

# RICERCHE SUI POPOLAMENTI BENTONICI DI SUBSTRATO DURO DEL PORTO D'ISCHIA : ASCIDIACEI. \*

di

C. Chimenz\*\*\*, E. Fresi\*\* e R. Brunetti\*

\*\*\*Istituto di Zoologia, Università di Roma.

\*\*Stallone Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos, Ischia.

\*Istituto di Biologia Animale, Università di Padova.

## Résumé

L'examen de la zonation du sintaxon à Ascidies le long d'un transect allant de l'extérieur à l'intérieur du port d'Ischia révèle que le peuplement est divisé en deux unités cénotiques bien distinctes. La première, l'extérieure, est caractérisée par une basse diversité et par la forte dominance de *Microcosmus claudicans*. La communauté interne, plus riche tant au niveau qualitatif que quantitatif, est caractérisée par *Trididemnum cereum*, *Botryllus schlosserie*, *Ciona intestinalis*, *Styela partita*, *Diplosoma listerianum*. Beaucoup de ces espèces sont considérées comme des éléments constants de la communauté « fouling ».

L'analyse d'une brève série temporelle montre que la discontinuité entre les deux peuplements est indépendante des événements saisonniers ; par conséquent, le gradient responsable de cette séparation, a constamment une action critique et efficace au niveau de la discontinuité même. Le complexe-gradient est interprété comme une variation quantitative et qualitative des mouvements de l'eau.

## Introduzione

Il presente lavoro fa parte di una serie di ricerche sulla zonazione del benthos di substrato duro lungo un transetto condotto dall'esterno all'interno del Porto d'Ischia (Golfo di Napoli), che si svolgono da oltre 5 anni nell'ambito del Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, Subprogetto « Risorse biologiche ».

L'ipotesi di partenza è che il principale responsabile delle differenze cenotiche rilevabili lungo il transetto sia il gradiente idrodinamico, inteso come variazione quali-quantitativa dei movimenti dell'acqua e dei parametri ad essa correlati (diluizione, trasporto, sedimentazione, ecc.).

L'analisi del comportamento delle più importanti taxocenosi, giunta quasi al suo termine (Chimenz *et al.*, 1981 a; Chimenz *et al.*, 1981 b; Cinelli *et al.*, 1976; Fresi *et al.*, 1981; Fresi *et al.*, a, in stampa; Fresi *et al.*, b, in stampa; Fresi e Maggiore, in stampa; Idato *et al.*, 1980; Idato *et al.*, 1981; Scipione *et al.*, 1981; Scipione *et al.*, 1982;

\* Lavoro eseguito con il contributo del CNR, Programma Finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini », Sub-progetto « Risorse biologiche ».

Mazzella *et al.*, 1978) ha finora confermato questa ipotesi : pur seguendo modalità differenti (Scipione *et al.*, 1982) i vari gruppi presentano infatti lungo il gradiente in esame una forte polarizzazione strutturale, persistente nel tempo, che porta all'identificazione di un popolamento originale « interno », separato da quello « esterno » da una zona di instabilità o ecotone.

Lo studio della frazione ad Ascidiacei, che è oggetto di questa nota, può formire ulteriori conferme o chiarimenti alle conclusioni fin qui raggiunte.

Gli Ascidiacei costituiscono un gruppo molto importante, in particolare in ambienti portuali. In Italia gli Ascidiacei portuali sono stati studiati soprattutto dal punto di vista della loro incidenza nel cosiddetto « fouling ». Le metodiche usate sono perciò quelle generalmente indicate per questo particolare tipo di ricerca (ad es., area standard di 600 cm<sup>2</sup>, tempi di esposizione da un mese ad un anno, presa in considerazione delle sole specie più vistose o più abbondanti). Ciò comporta difficoltà nel confronto tra la fauna del « fouling » e quella installata su substrati artificiali o naturali, in posto da molti anni. Tenteremo ugualmente una sintesi delle nostre conoscenze su questo argomento.

Hutchins (1952) cita 116 specie di Ascidiacei tra gli organismi del « fouling » presenti su boe, mine, chiglie di natanti e simili, in tutto il globo.

Per i porti europei, Millar (1968) elenca 21 specie. Limitandoci alla fauna dei porti mediterranei possiamo ricavare, dalle liste dei vari autori, la presenza costante di un numero ristretto di specie : *Ciona intestinalis*, *Clavelina lepadiformis*, *Ascidia aspersa*, *Styela plicata*, *Styela partita*, *Botryllus schlosseri*, *Botrylloides leachi*, *Diplosoma listerianum*; a queste possono aggiungersi altre specie, secondo il numero e tipo delle stazioni esaminate, la profondità, ecc.

Su pannelli di eternit immersi nel porto di Genova, Montanari e Relini (1970) registrano 7 specie : *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri*, *Botrylloides leachi*, *Diplosoma gelatinosum* (= *D. listerianum*) *Styela plicata*, *S. partita*, *Ascidia scabra*. (= *A. aspersa*). I medesimi Autori (1975) ritrovano le stesse specie in altri porti della Liguria. Considerando altre strutture sommerse, aumenta il numero delle specie presenti, mentre le più abbondanti sono sempre *Ciona*, *Botryllus* e *Diplosoma*.

A Civitavecchia, tra le 12 specie registrate (sempre su pannelli) le più numerose sono *Ascidia aspersa*, *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri*, *Diplosoma listerianum*, *Didemnum canum*, *Styela partita* e *S. plicata* (Taramelli e Chimenz, 1976).

A Palermo, Riggio (1979) elenca 11 specie : tra queste, le più abbondanti sono *Ciona*, *Botryllus* e *Diplosoma*.

Tra le 10 specie registrate da Tursi *et al.* (1976) nel mar Piccolo di Taranto (*Ciona*, *Diplosoma*, *Botryllus*, *Clavelina*, *Ascidia aspersa*, *Ascidia mentula*, *Styela plicata*, *S. partita*, *Microcosmus savignyi*, *Pyura dura*) le più importanti sono *Ciona*, *Ascidia*, *Styela partita* e *S. plicata* (oltre a *Microcosmus* nella st. 1).

Nel porto di Brindisi, gli stessi Aa. (1. cit.) trovano solo 5 specie : *Ciona*, *Diplosoma*, *Botryllus*, *Styela plicata* e *S. partita*.

Nel porto di Manfredonia Gherardi et al. (1974) trovano *Ciona*, *Ascidia aspersa*, *Styela plicata*, *S. partita*, *Microcosmus savignyi*, *Botryllus schlosseri*, *Polycarpa gracilis*, *Molgula manhattensis*.

A Venezia, nel porto-canale di Malamocco, Franco (1964) registra *Diplosoma*, *Botryllus*, *Ciona*, *Styela partita*, *Molgula manhattensis*.

Per Rovigno, Zadovnik e Igic (1968) riportano *Diplosoma*, *Ascidia aspersa*, *Styela partita*, *Botryllus*, *Polycarpa gracilis* e *Polycarpa pomaria*.

Infine, nel porto di Haifa, Kimor e Pisanty (1965) trovano *Styela partita*, *Ascidia virginea*, *Botryllus schlosseri*, *Botrylloides leachi*, *Didemnum candidum*. Per quanto riguarda substrati artificiali portuali diversi dai pannelli, Ardizzone et al. (1977, a) registrano 5 specie su una banchina messa in opera da due anni in vicinanza dell'imboccatura del porto di Civitavecchia : *Phallusia mamillata*, *Styela plicata*, *Botryllus schlosseri*, *Microcosmus* sp. e *Didemnidae*. Su vecchie banchine del porto di Palermo, Ardizzone et al. (1977 b) trovano *Diplosoma listerianum*, *Aplidium* sp., *Botrylloides leachi*, *Ciona intestinalis*, *Styela plicata*, *S. partita*, *Pyura microcosmus*.

Per il Vecchio Porto di Marsiglia, Leung Tack Kit (1971) cita, oltre alle specie costanti sui pannelli precedentemente elencate, *Trididemnum cereum*, presente soltanto sulla banchina situata presso l'avamporto.

Passando in rassegna la fauna ascidiologica di strutture artificiali immerse in acque aperte, si rileva la presenza di specie diverse da quelle portuali : ad es., ancora Leung Tack Kit (1975 a) trova al largo di Nizza 13 specie, tra le quali le più abbondanti sono *Distomus variolosus*, *Ascidia mentula* e *Microcosmus vulgaris*; *Styela partita*, *S. plicata* e *Ciona intestinalis* sono molto più rare.

