 4 alla 8), ma con una preferenza marcata per il tratto inferiore (stazioni 5 e 6). La maggior parte di esse è notoriamente tipica delle acque salmastre mediterranee. Nel fango sabbioso, che costituisce il fondo prevalente di questa zona, è da menzionare *Cerastoderma edule*, mentre come epifauna sui piccoli substrati duri sparsi sono presenti *Ficopomatus enigmaticus* (specie complessivamente dominante) e *Balanus eburneus*, ambedue talora attaccati a gusci vuoti del cerastoderma stesso; sono inoltre importanti *Leptocheirus pilosus* e *Melita palmata*.

Infine il gruppo IV comprende 14 specie che preferiscono la parte alta dell'estuario (stazioni 7 e 8); si tratta di un insieme eterogeneo di specie marine (come ad es. *Tharyx marioni*), di specie tipiche del-

II: specie della foce

TAB. 2 - Lista delle specie rinvenute suddivise nei 4 gruppi descritti nel testo.

I: specie marine Abra alba Ampelisca brevicornis Ampelisca diadema Ampelisca sp. Amphipolis sauamata Ascorhyncus arenicola Atvlus massiliensis Bathyporeia guilliamsoniana Bathyporeia sunnivae Bela levigata Chone duneri Diogenes pugilator Diplocirrus glaucus Ensis siliqua Euclymene sp. Eulalia punctifera Gammaropsis sp. Goniada maculata Hinia incrassata Hippomedon massiliensis Lembos spiniventris Leucothoe occulta Lumbrineris gracilis Lumbrineris emandibulata mabiti Macropipus vernalis Mactra stultorum Microprotopus maculatus Myriochele oculata Mysella bidentata Nephtys hombergii Neverita iosephinia Notomastus latericeus Ohelia hidentata Onuphis falesia Pandora inaequivalvis Perioculodes longimanus Pharus legumen Podocoryne carnea Pontocrates sp. Pseudolirius kroyeri Sabellaria alveolata Scoloplos armiger Sigalion mathildae Solen sp. Sphaeronassa mutabilis Spiophanes bombyx Spisula subtruncata Sthenelais ctenolepsis

Tellinella pulchella

Tryphosella sp.

Upogebia pusilla

Urothoe pulchella

Anomia ephippium Aricidea cfr. cerruti Astropecten johnstoni Balanus perforatus Bolinus brandaris Bougainvillia ramosa Brachinotus sexdentatus Bulla striata Capitomastus minimus Carcinus aestuarii Chamaelea gallina Corbula gibba Corophium acherusicum Diopatra neapolitana Eteone foliosa Eteone picta Eteone sp. Eunice vittata Gammarus crinicornis Glycera rouxi Harmothoe impar Hesaplex trunculus Idotea chelipes Lumbrineris impatiens Lysianassa pilicornis Melinna palmata Melita hergensis Microcosmus exasperatus Musculus costolatus Musculus subpictus Nephtys sp. Nereis sp. Ostrea edulis Owenia fusiformis Paradoneis armata Parvicardium exiguum Penaeus kerathurus Perinereis cultrifera Pholoe synophthalmica Phyllodoce madeirensis Pista cretacea Polydora ciliata Pomatoceros lamarckii Pomatoceros triqueter Prionospio malmereni Rudicardium tuberculatum Schizoporella errata Syllidia armata Syllis gracilis Venerupis aurea Vermiliopsis striaticeps

Tab. 2 (continuazione) - Lista delle specie rinvenute suddivise nei 4 gruppi descritti nel testo.

IIII: specie del basso estuario Balanus eburneus Cerastoderma edule Conopeum seurati Desdemona ornata Elmidae (larve) indet. Ficopomatus enigmaticus Leptocheirus pilosus Melita palmata Mytilus galloprovincialis

IV: specie dell'alto estuario Abra ovata Capitella capitata Chironomidae (larvae) indet. Corophium orientale Cyathura carinata Dryopidae (larve) indet. Hydrobia cfr. acuta Limonidae (larvae) indet. Nereis diversicolor Sphaeroma hookeri Naididae indet. Stratyomidae (larvae) indet. Streblospio shrubsolii Tharyx marioni Tipulidae (larvae) indet.

