

ADRIANA GIANGRANDE, ROBERTO SCHIROSI, LUIGI MUSCO

Laboratorio di Zoologia Sistematica, DiSTeBA, Università del Salento, 73100 Lecce.

Unità Operativa Stazione di Biologia Marina.

adriana.giangrande@unisalento.it

IL MACROZOOBENTHOS

SUMMARY

Macrobenthic samples were collected in 4 sites inside the Acquatina lake (3 replicates for each site in two times: July 2006 and January 2007). A total of 5029 individuals belonging to 50 taxa were found, with molluscs taxonomically dominant (26 taxa), followed by polychaetes (19 taxa), which was instead numerically dominant due to the massive presence of the species *Heteromastus filiformis*. Data were analysed by multivariate techniques. The assemblage was quite homogeneous within the lake, with more quantitative than qualitative differences among sites. Statistical analysis showed two sites, representing the two extreme of the biotope condition, as the most variable ones and separated from the others, located in the middle of the investigated biotope. The separation of the two sites from this central more homogeneous area was due to a different distribution between molluscs and polychaetes species. The comparison of the polychaete distribution between data relative to a previous period of study and present ones revealed a more diversified assemblage, with the disappearance of some opportunistic forms, and with an homogenization within the basin, underlining the disappearance of the strong salinity gradient.

INTRODUZIONE

Lo studio delle comunità macrobentoniche si rivela quanto mai utile per fornire una diagnosi della qualità dell'ambiente. Tra i vari compartimenti, il benthos è quello che, nelle indagini sugli ecosistemi acquatici, meglio descrive la situazione ambientale. Tali comunità, analizzate nella loro composizione e trasformazione nel tempo, rivestono il ruolo di "indicatori biologici". La presenza di determinate specie può, infatti, essere una "spia" di condizioni ambientali altrimenti complesse da interpretare, essendo la risultante di interazioni di molteplici fattori. Grazie agli stretti rapporti che le specie bentoniche contraggono con il fondo, alle caratteristiche del ciclo vitale abbastanza breve da permettere una colonizzazione veloce dell'ambiente, ma relativamente lungo se paragonato a quello degli organismi di altri

compartimenti, l'analisi del benthos può fornire informazioni complete e a lungo termine circa le condizioni globali del sistema. Lo studio delle comunità bentoniche riveste particolare importanza in ambienti ampiamente sfruttati dall'uomo, come le lagune. Esso, infatti, può fornire una diagnosi della qualità dell'ambiente lagunare, spesso soggetto a fluttuazioni ampie dei parametri abiotici, e direttive su un uso idoneo e redditizio dello stesso.

Le lagune costiere hanno, in genere, un popolamento tipico, ristretto e monotono, che in area mediterranea presenta la stessa composizione specifica nell'ambito di settori bio-geografici ben definiti. Laghi con salinità prossima a quella del mare, tuttavia, presentano una comunità più diversificata. Molte forme marine, infatti, si spingono al loro interno e la composizione specifica risulta influenzata anche dall'ambiente marino limitrofo faunisticamente più ricco. La maggior parte degli studi ecologici sul benthos lagunare ha analizzato la distribuzione degli organismi nello spazio (GRAVINA *et al.*, 1988; ARVANITIDIS *et al.*, 1999), esiste però anche una distribuzione temporale degli organismi, un cambiamento della composizione specifica nel tempo, che può essere sia ciclico (stagionale), sia direzionale, dall'insediamento di specie pioniere a comunità ricche e diversificate (successione). Quest'ultimo tipo di cambiamento si verifica sia in brevi archi temporali, sia in tempi molto più lunghi e anche in risposta a variazioni delle condizioni ambientali. Purtroppo, la maggior parte degli studi esistenti si limita ad indagini stagionali e quasi assenti sono gli studi a lungo termine, in grado, cioè, di mostrare l'evoluzione nel tempo di un biotopo. Gli ambienti di transizione, invece, si prestano particolarmente ad indagini a lungo termine. Infatti, le caratteristiche degli organismi che li colonizzano e, quindi, le proprietà del sistema, sono tali che i cambiamenti direzionali della struttura di comunità possono verificarsi in tempi più brevi rispetto a ciò che avviene in mare (GIANGRANDE and GAMBI, 1985; LARDICCI *et al.*, 2001; SALEN-PICARD and ARLHAC, 2002).