Su substrati naturali del Golfo di Marsiglia, questo Autore (1975 b) cita 7 specie : *Ascidia conchilega*, *A. mentula*, *Microcosmus sabatieri*, *M. vulgaris*, *Pyura squamulosa*, *P. microcosmus*, *Diplosoma listerianum* (che è la sola specie presente alla st. 1, la più prossima all'emisfero di Cortiou).

Molto più ricca è la fauna ascidiologica ritrovata su fondi rocciosi della regione di Banyuls-sur-Mer da Medioni (1970) e di Glenan da Lafargue (1970). La fauna ad Ascidiacei della regione del golfo di Napoli è stata oggetto di uno studio di Salfi (1931).

## MATERIALI E METODI

Il campionamento è stato effettuato nel Porto d'Ischia, un bacino naturale di origine vulcanica a forma vagamente circolare, comunicante col mare attraverso uno stretto passaggio artificiale, protetto da una diga di sovraflutto.

Il porto è quasi interamente banchinato; di fronte all'entrata, a 75 m dalla banchina di SW, emerge isolato un basamento cilindrico, detto flussometro. La profondità media del porto è di 5 m, con un massimo di 11 m nella zona centrale.

Sono state prescelte 5 stazioni, tutte esposte a Sud, lungo un gradiente esterno- interno del porto (fig. 1). La st. 1 è costituita da una roccia naturale, emergente da un fondale di 2 m; la st. 2 si trova sui massi rocciosi della scogliera frangiflutti, su un fondo di 2.5 m; le st. 3 e 4 sono banchine in cemento; il fondo si trova rispettivamente a - 3.5 e - 4 m; la st. 5, infine, è posta sulla parete verticale del flussometro, su un fondo di 1,2 m.

Il campionamento, effettuato in immersione mediante grattaggio totale di un' area di 400 cm<sup>2</sup>, è stato ripetuto nel febbraio e nel luglio dell' anno 1976. In ciascuna stazione è stato eseguito un transetto verticale, a partire dallo zero biologico fino alla massima profondità esistente, ad intervalli di 50 cm dallo zero ad un metro di profondità, e di 100 cm oltre il metro (per ulteriori dettagli si vedano Cinelli et al., 1976; Chimenz et al., 1981 a; Scipione et al., 1982).

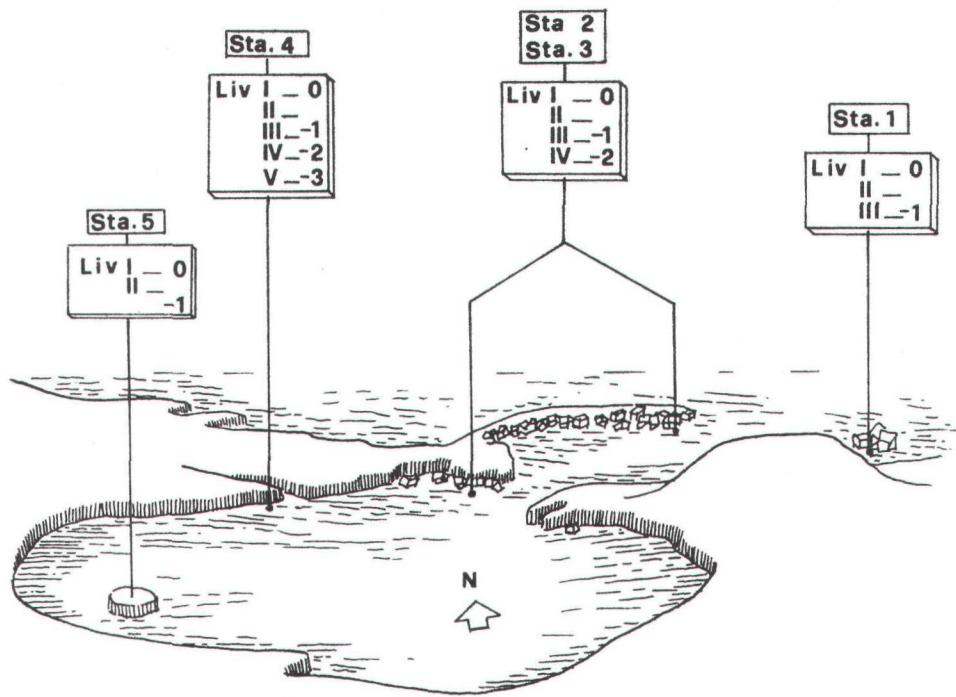


FIG. 1

Ubicazione delle stazioni nel porto d'Ischia; nei riquadri sono indicati i livelli di campionamento (da Scipione et al., 1982).

Le osservazioni sono state codificate secondo lo schema : numero della stazione- tempo del prelievo (febbraio o luglio) — livello. Ad es., 1F2 indica il prelievo effettuato al 2° livello della stazione 1 in febbraio.

Di tutte le specie identificate sono state calcolate le aree di ricoprimento individuale percentuale (Ri %); il numero di individui è stato determinato solo per le specie isolate (tra le quali, per motivi pratici, è stata inclusa anche *Perophora viridis*).

Per l'analisi delle serie storiche, descritte dalla matrice tridimensionale [Sp X St X T], si è usata la scomposizione (suggerita da Benzecri, 1980) in [Sp X T] X St (matrice delle « storie ») e in [St X T] X Sp (matrice degli « stati »). Esempi dell'utilizzazione di queste tecniche nell'analisi di serie storiche di comunità biologiche sono riportati da Fresi e Gambi (n stampa).

I dati così codificati sono stati sottoposti ad analisi multidimensionale. La tecnica prescelta è stata l'analisi RQ (Hatheway, 1971), nota anche come Reciprocal Averaging (Hill, 1973). Com'è noto, questo tipo di tecnica ha il vantaggio di consentire la proiezione contemporanea dei punti-variabile e dei punti-osservazione, i cui spazi sono stati opportunamente resi isomorfici, nello stesso piano fattoriale. La prossimità dei punti-specie e dei punti-osservazione descrive interazioni reali, quantificate da un coefficiente di correlazione.

## RISULTATI

### Analisi descrittiva

Sono stati registrati in totale 12 specie appartenenti a 11 generi e 7 famiglie (tab. 1 e 2).

TABELLA 1

Elenco delle specie registrate nei 35 campioni, con i relativi simboli usati nelle tabelle e figure.

	Stazioni					
	1	2	3	4	5	
Clavelinidae						
<i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller, 1776)			+	+		Cl
Didemnidae						
<i>Trididemnum cereum</i> (Giard, 1872)	+	+	+	+	+	T
<i>Diplosoma listerianum</i> (Milne-Edwards, 1841)	+	+	+	+	+	D
Cionidae						
<i>Ciona intestinalis</i> (Linneo, 1767)			+	+	+	C
Perophoridae						
<i>Perophora viridis</i> (Verrill, 1871)	+	+	+	+		Pe
Asciidiidae						
<i>Ascidia aspersa</i> (Müller, 1776)	+		+	+		A
Styelidae						
<i>Styela plicata</i> Lesueur, 1823				+	+	Sp
<i>Styela partita</i> (Stimpson, 1852)	+	+	+	+	+	St
<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1776)	+	+	+	+	+	B
<i>Botrylloides leachi</i> (Savigny, 1816)	+	+		+		Bo
Pyuridae						
<i>Microcosmus claudicans</i> (Savigny, 1816)	+	+		+		M
<i>Pyura microcosmus</i> (Savigny, 1816)	+	+				Py
total specie	9	8	8	11	7	