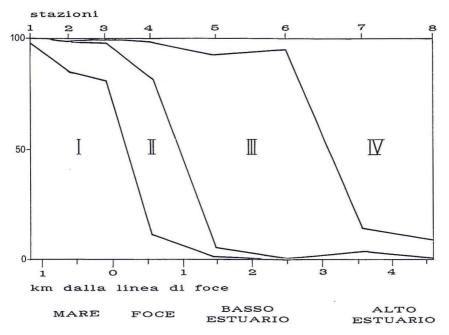


Fig. 5 - Dominanza quantitativa % dei 4 gruppi di specie (identificati in Tab. II) nelle 8 stazioni esaminate.

le acque salmastre (*Abra ovata, Nereis diversicolor*, ecc.), e di specie preferenzialmente dulcicole (diverse larve di insetti), e di specie definibili — secondo Cognetti (1988) — come «opportuniste» (come ad

es. Capitella capitata). Il fango che costituisce il fondale di questa zona è ricco di sostanza organica e di detrito vegetale di varie dimensioni. La specie dominante è Capitella capitata; altre specie importanti numericamente sono Nereis diversicolor e larve di Chironomidi.

Anche l'analisi della similitudine tra le stazioni (Fig. 6) permette

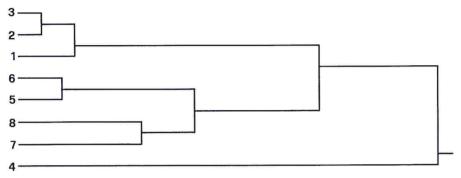


Fig. 6 - Dendrogramma di affinità tra le stazioni (distanze euclidee, legame completo).

di riconoscere quattro gruppi: le stazioni marine (1, 2 e 3); le stazioni del basso estuario (5 e 6); le stazioni dell'alto estuario (7 e 8); ed infine, isolata, la stazione di foce (4).

Sul piano definito dai primi due assi estratti dall'analisi delle corrispondenze, i punti-specie ed i punti-stazione sono distribuiti lungo un ramo di parabola (Fig. 7). Come è noto (Fresi e Gambi, 1982), tale disposizione si ottiene quando i popolamenti considerati sono sotto l'influenza di un fattore ecologico principale (o di un insieme di fattori che agiscono in maniera coerente) rappresentato dal primo asse; il secondo asse, invece, può essere interpretato come una sorta di «fattore d'intensità» dipendente dal primo (effetto Gutmann).

Invece, sul piano definito dal primo e terzo asse si ottiene una configurazione triangolare (Fig. 8): essa evidenzia l'influenza di almeno due fattori, l'uno rappresentato dal primo asse, l'altro (non coerente col primo), rappresentato dal terzo asse.

Il primo asse isola verso il polo negativo le stazioni prettamente marine (1, 2 e 3), di poco differenti una dall'altra, e contemporaneamente il cluster di specie relativo al gruppo I; al polo opposto dello stesso asse sono invece raggruppate le stazioni dell'estuario (5, 6, 7 e 8) ed i cluster dei gruppi III e IV. Appare pertanto evidente che il primo asse rappresenta in questo caso quel complesso di fat-

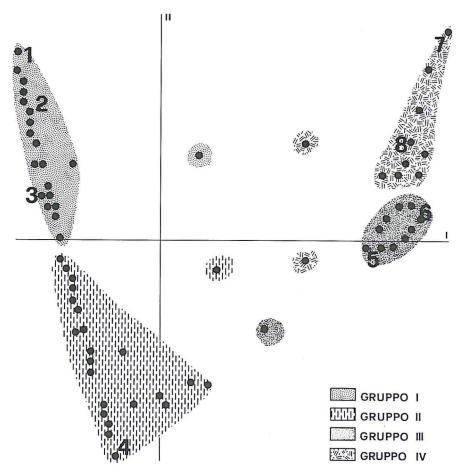


Fig. 7 - Ordinamento dei punti-stazione (numeri) e dei punti-specie (tondi neri) sul piano individuato dal primo e dal secondo asse dell'analisi delle corrispondenze. Sono evidenziati i gruppi di specie derivanti dall'analisi di densità spaziale.

tori ecologici legati al gradiente mare-estuario.