Il lago di Acquatina può essere classificato tra le lagune xeromediterranee, tuttavia le conoscenze sulla sua componente macrozoobentonica risultano ad oggi molto frammentarie e manca uno studio esteso a tutte le categorie tassonomiche. I policheti sono il gruppo maggiormente studiato in questo biotopo. Nel 1989, dopo uno studio preliminare sulla distribuzione dei policheti di fondo molle, è stata seguita una stazione al centro del lago con campionamenti mensili nell'arco di tre anni (1989-1991). Ciò ha permesso di studiare il ciclo vitale delle specie dominanti, definendone anche la nicchia trofica e le dinamiche di competizione (GIANGRANDE and FRASCHETTI, 1993; 1995; 1996; GIANGRANDE and MONTANARO, 1997). Durante la suddetta fase di studio il lago era molto meno "marinizzato", cioè meno soggetto all'influenza del mare a causa dell'insabbiamento del canale principale a sud del bacino. La salinità media era di circa 16‰ e si osservava un chiaro gradiente salino N-S. La fauna a policheti era quella tipica dei laghi con queste caratteristiche, cioè la tipica fauna di uno stagno mesoalino: si osservava, infatti, un basso numero di specie e forme opportuniste come *Capitella capitata*.

Inoltre, durante l'estate del 1990 una crisi iperalina ha provocato profonde modificazioni nella struttura della comunità, con cambiamenti di dominanza tra specie (GIANGRANDE and FRASCHETTI, 1996).

Negli ultimi 15 anni le condizioni ambientali generali sono cambiate a seguito degli interventi attuati dall'uomo; in particolare, a causa della riapertura del canale situato a sud, è aumentata la salinità media grazie ad un rinnovato scambio idrico col mare e si è ridotto il forte gradiente di salinità preesistente. Dall'ultimo studio del 1992, campionamenti sporadici hanno evidenziato come le condizioni del lago stessero cambiando e come la comunità a policheti stesse evolvendo verso un diverso equilibrio.

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di incrementare le conoscenze sulla distribuzione della fauna bentonica all'interno del bacino di Acquatina e verificare se essa sia correlata alle condizioni idrologiche attuali. Inoltre, è stato indagato l'eventuale cambiamento direzionale (a lungo termine) della comunità a policheti di fondo molle, grazie alla comparazione con dati pregressi di distribuzione nelle medesime aree di indagine.

MATERIALI E METODI

Il disegno sperimentale del campionamento della componente macrozoobentonica ha compreso 4 siti che ricalcano le stesse aree di indagine di uno studio condotto nel 1992 (GIANGRANDE and FRASCHETTI, 1993). Il sito A localizzato nelle vicinanze del canale di acqua dolce Giammatteo, il sito B in un'area costiera mediana del lago, il C nel braccio più confinato, infine, il D, localizzato vicino al canale principale di connessione sud con il mare (Fig. 1). In ogni sito sono state raccolte 3 repliche di substrato molle utilizzando una benna Van Veen (capacità 2 lt). L'esperimento è stato replicato in due tempi (luglio 2006 e gennaio 2007); il numero totale di campioni analizzati è stato, pertanto, di 24.

In ogni sito sono state effettuate misurazioni di salinità, percentuale di ossigeno disciolto e temperatura (a circa 20 cm dal fondo) usando una sonda multiparametrica (IP050D – IDROMAR). I campioni di fondo molle sono stati setacciati in situ (maglia 0,5 mm), fissati in formalina al 4%. In laboratorio i campioni sono stati, scioccati in acqua dolce e conservati in alcool al 70%. Gli organismi della macrofauna sono stati smistati allo stereoscopio, identificati e contati.