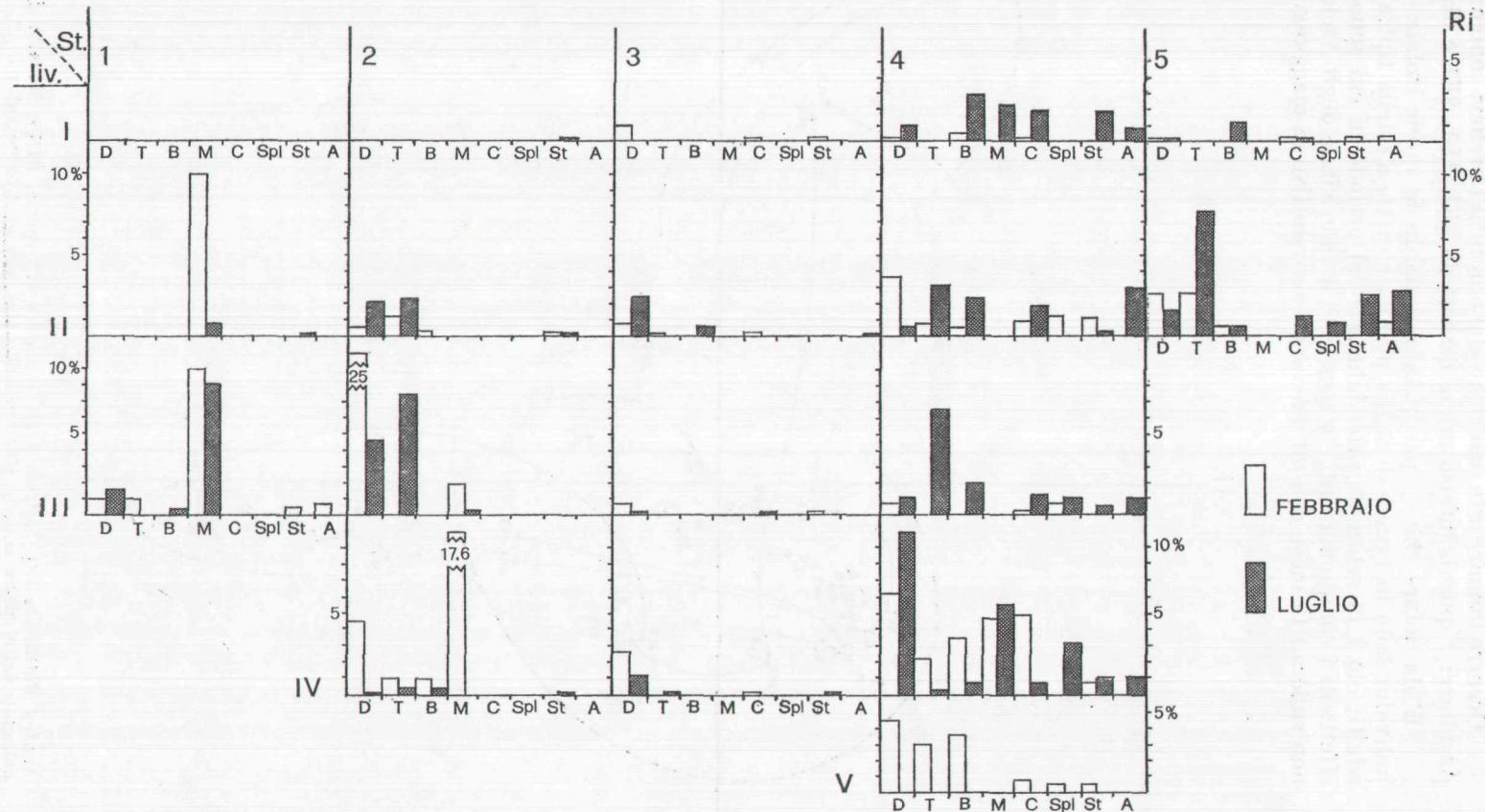
TABELLA 2

Ricoprimento individuale percentuale (Ri %) delle 12 specie registrate nei 35 campioni (1F1, 1L1, 2F1 e 3L1 sono privi di Ascidiacei). Per le specie isolate è stato inoltre indicato, in carattere grosso, a sinistra della relativa colonna, il numero di individui.

C	D	T	B	Bo	C	Cl	Pe	M	Py	Spl	St	A
1F1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1L1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2F1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2L1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3F1	1,01	—	—	—	2	0,03	—	—	—	—	3 0,2	—
3L1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 0,03	—
4F1	0,01	—	0,475	—	3	0,06	—	—	—	—	—	—
4L1	1	—	2,9	—	25	2	—	—	—	—	18 1,7	—
5F1	0,035	—	—	—	5	0,2	—	—	—	—	6 0,235	—
5L1	0,087	—	1,13	—	2	0,06	—	—	—	—	—	—
1F2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1L2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 0,075	—
2F2	0,5	1,31	0,25	0,06	—	—	—	—	—	—	1 0,04	—
2L2	2,17	3,29	—	—	1	0,04	—	—	—	—	1 0,075	—
3F2	0,82	0,25	—	—	—	—	4 0,2	—	—	—	—	—
3L2	2,5	—	0,56	—	—	—	—	—	—	—	—	1 0,3
4F2	3,75	0,937	0,375	—	12	1	2 0,12	—	—	—	—	—
4L2	0,43	3,167	2,312	0,312	23	2	—	3 0,03	—	—	—	10 3
5F2	2,5	2,625	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	1 0,9
5L2	1,562	7,75	0,512	—	18	1,3	—	—	—	—	7 2,7	10 2,5
1F3	1,075	0,99	—	0,01	—	—	—	5 0,05	9 9	—	1 0,5	3 0,5
1L3	1,5	—	0,25	—	—	—	—	—	2 8	—	—	—
2F3	25,75	—	—	—	—	—	—	—	6 2,1	—	—	—
2L3	4,56	7,34	—	—	—	—	—	14 0,14	1 0,22	—	1 0,03	—
3F3	0,5	—	—	—	—	—	4 0,2	—	—	—	—	—
3L3	0,25	—	—	—	1	0,03	—	—	—	—	—	—
4F3	0,875	—	0,06	—	4	0,3	4 0,12	—	—	—	1 0,9	2 0,15
4L3	1,182	6,562	2,062	—	19	1,42	—	—	—	—	1 1,1	6 0,5
2F4	4,45	0,9	—	—	—	—	—	—	38 17,6	—	—	—
2L4	0,12	0,37	—	—	—	—	—	—	—	—	2 0,15	—
3F4	2,58	—	—	—	3	0,1	6 0,3	—	—	—	—	—
3L4	1,16	0,02	—	—	—	—	5 0,15	3 0,03	—	—	1 0,12	—
4F4	6,275	2,265	3,61	0,125	28	5	32 1	—	—	3 4,9	11 0,87	2 0,1
4L4	9,952	0,285	0,85	—	8	0,7	1 0,06	—	—	1 5,75	5 3,2	9 1
4F5	4,625	3,187	3,5	—	8	0,85	20 0,6	—	—	—	3 0,65	4 0,3

FIG. 2

Ripartizione delle 8 principali specie di Ascidiacei lungo il transetto orizzontale e per livello batimetrico.



Occorre innanzitutto osservare che non tutti i prelievi contenevano Ascidiacei: questi, infatti, erano assenti da 1F1, 1L1, 2F1 e 3L1.

E' da notare che — per quanto riguarda le specie isolate — gli individui sono in genere di taglia piccola rispetto a quella tipica degli adulti; ciò è in relazione probabilmente col periodo in cui sono stati effettuati i campionamenti. In generale, il ciclo vitale degli Ascidiacei non supera i 12 mesi, con un maximum riproduttivo in maggio-giugno.