Il secondo asse separa la stazione di foce (4) da tutte le altre; ad essa sono associati, verso il polo negativo dell'asse, i punti-specie che formano il cluster del gruppo II. Tale asse, quindi, rappresenta l'accelerazione del cenoclino in corrispondenza della foce, zona di transizione tra mare ed estuario.

Infine, il terzo asse evidenzia il distacco tra le stazioni dell'alto estuario (7 e 8) da quelle del basso estuario (5 e 6) e dei cluster di punti-specie ad esse associate (le stazioni marine e di foce hanno peso trascurabile): tale asse rappresenta pertanto un fattore di diffe-

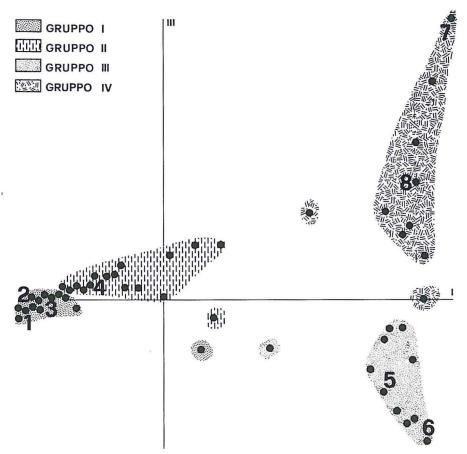


Fig. 8 - Ordinamento dei punti-stazione (numeri) e dei punti-specie (tondi neri) sul piano individuato dal primo e dal terzo asse dell'analisi delle corrispondenze. Sono evidenziati i gruppi di specie derivanti dall'analisi di densità spaziale.

renziamento interno al popolamento estuariale, legato quindi a fattori che non dipendono direttamente dal gradiente mare-estuario già evidenziato.

CONCLUSIONI

Dal confronto di gruppi di specie e di gruppi di stazioni, emerge evidente la presenza di 4 maggiori comunità bentiche, che si sostituiscono lungo il profilo studiato (Fig. 9); in base alla specie dominante, esse possono essere così denominate:

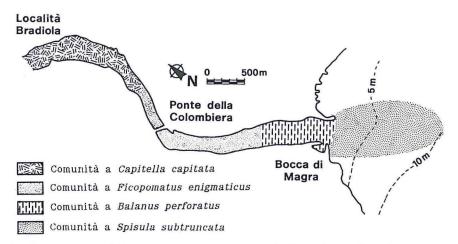


Fig. 9 - Zonazione delle 4 comunità bentoniche individuate lungo il profilo studiato nell'estuario del fiume Magra.

- comunità a Spisula subtruncata nel tratto marino antistante;
- comunità a Balanus perforatus in foce;
- comunità a Ficopomatus enigmaticus nel basso estuario;
- comunità a Capitella capitata nell'alto estuario.

La zonazione di tali comunità nell'estuario della Magra può essere sintetizzata in uno schema tridimensionale ispirato ai risultati dell'analisi delle corrispondenze (Fig. 10).

In uno 'spazio ecologico' a tre dimensioni, tale zonazione appare come un triangolo avvolto a parabola, i cui tre vertici sono l'ambiente marino, l'ambiente estuariale ed il particolare ambiente stressato delle fosse nella parte alta dell'estuario: il lato tra questi due ultimi vertici rappresenta un gradiente interno all'estuario che si viene ad aggiungere al gradiente principale mare-estuario, rappresentato lungo gli altri due lati; l'ambiente di foce si colloca all'interno del triangolo, in quanto popolamento di transizione, e nell'area di maggior curvatura della parabola, ad espressione dall'alta diversità β (ovvero dell'alto tasso di sostituzione delle specie) che lo caratterizza.

Questi primi risultati sul benthos dell'estuario della Magra dimostrano chiaramente l'esistenza di un accentuato gradiente mareestuario che si sviluppa lungo l'asta terminale. Questo gradiente si esprime in termini sia di modifiche strutturali dei popolamenti sia di sostituzione di specie.