I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica multivariata. In particolare, la rappresentazione grafica delle dissimilarità (Bray-Curtis) tra e repliche dei siti nei due periodi di campionamento è stata ottenuta tramite nMDS (Non-metric multi-dimensional scaling). Le differenze tra siti nei due tempi sono state ulteriormente visualizzate per mezzo della Cluster Analysis. In quest'ultimo caso i siti sono stati rappresentati dai centroidi delle tre repliche calcolati dalla matrice di abbondanza originale attraverso il programma PCO3.exe (Principal Coordinate Analysis - An-

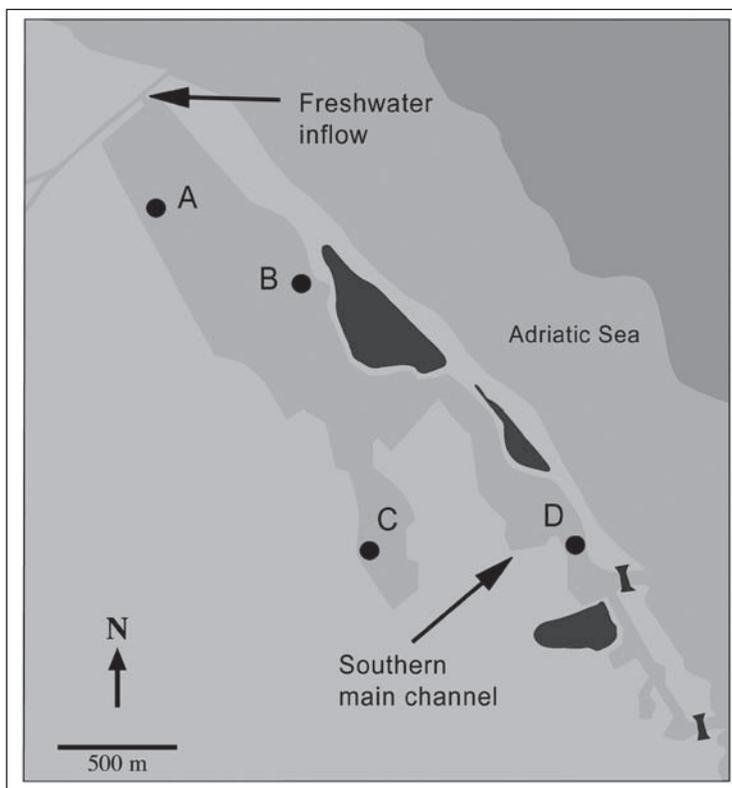


Fig. 1 - Ubicazione dei siti di campionamento.

derson, M.J., University of Auckland, New Zealand). Un test ANOSIM è stato condotto per verificare eventuali differenze tra la composizione faunistica attuale e quella osservata in passato nelle stesse aree del lago. Tutte le analisi sono state condotte con l'ausilio del pacchetto PRIMER 6 ("Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research", Plymouth Marine Laboratory, UK).

RISULTATI

Variabili ambientali

I dati di temperatura, salinità e percentuale di ossigeno disciolto sono visibili in Tabella 1. In ambedue i periodi di campionamento la salinità si è mostrata più elevata nel sito D, e più bassa nel sito A. A luglio la temperatura aumentava da A a D, mentre a gennaio la temperatura maggiore è stata registrata nel sito A. La percentuale di ossigeno disciolto ha mostrato valori simili in ambedue i periodi di campionamento in A e D e più variabili nel tempo in B e C.

	luglio 2006			gennaio 2007		
	T (°C)	S (‰)	O (% sat.)	T (°C)	S (‰)	O (% sat.)
A	23,83 ± 0,02	28,82 ± 0,03	95,21 ± 0,68	13,95 ± 0,02	20,71 ± 0,04	96,57 ± 0,79
B	24,60 ± 0,02	30,75 ± 0,03	98,48 ± 1,00	13,07 ± 0,02	23,30 ± 0,02	102,35 ± 0,80
C	25,17 ± 0,03	31,81 ± 0,04	106,43 ± 3,70	11,04 ± 0,03	22,90 ± 0,01	87,25 ± 1,02
D	25,65 ± 0,03	36,32 ± 0,05	87,77 ± 8,08	12,36 ± 0,03	25,22 ± 0,04	98,11 ± 1,85

Tab. 1 - Valori medi (\pm errore standard) di temperatura, salinità e percentuale di ossigeno disciolto nei 4 siti nei due tempi di campionamento.