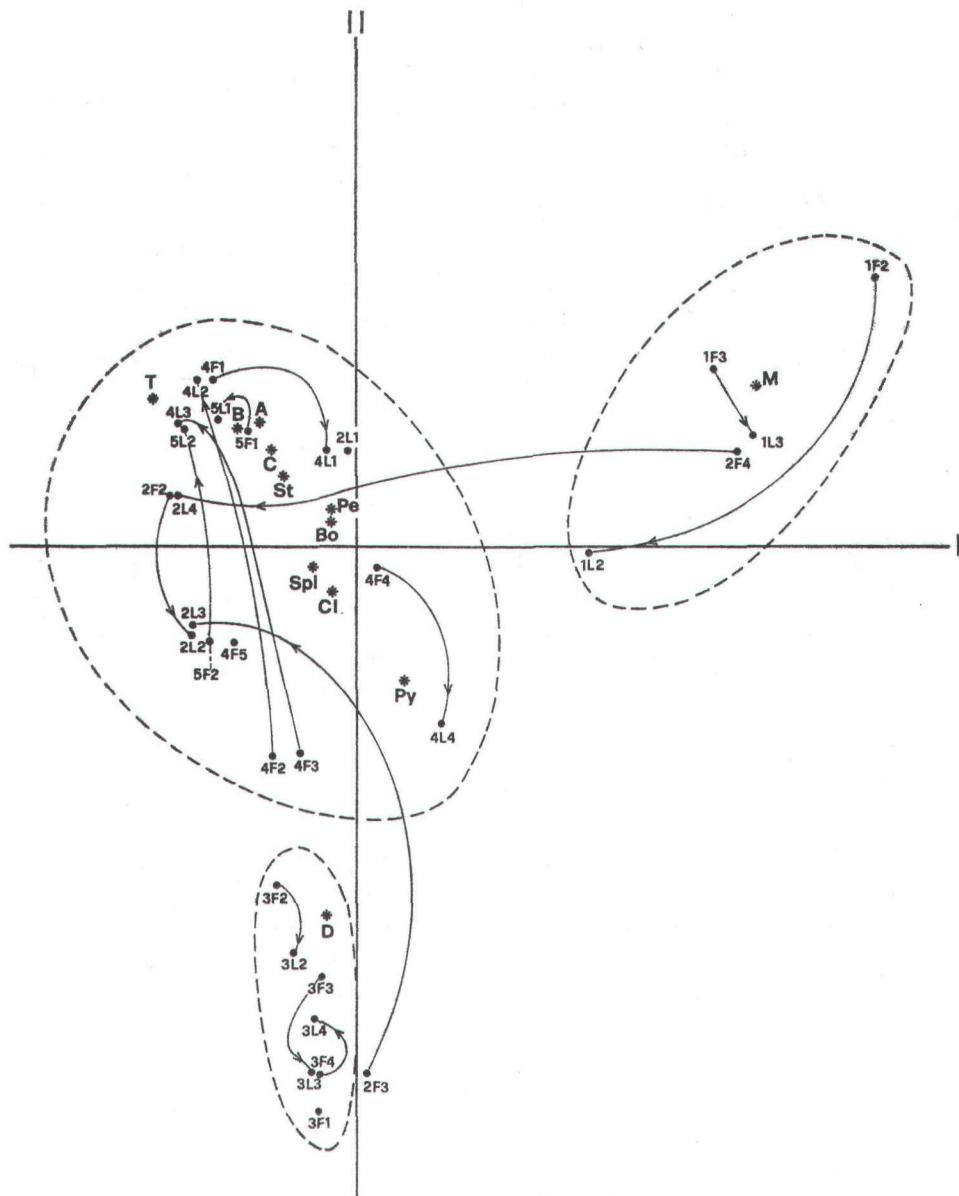


FIG. 3

Analisi Fattoriale RQ. Matrice degli « stati » (12 specie, Ri%). Modello di ordinamento delle specie e delle stazioni nel piano del primi due fattori.

Perciò gli individui del prelievo di febbraio sono giovani non ancora maturi, mentre quelli di luglio sono i giovani della generazione successiva, essendo nel frattempo già morti i riproduttori. Per gli Ascidiacei coloniali non si notano nette differenze stagionali: ciò è da attribuire probabilmente al fatto che la temperatura invernale nel

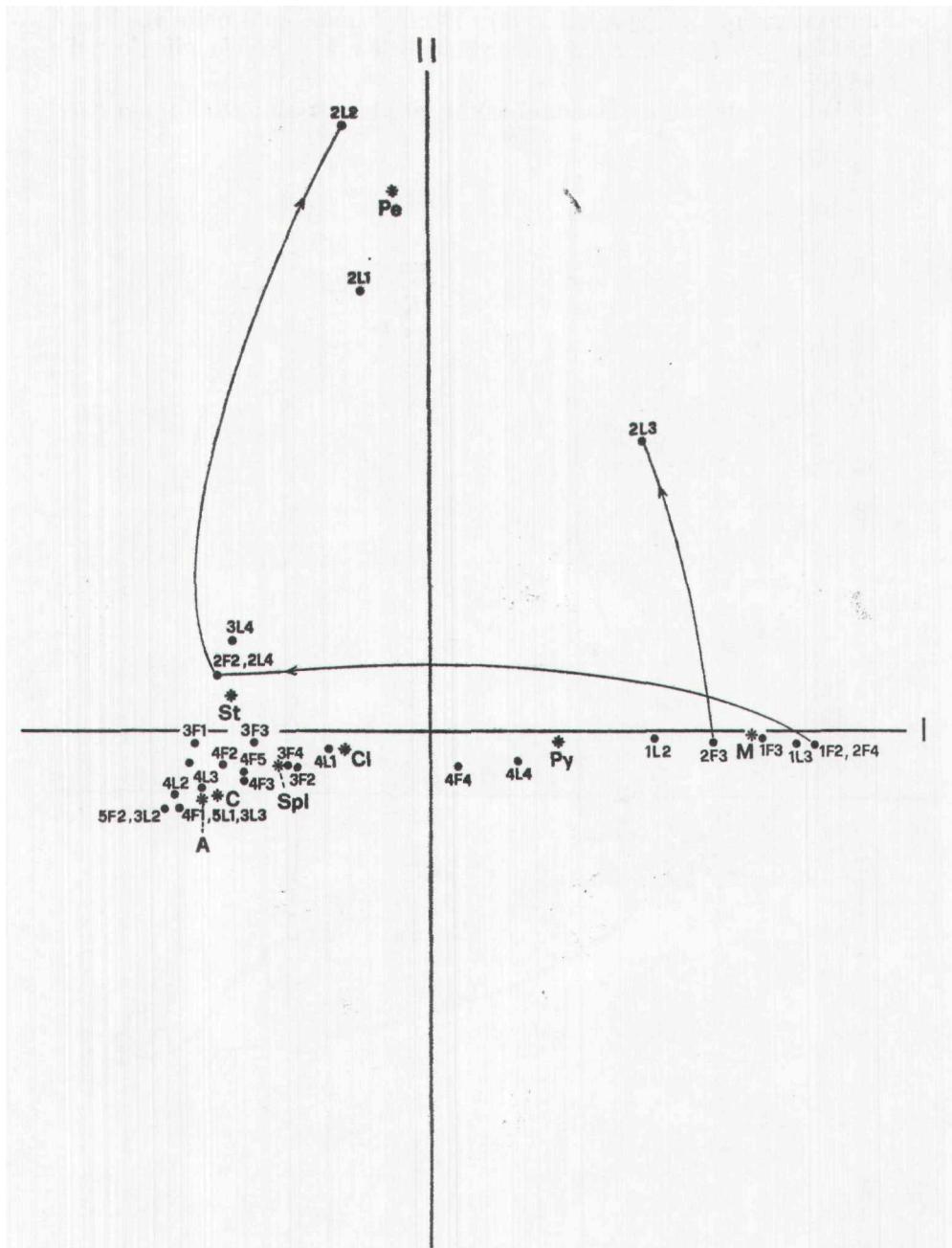


FIG. 4

Analisi Fattoriale RQ. Matrice degli « stati » (8 specie isolate, Ri %). Modello di ordinamento delle specie e delle stazioni nel piano dei primi due fattori.

porto di Ischia non scende al di sotto dei 13° (dati inediti), e perciò la riproduzione non subisce interruzione.

La stazione 4 risulta la più ricca di specie (11), mentre la 5 è la più povera (7 specie).

Nell'insieme, quasi tutte le specie si trovano in tutte le stazioni. Fanno eccezione tre specie: *Pyura microcosmus*, solo nelle stazioni 1 e 2, *Clavelina lepadiformis* nelle stazioni 3 e 4, e *Styela plicata* nelle stazioni 4 e 5.