Le modifiche strutturali avvengono soprattutto nel senso di una

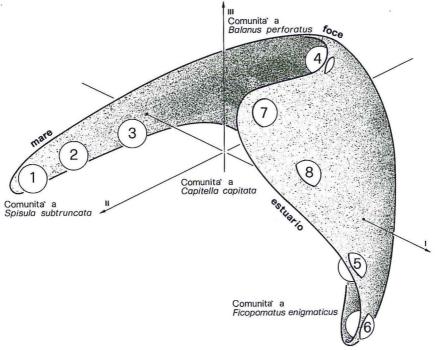


Fig. 10 - Rappresentazione schematica tridimensionale dei risultati dell'analisi delle corrispondenze. La zonazione bentica nell'estuario del fiume Magra è rappresentata dalla nube punteggiata in cui le stazioni appaiono come sfere numerate.

semplificazione dei popolamenti procedendo dal mare verso l'interno dell'estuario (diminuzione della ricchezza e della diversità).

In accordo con la classica definizione di Sanders (1968) si può affermare che lungo il profilo studiato si assiste ad un passaggio da comunità «biologicamente accomodate» ad altre «fisicamente controllate»: è postulato che questo passaggio comporti una generale caduta della diversità.

La zonazione bentica osservata ricalca quella generalmente descritta per gli ambienti estuariali, dove viene di consueto messa in relazione con il gradiente salino (Gunter, 1961), ed in particolare con i limiti delle zone aline previste dal Sistema di Venezia (Anonimo, 1958).

Nel caso della Magra, tuttavia, la salinità non presentava variazioni tali da giustificare, essa sola, una zonazione della fauna bentica. Nell'area studiata, infatti, la salinità al fondo si mantiene sempre su valori elevati (nel tratto esaminato, il minimo assoluto misurato è di 34.6%, nel maggio 1987, nei pressi della stazione 8: MARRI

et al., 1989) cioè, secondo il Sistema di Venezia, costantemente compresi nell'ambito della zona eualina. Sacchi (1985) richiama l'attenzione sul fatto che il Sistema di Venezia era stato concepito come criterio di classificazione delle acque, non degli ecosistemi, e che solo successivamente esso è stato messo in relazione alla zonazione degli organismi.

In questa sua accezione biologica, il Sistema di Venezia è stato criticato da Guelorget e Perthuisot (1983), che hanno sviluppato un criterio di descrizione della zonazione del benthos in cui il fattore chiave non è la salinità ma bensì il «confinamento», funzione del tempo di rinnovo degli elementi vitali di origine marina.

Interpretando il gradiente mare-estuario osservato nella Magra come gradiente di confinamento, tuttavia, risulterebbe che la parte alta dell'estuario presenta caratteristiche biologiche che comportano un'inversione locale del gradiente di confinamento, in quanto ospiterebbero un popolamento più «marino» del precedente (presenza di specie come *Tharyx marioni;* la stessa *Capitella capitata* è specie portuale, ma non tipicamente 'salmastra', come già sottolineato da Cognetti, 1988). Tale 'inversione' è indubbiamente legata all'esistenza delle fosse di escavazione, in cui la stagnazione delle acque, confermata da misure correntometriche (Abbate et al., 1988), e l'arricchimento in materia organica, con formazione di sedimenti ridotti, creano un ambiente particolarmente stressato.

La presenza nelle fosse di un popolamento legato a sedimenti ricchi in materia organica, è messa in evidenza dalla lettura della zonazione bentica osservata attraverso il criterio biocenotico della scuola di Endoume (Pérès e Picard, 1964; Meinesz et al., 1983).

Le quattro comunità individuate possono essere in questo modo assimilate a: una «biocenosi delle sabbie fini ben classate» (SFBC) nell'area di mare antistante la foce (corrisponde alla nostra comunità a *Spisula subtruncata*); una «biocenosi lagunare eurialina euriterna» (LEE) nel tratto inferiore dell'estuario (comunità a *Ficopomatus enigmaticus*); una «biocenosi delle sabbie fangose di modo calmo» (SVMC) in foce, cui però si sovrappone una epifacies di fauna rupicola, originando un popolamento eterogeneo di difficile inquadramento (comunità a *Balanus perforatus*); infine, un insieme di specie legate all'accumulo di materiale organico, talvolta considerate indicatrici di inquinamento (poll/mo), nella parte più interna dell'estuario (comunità a *Capitella capitata*).