Analisi faunistica

Sono stati raccolti 5029 individui ripartiti in 50 taxa (Tabella 2); 41 taxa rappresentati da 3302 individui in luglio; 43 taxa e 1727 individui in gennaio. I molluschi si sono rivelati il gruppo più ricco in specie (26 taxa), seguito dai policheti (19 taxa), dominanti però per quello che riguarda le abbondanze (3408 individui contro i 1496 dei molluschi). I policheti a luglio rappresentavano circa il 77% degli individui dell'intera comunità macrobentonica. I crostacei, quasi esclusivamente anfipodi, rappresentavano solo il 2% degli individui raccolti e l'80% circa di essi sono risultati appartenere alla specie *Corophium cf acherusicum* (Fig 2).

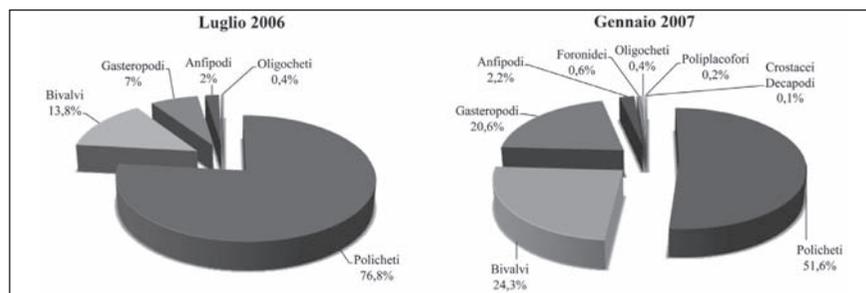


Fig. 2 - Abbondanze percentuali dei principali gruppi tassonomici riscontrati nei due tempi di campionamento.

In figura 3 sono mostrati gli andamenti di ricchezza specifica e abbondanza totali nei 4 siti nei 2 tempi di campionamento. Considerando l'intero popolamento il numero di individui è stato molto variabile tra i siti nei due tempi di campionamento (Fig. 3a): è stato alto in luglio, specialmente in C ed A, e sempre basso in D. Questo andamento è dovuto principalmente all'abbondanza dei policheti (Fig. 3b). I molluschi hanno mostrato un andamento piuttosto irregolare in ambedue i periodi di campionamento (Fig. 3c) e il numero maggiore di individui è stato riscontrato in D in gennaio. Il numero medio di taxa è diminuito procedendo da D ad A in gennaio (Fig. 3d) ed è rimasto relativamente simile tra i vari siti in luglio, anche se maggiormente variabile in D. L'alta variabilità osservata nel sito D è

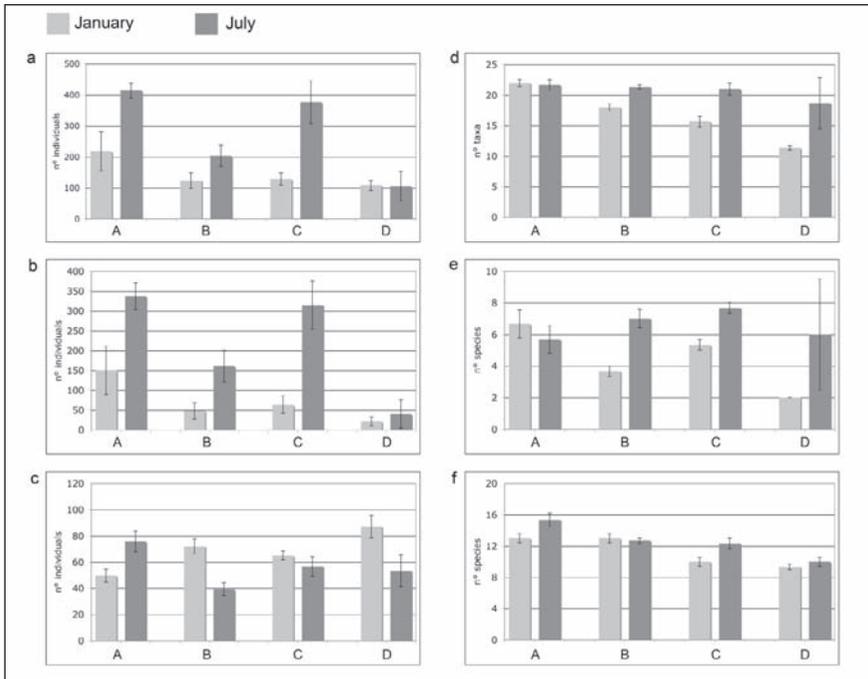


Fig. 3 - Andamento dell'abbondanza e della ricchezza specifica complessivi (a,d); dei policheti (b,e); e dei molluschi (c,f) nei 4 siti nei due tempi di campionamento.