Due specie sono abbondantissime ed ubiquitarie; *Diplosoma liste-*

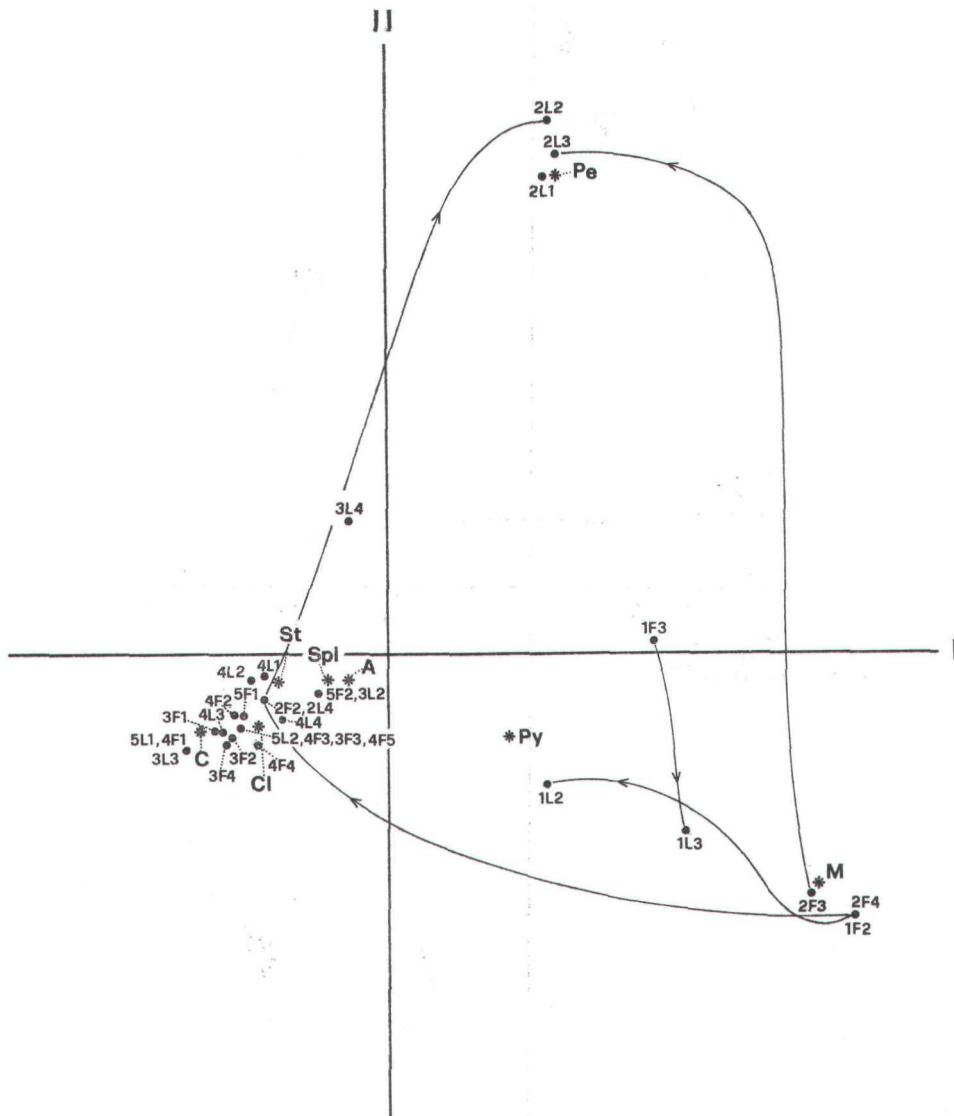


FIG. 5

Analisi Fattoriale RQ. Matrice degli « stati » (8 specie isolate, N° individui). Modello di ordinamento delle specie e delle stazioni nel piano dei primi due fattori.

*rianum* e *Trididemnum cereum*; mentre altre 2 sono presenti in tutte le stazioni, ma con abbondanze minori (*Botryllus schlosseri* e *Styela partita*).

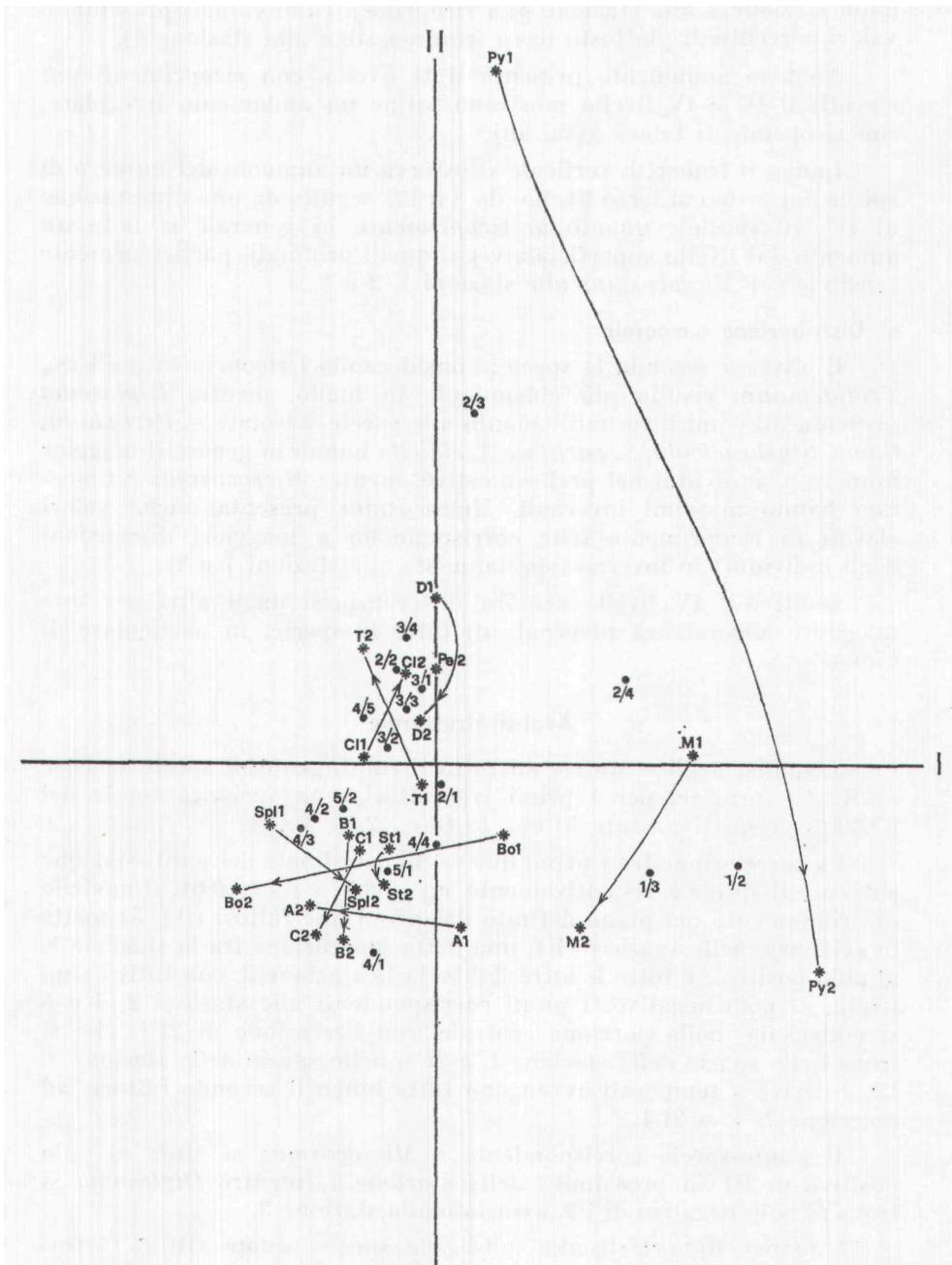


FIG. 6

Analisi Fattoriale RQ. Matrice delle « storie » (12 specie, Ri %). Modello di ordinamento delle specie e delle stazioni nel piano dei primi due fattori. Ogni coppia di numeri indica la stazione e il livello; ad es. 1/2 significa stazione 1 al livello 2; il simbolo delle specie è seguito dal numero 1 (che indica febbraio) o 2 (luglio).

**a) Distribuzione spaziale (fig 2).**

Procedendo lungo il transetto orizzontale, dall'esterno all'interno del porto, si osserva al 1 livello un aumento del numero di specie dalla stazione 1 alla stazione 4; i ricoprimenti individuali presentano valori percentuali piuttosto bassi (con massimo alla stazione 4).

Analogo andamento presenta il II livello, con ricoprimenti più elevati; il III e IV livello mostrano infine un andamento irregolare, con ricoprimenti talora assai alti.

Lungo il transetto verticale si osserva un aumento del numero di specie dal primo al terzo livello (da 8 a 12) seguito da una diminuzione al IV (10 specie); quanto ai ricoprimenti, in generale si nota un aumento dal livello superficiale verso quelli profondi, particolarmente sensibile per *Microcosmus* alle stazioni 1, 2 e 4.

**a) Distribuzione temporale**

E' diversa seconda le specie; considerando i ricoprimenti, ad es., *Trididemnum* risulta più abbondante in luglio, mentre *Diplosoma* presenta massimi invernali. Quanto alle specie « isolate », *Perophora*, *Ciona*, *Styela plicata*, *S. partita* e *Ascidia* hanno in genere il maggior numero di individui nel prelievo estivo, mentre *Microcosmus* e *Clavelina* hanno massimi invernali. *Microcosmus* presenta anche valori elevati di ricoprimento (che corrispondono a maggiori dimensioni degli individui) in inverno (specialmente alle stazioni 1 e 2).

Inoltre, il IV livello sembra differenziarsi dagli altri per una maggiore abbondanza invernale di tutte le specie, in particolare di *Ciona*.

**Analisi strutturale**

L'analisi degli « stati » su tutto il contingente di specie in base al  $R_i \%$  fornisce, per i primi tre fattori, una varianza totale del 63,09 % (rispettivamente 31,08; 19,48 e 12,53 %).