Risulta pertanto evidente che la zonazione bentica nell'estuario del fiume Magra è legata alla complessa interazione di diversi fattori, nessuno dei quali può essere considerato il principale: confinamento (e quindi idrodinamismo, come acutamente puntualizzato da Carrada e Fresi, 1988), carico organico e fattori biotici concorrono a determinare la struttura e la composizione delle comunità faunistiche osservate.

Le stesse considerazioni sono sviluppate da diversi autori (BIANCHI, 1988a, b; GRAVINA et al., 1989) per le lagune costiere italiane, e si può affermare che la zonazione bentica dell'estuario della Magra corrisponde, nei suoi tratti essenziali, a quella nota per gli ambienti lagunari italiani; qualora osservato anche in altri estuari, ciò deporrebbe a favore dell'unità del «dominio paralico» sostenuta da Guelorget e Perthusot (1983). Le ulteriori ricerche attualmente in corso sulla Magra sono tese a verificare la zonazione bentica osservata, studiandone in particolare la persistenza nel tempo e le variazioni stagionali.

RINGRAZIAMENTI

La draga impiegata è stata approntata da E. Borghini, e l'aiuto di S. Sgorbini e F. Degl'Innocenti è stato indispensabile nell'attività di campo. M. Pestarino (Genova) e M. Abbate (La Spezia) hanno rispettivamente identificato le ascidie e le larve di insetti, mentre M. Curini Galletti (Pisa) ha gentilmente controllato la determinazione di alcuni molluschi.

BIBLIOGRAFIA

- ABBATE M., BIANCHI C.N., DAMIANI V., MARRI P. e MORRI C. (1988) Résultats préliminaires d'une édude hydrobiologique sur l'estuaire du fleuve Magra. I: Hydrographie. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **31**, (2): 65.
- Anonimo (1958) Deliberazione conclusiva. Il «Sistema di Venezia» per la classificazione di acque marine in base alla salinità. In: Simposio sulla classificazione delle acque salmastre Simposium on the classification of brackish waters, Venezia 8-18 aprile 1958. Archo Ocean. Limnol., 11, suppl.: 1-248.
- Bianchi C.N. (1985) Pour une bionomie des lagunes côtières méditerranéennes. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 29, (4): 37-38.
- BIANCHI C.N. (1988a) Tipologia ecologica delle lagune costiere italiane. In: G. Carrada, F. Cicogna e E. Fresi (ed.), *Le lagune costiere: ricerca e gestione*. CLEM, Massa Lubrense (Napoli): 57-66.
- BIANCHI C.N. (1988b) Caratterizzazione bionomica delle lagune costiere italiane. Acqua aria, speciale: 15-20.
- CARRADA G.C. e Fresi E. (1988) Le lagune salmastre costiere. Alcune riflessioni sui problemi e sui metodi. In: G. CARRADA, F. CICOGNA e E. Fresi (ed.), Le lagune costiere: ricerca e gestione. CLEM, Massa Lubrense (Napoli): 35-56.