dipesa dai policheti (Fig. 3e), mentre il pattern di ricchezza specifica dei molluschi è stato più simile al trend generale (Fig. 3f).

La dominanza dei policheti era dovuta alla massiccia presenza di individui della specie *Heteromastus filiformis* in ambedue i periodi di campionamento; altre specie molto rappresentate sono state *Cirrophorus furcatus*, *Neanthes caudata*, *Notomastus latericeus* e *Lumbrineris latreilli*. Tra i molluschi le specie più rappresentate sono state *Loripes lacteus* e *Abra alba* tra i bivalvi e *Cerithium vulgatum* e *Gibbula albida* tra i gasteropodi. Alcuni policheti presenti con pochi individui, tra i quali *Dorvillea rubrovittata* e i sillidi *Exogone naidina*, *E. meridionalis*, *Brania arminii*, sono stati raccolti solo in luglio nel sito D.

Tra le specie dominanti, gli individui di *H. filiformis* e *C. furcatus* sono risultati particolarmente abbondanti in luglio condizionando il trend generale di abbondanza dell'intera comunità (Tab 3); fa eccezione il sito D, ove sia in luglio, sia in gennaio sono stati raccolti pochissimi individui di entrambe. Gli individui di *N. caudata* sono stati particolarmente abbondanti in luglio nel sito C (quello più confinato) e, al contrario degli altri policheti dominanti, in gennaio nel sito D (quello meno confinato). Il mollusco *G. albida* ha mostrato abbondanze più elevate in gennaio, tranne che nel sito D, mentre *C. vulgatum*, *A. alba* e *L. lacteus* hanno presentato un'abbondanza costante in ambedue i periodi di campionamento.

Tab. 2 - Lista dei taxa raccolti.

Annelida Polychaeta

Armandia cirrhosa (Filippi, 1861)
Brania arminii (Langerhans, 1881)
Cirriiformia tentaculata (Montagu, 1808)
Cirrophorus furcatus (Hartman, 1957)
Dorvillea rubrovittata (Grube, 1855)
Exogone meridionalis (Cognetti, 1955)
E. naidina (Ørsted, 1845)
Glycera sp.
Heteromastus filiformis (Claparède, 1864)
Lumbrineris latreilli (Audouin e Milne-Edwards, 1834)
Lumbrineris sp.
Naineris laevigata (Grube, 1855)
Neanthes caudata (Delle Chiaje, 1828)
Notomastus latericeus (M. Sars, 1851)
Petaloproctus terricolus (Quatrefages, 1865)
Pionosyllis anophthalma (Capaccioni e San Martin, 1989)
Spio decoratus (Bobretzky, 1870)
Syllides japonicus (Imajima, 1966)
Terebella lapidaria (L., 1767)

Annelida Oligochaeta, indet.

Crustacea Decapoda

Carcinus aestuarii (Nardo, 1847)

Crustacea Amphipoda

Corophium cf. *acherusicum* A. Costa, 1851
Gammarus aequicauda (Martynov, 1931)

Phoronida, indet.