La correlazione tra i primi due set di coordinate dei punti-stazione e dei punti-specie è, rispettivamente,  $r_1 = 0,77$  e  $r_{22} = 0,61$ . Il modello di ordinamento nel piano definito dai primi due fattori (fig. 3) mette in evidenza, nello spazio di F1, una netta separazione tra la stazione 1, al polo positivo, e tutte le altre. F2 isola la stazione 3, con tutti i suoi livelli, al polo negativo. I punti corrispondenti alle stazioni 2, 4 e 5 si addensano nella porzione centrale, con l'eccezione di 2F4, che si trova nello spazio della stazione 1, e 2F3, nello spazio della stazione 3. Le « derive » temporali avvengono tutte lungo il secondo fattore, ad eccezione 2F4  $\rightarrow$  2L4.

Il punto-specie corrispondente a *Microcosmus* si situa al polo positivo di F1 in prossimità della stazione 1, mentre *Diplosoma* si trova al polo negativo di F2, associato alla stazione 3.

L'analisi RQ, effettuata sulle sole specie isolate ( $R_i \%$ )\* for-

\* Lo scopo di queste analisi era sia di riverificare l'effetto di una differente codifica dei dati sui modelli di ordinamento, sia di studiare gli Ascidiacei isolati (che nel Porto d'Ischia rappresentano la porzione principale del popolamento) quali « descrittori efficaci » del comportamento della comunità nel suo insieme (efr. Gambi et al., in stampa).

nisce per i primi tre fattori una varianza totale del 65,94 % (rispettivamente 30,04; 20,77; 15,13 %). La correlazione tra i primi due set di coordinate dei punti-stazione e dei punti-specie è, rispettivamente,  $r_{1,1} = 0,85$  e  $r_{2,2} = 0,70$ . Il modello di ordinamento (fig. 4) nel piano definito dai primi due fattori mostra, lungo F1, una netta polarizzazione positiva della stazione 1 rispetto alle stazioni 3, 4 e 5. I rilievi estivi dei primi tre livelli della stazione 2 giacciono verso il polo positivo di F2. Le principali « derive » si verificano per la stazione 2 (eccetto 2F4 → 2L4) nello spazio del secondo fattore.

Analoga polarizzazione si ha per i punti-specie : nello spazio della stazione 1, al polo positivo di F1, giace *Microcosmus*, mentre al polo positivo di F2, associata a 2L1 e 2L2, si trova *Perophora*. *Ciona*, *Ascidia*, *Clavelina* e le due *Styela* sono situate nella nube comprendente quasi tutti i punti relativi alle stazioni 3, 4 e 5.

La medesima analisi, condotta invece a partire dal numero di individui, fornisce per i primi tre fattori una varianza totale del 76,03 % (31,81; 28,6; 15,61 %). La correlazione tra i primi due set di coordinate dei punti-stazione e dei punti-specie è, rispettivamente,  $r_{1,1} = 0,91$  e  $r_{2,2} = 0,87$ . Il modello di ordinamento (fig. 5) mette ancora una volta in evidenza la polarizzazione in F1 della stazione 1 rispetto alle stazioni 3, 4 e 5. In questo caso anche la maggior parte dei punti relativi alla stazione 2 mostrano saturazioni positive in F1. F2 isola i rilievi estivi dei primi tre livelli della stazione 2 al polo positivo e quasi tutti quelli della stazione 1 al polo negativo. Da notare le derive » di 1F2 → 1L2 e 2F4 → 2L4 lungo il primo fattore e di 1F3 → 1 L3 e 2F2 → 2L2 lungo il secondo.

Quanto ai punti-specie, *Perophora* si trova al polo positivo di F2 (rilievi estivi dei primi tre livelli della stazione 2) e *Microcosmus* al polo negativo, in corrispondenza dei rilievi invernali della stazione 1 e 2. Come si vede, i due modelli sono relativamente simili, con l'eccezione che, in quello ottenuto a partire dal Ri %, il quarto livello della stazione 4 si separa dalle stazioni interne. Gli altri punti-specie, con l'eccezione di *Pyura*, mostrano una saturazione negativa in F1, con un massimo per *Ciona*.

L'analisi della matrice delle « storie », che descrive l'andamento temporale delle variabili nelle singole stazioni, fornisce il modello presentato in fig. 6. L'ordinamento, nel piano dei primi due fattori, che spiegano, rispettivamente, il 27,4 % e il 15,23 % della varianza totale ( $r_{1,1} = 0,68$ ;  $r_{2,2} = 0,50$ ), mostra la consueta polarizzazione positiva di 1/2, 1/3 e 2/4 in F1. Nella porzione negativa di questo fattore, pur se con deboli saturazioni, giacciono i punti relativi alle restanti stazioni. La sola eccentricità di rilievo è data dall'osservazione 2/3, che mostra una debole saturazione positiva in F1 e una polarizzazione nello spazio positivo di F2. Quanto ai punti-specie, si osserva che le derive stagionali di *Microcosmus* awengono esclusivamente nella porzione positiva di F1, mentre quelle delle restanti specie si svolgono interamente nella porzione negativa, con le poco significative eccezioni di *Botryllus* (inverno) e *Ascidia* (inverno).

La traiettoria più ampia viene descritta da *Pyura*, che nel periodo invernale è fortemente eccentrica in F2, mentre in quello estivo è prossima a 1/2 e 1/3. Si noti infine che le traiettorie sono general-

mente orientate nel senso di F2 (fanno eccezione *Botryllus* e *Ascidia*). Ciò concorda con quanto osservato nel modello ottenuto dall'analisi delle matrici degli « stati » (fig. 3).

## DISCUSSIONE

I modelli descritti nel paragrafo precedente condividono un medesimo carattere : la suddivisione del popolamento ad Ascidiacei in due entità cenotiche ben distinte e separate da una netta discontinuità. L'unità esterna al porto (st. 1), che si configura relativamente omogenea in tutti i suoi livelli batimetrici (si rammenti tuttavia che non sono stati rinvenuti Ascidiacei in 1/1), è caratterizzata soprattutto da un popolamento a bassa diversità ed equitabilità con l'eccezione di 1L2 (tab. 3), a causa della rimarchevole dominanza di *Microcosmus claudicans*, che ricorre, per altro, in combinazione con *Pyura microcosmus*.

TABELLA 3

Numero di specie, ricoprimento totale percentuale e indici di diversità (secondo Shannon-Weaver).

Campione	Nº sp	Rtot%	H'	Hmax
2L1	3	0,55	1,32217	1,58496
3F1	3	1,07	0,367735	1,58496
4F1	3	0,545	0,629139	1,58496
4L1	7	9,64	2,47426	2,80735
5F1	4	0,65	1,79381	2
5L1	3	1,277	0,627445	1,58496
1F2	1	10	0	0
1L2	3	1,275	1,24497	1,58496
2F2	5	2,16	1,53646	2,32192
2L2	4	5,785	1,27083	2
3F2	4	1,31	1,44763	2
3L2	3	3,36	1,05938	1,58496
4F2	7	8,532	2,30176	2,80735
4L2	8	11,491	2,38031	3
5F2	4	6,525	1,73695	2
5L2	7	17,224	2,31031	2,80735
1F3	7	11,925	1,28463	2,80735
1L3	4	10,35	1,05897	2
2F3	3	29,55	0,681138	1,58496
2L3	4	12,26	1,15156	2
3F3	3	0,73	1,07494	1,58496
3L3	2	0,28	0,491235	1
4F3	6	2,405	2,03424	2,58496
4L3	7	13,826	2,29805	2,80735
2F4	3	22,95	0,935772	1,58496
2L4	3	0,64	1,40042	1,58496
3F4	3	2,98	0,677816	1,58496
3L4	5	1,48	1,10199	2,32192
4F4	9	24,145	2,60786	3,16992
4L4	9	22,797	2,2494	3,16992
4F5	7	13,712	2,29636	2,80735

Le restanti stazioni (con tutti i loro livelli) appartengono indubbiamente al medesimo complesso cenotico « interno ».

Questo è caratterizzato da una fauna ascidiologica alquanto più ricca che nel precedente e, soprattutto nel caso della stazione 4, anche assai più diversa in termini di  $H'$  (tab. 3). Da questo insieme, piuttosto omogeneo, si distacca il solo quarto livello della stazione 2 (osservazione di febbraio), che va a collocarsi nello spazio del popolamento esterno. Si rileva inoltre che un cenocline secondario (fig. 3) separa nettamente dal complesso interno la stazione 3, con tutti i suoi livelli e repliche, nonché il campione 2F3.