- CARRADA G., FERRARI I., GUELORGET O., LUMARE F. e PERTHUISOT J.P. (1987) Les lagunes méditerranéennes. Bull. Ecol., 18, (2): 185-186.
- CARRADA G.C., CICOGNA F. e Fresi E. (ed.) (1988) Le lagune costiere: ricerca e gestione. CLEM, Massa Lubrense (Napoli): 1-254.
- Cognetti G. (1988) Colonizzazione delle acque salmastre. In: G. Carrada, F. Cicogna e E. Fresi (ed.), *Le lagune costiere: ricerca e gestione*. CLEM, Massa Lubrense (Napoli): 119-125.
- Covre S., Abbate M., Bianchi C.N., Morri C., Sgorbini S. e Degli Innocenti F. (1989)
 Zonazione bentica dell'estuario del fiume Magra. In: M. Abbate e V. Damiani
 (ed.), Studio ambientale del fiume Magra. Enea, Roma: 117-201.
- Fresi E. e Gambi M.C. (1982) Alcuni aspetti importanti dell'analisi matematica di ecosistemi marini. *Naturalista siciliano*, S. IV, 6, suppl. (3): 449-465.
- Gravina M.F., Ardizzone G.D., Scaletta F. e Chimenz C. (1989) Decriptive analysis and classification of benthic communities in some mediterranean coastal lagoons (Central Italy). *P.S.Z.N. I: Mar Ecol.*, **10**, (2): 141-166.
- Guelorget O. e Perthuisot J.P. (1983) Le domain paralique. Expressions géologiques, biologiques, et économiques du confinement. *Trav. Lab. Géol. Ecole norm. sup., Paris,* 16, 1-135.
- Guelorget O., Frisoni G.F. e Perthuisot J.P. (1983) Structure et fonctionnement d'un écosystème-type du domaine paralique méditeranéen. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **28**, (6): 349-354.
- Gunter G. (1961) Some relations of estuarine organisms to salinity. *Limnol. Oceanogr.*, 6: 182-190.
- LEBART L. (1975) Validité des résultats en analyse des données. Centre de Recherches et de Documentation sur la Consommation, Paris, L.L/cd No. 4465, 1-157.
- Legendre L. e Legendre P. (1984) Ecologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris, Collection d'écologie, 12, 1-260.
- MARRI P., ABBATE M. e TOSETTI R. (1989) Studio idrologico del tratto terminale del fiume Magra. In: M. ABBATE e V. DAMIANI (ed.), Studio ambientale del fiume Magra. Enea, Roma: 159-175.
- McLusky D.S. (1981) The Estuarine Ecosystem. Blackie, Glasgow: 1-150.
- Meinesz A., Boudouresque C.F., Falconetti C., Astier J.M., Bay D., Blanc J.J., Bourcier M., Cinelli F., Cirik S., Cristiani G., Di Geronimo I., Giaccone G., Harmelin J.G., Laubier L., Lovric A.Z., Molinier R., Soyer J. e Vamvakas C. (1983) Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr.*, **59**, (2): 155-172.
- Morri C., Abbate M., Bianchi C.N., Damiani V. e Sgorbini S. (1988) Résultats préliminaires d'une étude hydrobiologique sur l'estuaire du fleve Magra. II: Zonation bentique. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 31, (2): 65.
- Morri C., Covre S., Castelli A., Mori M., Diviacco G., Sgorbini S., Degl'Innocenti F. e Bianchi C.N. (1990) Macrobenthos dell'estuario della Magra (Mar Ligure orientale): osservazioni faunistiche. *Nova Thalassia* (in stampa).
- Pérès J.M. e Picard J. (1964) Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Recl Trav. Stn Mar. Endoume, 42, (=58): 3-113.

- Petit G. (1953) Introduction à l'étude écologique des étangs méditerranéens. Vie Milieu, 4, (4): 569-604.
- SACCHI C.F. (1979) The coastal lagoons of Italy. In: R.L. Jefferies e A.J. Davy (ed.), Ecological processes in coastal environments. Blackwell Sci. Publ., Oxford: 593-601.
- SACCHI C.F. (1985) Le sel de La Palice: réflexions sur le paralin méditerranéen. *Mem. Biol. marina Oceanogr.*, **15**, 71-89.
 - Sanders H.L. (1968) Marine benthic diversity: a comparative study. Am. Nat., 102, 243-282.
 - Sconfietti R. (1988) Researches on spatial distribution of Amphipods, Isopods and Tanaids (Peracarida) in a Mediterranean estuary (river Dese, lagoon of Venice). *Crustaceana*, **55**, (2): 193-201.
 - Sconfietti R. e Marino R. (1989) Patterns of zonation of sessile macrobenthos in a lagoon estuary (northern Adriatic Sea). In: J. Ros (ed.), *Topics in marine biology. Scientia marina*, **53**, (2-3): 655-661.
- Wildi O. e Orloci L. (1980) Management and multivariate analysis of vegetation data. Swiss Federal Institute of Forestry Research, Rep. 215, 1-68.

(ms. presentato il 22 ottobre 1990; ult. bozze il 30 aprile 1991)