Mollusca Polyplacophora

Chiton olivaceus (Spengler, 1797)

Mollusca Gastropoda

Bittium reticulatum (Da Costa, 1778)
Cerithium vulgatum (Bruguère, 1792)
Clanculus cruciatus (L., 1758)
C. jussieui (Payraudeau, 1826)
Cyclope donovani (Risso, 1826)
C. neritea (L., 1758)
Ecrobia ventrosa (Montagu, 1803)
Gibbula albida (Gmelin, 1791)
Homalopoma sanguineum (L., 1758)
Murex sp.
Myosotella myosotis (Draparnaud, 1801)
Nassarius nitidus (Jeffreys, 1867)
Nassarius sp.
Rissoa variabilis (von Muehlfeldt, 1824)
R. ventricosa (Desmarest, 1814)
Truncatella subcylindrica (L., 1758)

Mollusca Bivalvia

Abra alba (Wood, 1802)
Acanthocardia tuberculata (L., 1758)
Cerastoderma edule (L., 1758)
Chamelea gallina (L., 1758)
Loripes lacteus (L., 1758)
Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819)
Ruditapes decussatus (L., 1758)
Tellina nitida (Poli, 1791).
Venerupis corrugata (Gmelin, 1790)

Tab. 3 - Abbondanza media (n° individui) delle specie dominanti di policheti e molluschi nei 4 siti in gennaio e luglio.

	lug-06				gen-07			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Policheti								
<i>H. filiformis</i>	276,3	82,7	167,0		107,7	20,0	38,0	0,3
<i>C. furcatus</i>	46,7	35,7	59,7	9,7	2,0	23,0	4,3	
<i>N. caudata</i>	4,7	2,7	68,0	3,3	9,7		8,0	20,3
<i>N. latericeus</i>	0,3	20,3	6,3	17,3		1,3	4,0	
<i>L. latreilli</i>	4,3	6,7	7,0	2,0	19,0	1,0	6,0	1,0
Molluschi								
<i>L. lacteus</i>	21,0	10,7	23,0	16,7	6,3	16,3	14,0	29,7
<i>A. alba</i>	10,7	8,3	10,7	23,0	3,7	15,0	13,3	23,0
<i>G. albida</i>	2,3	2,0	3,7	1,7	18,3	13,7	14,3	
<i>C. vulgatum</i>	11,0	2,0	2,3	1,0	2,3	9,3	9,7	16,7

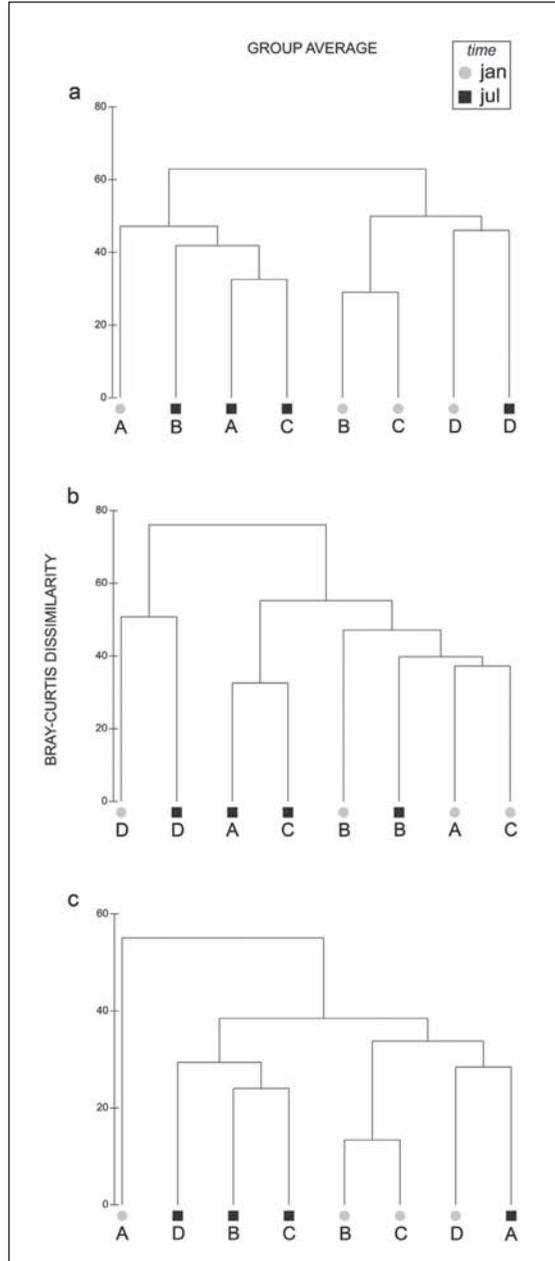


Fig. 4 - Cluster Analysis condotta sulla matrice triangolare di dissimilarità di Bray-Curtis dei centroidi delle repliche dei 4 siti nei 2 tempi di campionamento relativa a: a) l'intero popolamento bentonico (50 taxa); b) i policheti (19 taxa); c) i molluschi (26 taxa). jul= luglio, jan= gennaio.