Questa eccentricità si spiega facilmente sulla base del fatto che la stazione 3 presenta in tutti i suoi livelli una diversità assai bassa, dovuta tanto ad un popolamento quasi sempre paucispecifico, quanto alla dominanza pressoché costante di *Diplosoma listerianum*. Analogi discorsi può essere fatto per l'osservazione 2F3.

Per quanto riguarda la stazione 2F4, la saturazione positiva è spiegata principalmente dalla bassa diversità e dalla forte dominanza di *Microcosmus claudicans*.

L'analisi della matrice delle storie consente di interpretare la deriva temporale delle stazioni alla luce delle fluttuazioni delle specie, collocando i punti-stazione stessi in un punto « medio » della loro evoluzione stagionale. Si conferma in tal modo l'omogeneità interna dei due popolamenti (viene infatti ad attenuarsi, se non a scomparire, la separazione della stazione 3 dal complesso interno, evidentemente determinata dalla forte fluttuazione di abbondanza di *Diplosoma listerianum*) e si rivela la sostanziale « fedeltà » delle specie: da una parte di *Microcosmus claudicans* al popolamento esterno, dall'altra di *Trididemnum*, *Botryllus*, *Ciona* e *Styela partita* in particolare a quello interno. In effetti, le derive stagionali di queste specie sono piuttosto modeste e si sviluppano all'interno dei rispettivi poli in cui l'ascidiofauna appare suddivisa.

Fa eccezione il caso di *Pyura*, che mostra una deriva stagionale importante (fig. 6). Pur trovandosi il più sovente associata a *Microcosmus* (e quindi parte del popolamento esterno), questa specie ha un massimo di abbondanza in 2F3, dove però ricorre in combinazione con un alto ricoprimento di *Diplosoma*. Quest'ultimo, tuttavia, fa parte del popolamento interno, come dimostra il fatto che la sua deriva temporale si sviluppa interamente nell'ambito delle stazioni 3 e 4.

La collocazione di *Pyura* nel presente modello appare dunque incerta, anche se si può provvisoriamente assegnare (visto che la sua variazione stagionale avviene interamente nello spazio positivo di F1) al popolamento « esterno ».

Quanto alle altre specie, esse sembrano giocare un ruolo più modesto (si veda il loro ordinamento centrale, prossimo all'origine degli assi) nella caratterizzazione biocenotica dei due popolamenti.

Quanto appena discusso, in particolare per quanto concerne il comportamento delle singole specie, sembra concordare assai bene con ciò che si ricava dalla letteratura. In effetti, è noto che *Diplosoma Usterianum*, *Botryllus schlosseri*, *Styela partita* e *Ciona intestinalis* in particolare (ma anche *Styela plicata* e *Clavelina lepadiformis*) sono specie euriterme ed eurialine, adattate a una gran varietà di ambienti,

inclusi porti e lagune, dove anzi sono talvolta assai abbondanti (Brunetti e Menin, 1977; Tursi, 1980). Questo gruppo di specie è anche citato, come abbiamo già detto, quale tipico del « fouling » portuale.

*Microcosmus claudicans*, *Pyura microcosmus* e *Perophora viridis* sembrano invece più frequenti su coste aperte (Lafargue, 1970).

Per *Trididemnum cereum*, infine, i dati in letteratura sono meno chiari, in quanto viene riportato come preferenziale delle zone battute dei livelli superficiali fino a 2 metri di profondità, ma lo si ritrova anche a livelli più profondi e in zone riparate (Lafargue, 1968). Secondo Tursi (1980) vive anche in acque lagunari.

## CONCLUSIONI

Il popolamento ad Ascidiacei del porto d'Ischia, al pari di altri sintaxa già esaminati, presenta una netta zonazione, talchè si può suddividere in due unità di popolamento ben distinte. Il cenocline si realizza per aggiunta successiva di specie (come nel caso dei Cirripedi : Chimenz *et al.*, 1981 a) e, ma molto più modestante, per sostituzione di specie procedendo dall'esterno all'interno del porto. A tale fenomeno di natura strutturale se ne accompagna un altro, di tipo funzionale, espresso dall'aumento globale dell'abbondanza del sintaxon, che si osserva lungo la medesima direttrice. I due gradienti cenotici sono sintetizzati dall'aumento generalizzato della diversità, osservato lungo il primo fattore di ordinamento (che pertanto è interpretabile come gradiente responsabile della zonazione) : ciò induce a ritenere che l'ambiente interno del Porto d'Ischia sia complessivamente più favorevole di quello esterno per la fauna ad Ascidiacei.

Si osserva altresì che la discontinuità cenotica è persistente nel tempo, indipendentemente cioè dalle fluttuazioni di abbondanza delle singole specie. Si noti come queste ultime si realizzino solo nello spazio del secondo fattore di ordinamento (che pertanto viene interpretato come dimensione temporale), non concorrendo tuttavia a significative variazioni strutturali complessive dei due popolamenti.

Tale discontinuità si situa tra la stazione 1 e la stazione 2, ed è netta, nel senso che non sembra possibile identificare una situazione di transizione. In effetti, la temporanea similitudine tra 2F4 e l'insieme della stazione 1 sembra tradurre più fenomeni di aggregazione locale che una reale instabilità riferibile ad una situazione di ecotone.

E' interessante rilevare come, anche in questo caso (cfr. ad es., coi Briozi, 1981 b), la zonazione verticale intrastazionale è completamente oscurata da quella orizzontale interstazionale.

Non si realizza in sostanza l'omologia dei livelli profondi esterni con quelli superficiali interni, osservata ad es. per i Cirripedi Opercolati.

Da quanto detto, e alla luce di ciò che è noto dalla letteratura, si può ancora una volta ipotizzare che la separazione tra le due unità cenotiche descritte sia sotto il controllo del complesso-gradiante idro-

dinamico esistente dall'esterno all'interno del Porto d'Ischia. In effetti, nella sostanziale omogeneità delle caratteristiche fisico-chemiche dell'acqua, riscontrata nelle stazioni esterne ed interne (Scipione *et al.*, 1982), la causa della zonazione deve essere ricercata soprattutto nella variazione quantitativa e qualitativa (riduzione dello stress meccanico, passaggio da moti prevalentemente oscillatori a moti prevalentemente turbolenti) del movimento dell'acqua, che si instaura lungo il transetto esaminato.

Ci pare di poter dire che anche il popolamento ad Ascidiacei porta una prova ulteriore a favore dell'ipotesi che l'energia ambientale, vista soprattutto in termini idrodinamici, sia un importante, se non il più importante, fattore di zonazione verticale ed orizzontale di comunità bentoniche marine.

### Riassunto

L'esame della zonazione del sintaxon ad Ascidiacei lungo un transetto condotto dall'esterno all'interno del Porto d'Ischia rivela che il popolamento è subdivise in due unità cenotiche ben distinte. La prima, quella esterna, è caratterizzata da una bassa diversità e dalla forte dominanza di *Microcosmus claudicans*. La comunità interna, più ricca quali-quantitativamente della precedente, è caratterizzata da *Trididemnum cereum*, *Botryllus schlosseri*, *Ciona intestinalis*, *Styela partita*, *Diplosoma listerianum*.

Molte di queste specie sono riportate come elementi costanti della comunità « fouling ».

L'analisi di una breve serie temporale mostra che la discontinuità tra i due popolamenti è indipendente da eventi stagionali, per cui il complesso-gradiante, responsabile della separazione, ha costantemente un'azione critica ed efficace a livello della discontinuità stessa. Detto complesso-gradiante viene interpretato quale variazione quantitativa e qualitativa dei movimenti dell'acqua.

### Summary

The zonation of the Ascidian syntaxon along a transect studied from the outside to the inside of the Port of Ischia, is such that two distinct cenotical units can be recognized. The outer one is characterized by a low diversity and the high dominance of *Microcosmus claudicans*. The inner community is quantitatively and qualitatively richer and its typical species are *Trididemnum cereum*, *Botryllus schlosseri*, *Ciona intestinalis*, *Styela partita*, *Diplosoma listerianum*.

Many of these species are reported as constant elements of the « fouling » community.

The analysis of a time series shows that cenotic discontinuity persists independently of the seasonal variations of single species. The complex-gradient responsible for the zonation is therefore considered as constantly critical and effective with the discontinuity.

This gradient is interpreted as a consequence of the quantitative and qualitative variation of water movement along the transect.

### BIBLIOGRAFIA

- ARDIZZONE, G.D., CHIMENTZ, C. e VITALI, P., 1977a. — Le comunità bentoniche di fondi duri del porto di Civitavecchia: struttura ed evoluzione in funzione del substrato. *Atti IX Congr. S.I.B.M., Ischia*, 1977, pp. 139-150.
- ARDIZZONE, G.D., MAZZOLA, A. e RIGGIO, S., 1977b. — Modificazioni nelle comunità incrostanti nel porto di Palermo in relazione a diverse condizioni ambientali. *Atti IX Congr. S.I.B.M., Ischia*, 1977, pp. 151-159.

- BENZÉCRI, J.P. et al. (47 coll.), 1980. — L'analyse des données. II. L'analyse des correspondances. Dunod Ed., Paris, 632 pp.
- BRUNETTI, H. e MENIN, F., 1977. — Ascidiants of the Laguna Veneta II. Distribution and ecological observations. *Boll. Zool.*, 44, pp. 337-352.
- CHIMENZ, C., FRESI, E., PEPE, R., CINELLI, F., MAZZELLA, L. e SCIPIONE, M.B., 1981a. — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Cirripedi Opercolati. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3 (1 suppl.), pp. 493-504.
- CHIMENZ, C., FRESI, E., CINELLI, F., MAZZELLA, L. e DI COSTANZO, S., 1981b. — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Briozoi. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, Vol. 11, fasc. 4, pp. 187-206.
- CINELLI, F., FRESI, E. e MAZZELLA, L., 1976. — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. I. Infralitorale fotofilo (Macrofite ed Isopodi liberi). *Archo. Oceanogr. Limnol.*, 18, suppl. 3, pp. 169-188.
- FRANCO, P., 1964. — Osservazioni sulle comunità fouling nel porto-canale di Malamocco (Laguna Veneta). *La Ricerca Scientifica, Rendiconti B*, 4 (1), ser. 2, pp. 35-44.
- FRESI, E., CHIMENZ, C. e PEPE, R., 1981. — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Cirripedi Opercolati : Analisi Statistico-Matematica. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, Vol. 11, fasc. 5, pp. 207-217.
- FHESI, E., COLOGNOLA, R., GAMBI, M.C., GIANORANDE, A. e SCARDI, M. (in Stampa). — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo : Policheti.
- FRESI, E., COLOGNOLA, R., GAMBI, M.C., GIANGRANDE, A. e SCARDI, M. (in Stampa). — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Policheti. Seconda nota.
- FRESI, E. e GAMBI, M.C. (in stampa). Esperienze di analisi quantitativa di ecosistemi marini. *Atti XIII Congr. S.I.B.M.*, Cefalù, 1981. // *Naturalista Siciliano*.
- FRESI, E. e MAGGIORE, F. (in stampa). — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia : Isopodi.
- GAMBI, M.C., FRESI, E. e GIANGRANDE, A. (in stampa). — Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Atti XIII Congr. S.I.B.M.*, Cefalù, 1981. *Il Naturalista Siciliano*.
- GERARDI, M., LEPORE, E., MUSCIO, A., PADALINO, C. e VITTORIO, F., 1974. — Studio sulle comunità fouling del porto di Manfredonia (FG). *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, 4 (4-5-6), pp. 275-287.
- HATHeway, W.U., 1971. — Contingency-table analysis of Rain Forest vegetation. In : G.P. Patil et Al. (Eds.) : *Statistical Ecology*, Vol. 3, pp. 271-307, London, Penns. State Univ. Press.
- HILL, M.O., 1973. — Reciprocal Averaging : an eigenvector method of ordination. *J. Ecol.*, 61, pp. 237-249.
- HUTCHINS, L.W., 1952. — Species recorded from Fouling. In : *Marine Fouling and its Prevention*, Cap. 10, pp. 165-207. Woods Hole Oceanographic Institution. Annapolis, United States Naval Inst.
- KIMOR (KOMAROVSKY), B. e PISANTY, S., 1965. — Marine fouling organisms and their seasonal incidence in Haifa harbor during 1964-65. *Proc. gen. Fish. Coun. Medit.*, 8, pp. 409-416.
- IDATO, E., CHIMENZ, C., CINELLI, F., FHESI, E., MAZZELLA, L. e SCIPIONE, M.B., 1980. — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. IV. Molluschi. Seconda nota. *Atti Accad. Fisiocritici, Siena*, pp. 201-213.
- IDATO, E., CINELLI, F., FRESI, E., MAZZELLA, L., PONTICELLI, M.P. e SCIPIONE, M.B., 1981. — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo : IV Molluschi. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3 (1 suppl.), pp. 519-533.
- LAFARGUE, F., 1968. — Les peuplements sessiles de l'Archipel de Glénan. II Les Didemniidae. Systématique. Ecologie. *Vie Milieu*, 2 A, pp. 353-446.
- LAFARGUE, F., 1970. — Peuplements sessiles de l'Archipel de Glénan. I. Inventaire Ascidiens. *Vie Milieu*, 3 B, pp. 729-742.
- LEUNG TACK KIT, D., 1971. — Etude du milieu pollué : le vieux port de Marseille. Influence des conditions physiques et chimiques sur la physionomie du peuplement de quai. *Téthys*, 3 (4), pp. 767-826.
- LEUNG TACK KIT, D., 1975 a. — Etude qualitative et quantitative des salissures biologiques de plaques expérimentales immergées en pleine eau. — Les Ascidiens. *Téthys*, 7 (2-3), pp. 223-234.
- LEUNG TACK KIT, D., 1975 b. — Etude de la faune marine de substrat rocheux dans la zone de rejet des eaux résiduaires de la ville de Marseille (France). *Téthys*, 7 (2-3), pp. 191-212.
- MAZZELLA, L., CINELLI, F., FRESI, E. e PONTICELLI, M.P., 1978. — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo : II. Mieroflora a Diatomee. *Giorn. Bot. Ital.*, 112 (1-2), pp. 13-27.

- MEDIONI, A., 1970. — Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-mer : Ascidiées-Bryozoaires. Première partie. *Vie Milieu*, ser. B, 21, 3 B, pp. 591-656.
- MILLAR, R.H., 1968. — Les Ascidiées en tant que salissures. In : Les perforants, les champignons et les salissures du bois en milieu marin. O.C.D.E., cap. 9, pp. 203-214, Ed. Gareth Jones, *et al.*
- MONTANARI, M. e RELINI, G., 1970. — Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel Porto di Genova : Idroidi ed Ascidiacei. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 38, suppl., pp. 34-54.
- MONTANARI, M. e RELINI, G., 1975. — Incidenza degli Ascidiacei nel fouling ligure. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 39, pp. 88-104.
- 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 (4), pp. 207-253.
- SALFI, M., 1931. — Gli Ascidiacei del Golfo di Napoli II. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 11 (3), pp. 293-360.
- SCIPIONE, M.B., CARNEVALE, G., CINELLI, F., FRESI, E., MAZZELLA, L., PONTICELLI, M.P. e TARAMELLI, E., 1981. — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo. III. Anfipodi. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3 (1 suppl.), pp. 505-517.
- SCIPIONE, M.B., FRESI, E., CHIMENTZ, C., GAMBI, M.C., GIANGRANDE, A. e COLOGNOLA, R., 1982. — Zonazione delle comunità bentoniche di substrato duro lungo un gradiente idrodinamico. *Atti Conv. Scient. Naz. C.N.R.*, Roma, 10-11 novembre 1981, pp. 107-117.
- SCIPIONE, M.B., MAZZELLA, M.T. e FRESI, E. (in prepar.). — Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro del Porto di Ischia. Anfipodi. Seconda nota.
- TARAMELLI RIVOSECCHI, E. e CHIMENTZ GUSSO, C., 1976. — Etudes sur la salissure marine et sur les perforants du bois dans le Port de Civitavecchia. *Proc. 4th Intern. Congr. Marine Corrosion Fouling*, Antibes, Juan-les-Pins, pp. 513-518.
- TURSI, A., 1980. — Ascidiacei. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane, *AQ/I/93*, N° 4, C.N.R., pp. 1-84.
- TURSI, A., GHERARDI, M. e LEPORE, E., 1976. — Settlement and growth of Ascidians on experimental panels. *Proc. 4th Intern. Congr. Marine Corrosion Fouling*, Antibes, Juan-les-Pins, pp. 535-543.
- ZADOVNIK, D. e IGIC, L., 1968. — Fouling organisms in the Northern Adriatic. 2nd Intern. Congr. Marine Corrosion Fouling, Athens, pp. 545-548.