Analisi Statistica

In figura 4a è mostrata la Cluster Analysis condotta sulla matrice triangolare di dissimilarità (Bray-Curtis) dei centroidi delle repliche dei 4 siti nei 2 tempi di campionamento, a sua volta derivata dalla matrice di abbondanza dell'intero popolamento bentonico (50 taxa, dati non trasformati).

Il modello mostra una separazione completa dei siti A e D come osservabile dalla posizione dei simboli che ne rappresentano i centroidi; mentre i siti dell'area centrale (B e C) risultano separati per tempo di campionamento. Infatti, i centroidi di B e C relativi a luglio clusterizzano con i due simboli che rappresentano i centroidi del sito A, mentre quelli relativi a gennaio clusterizzano con i due centroidi del sito D. Il pattern generale è originato da un diverso comportamento riscontrato nei due gruppi tassonomici principali. Infatti, la posizione dei simboli relativi al sito D nel grafico generale (Fig. 4a) pare essere originata dalla particolare distribuzione dei policheti, come facilmente deducibile dalla figura 4b, dalla quale è possibile osservare una completa separazione dei due simboli che rappresentano il sito D. La distribuzione dei molluschi sembrerebbe dipendere dal tempo di campionamento, tranne che per il sito A (Fig. 4c), il cui centroide che rappresenta il campionamento di luglio mostra maggiore similarità con quelli degli altri tre siti campionati in gennaio, mentre il centroide relativo al campionamento di gennaio è quello che presenta la maggiore dissimilarità dal resto.

Un pattern simile emerge dall'analisi nMDS (Fig 5) condotta sulla matrice di abbondanza relativa all'intero popolamento bentonico (50 taxa, 4 siti, 2 tempi di

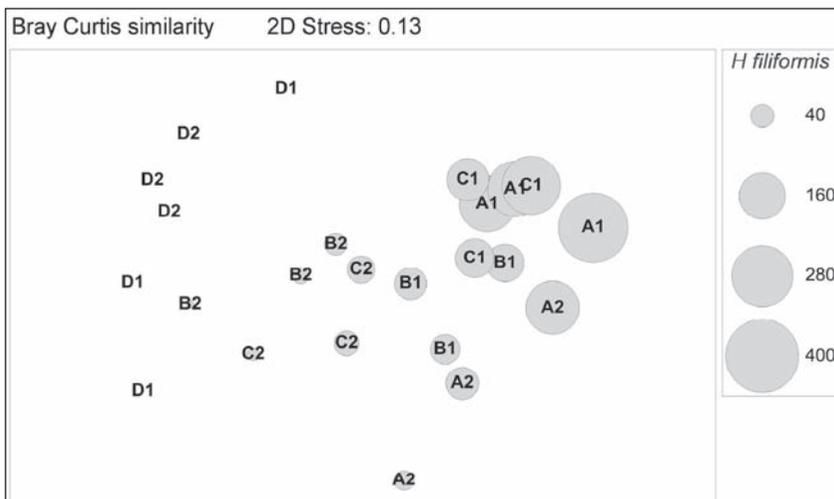


Fig. 5 - Analisi nMDS condotta sulla matrice di abbondanza dell'intero popolamento bentonico (50 taxa, 4 siti, 2 tempi di campionamento, 24 repliche) con sovrainposta l'abbondanza di *Heteromastus filiformis*. Il diametro delle circonferenze è proporzionale al numero di individui di *H. filiformis* riscontrato nelle diverse repliche. A1, B1, C1, D1 = repliche relative al campionamento di luglio; A2, B2, C2, D2 repliche relative al campionamento di gennaio.

campionamento, 24 repliche) in cui si osserva che le 6 repliche del sito D risultano posizionate sulla sinistra del grafico e separate da quelle del sito A sulla destra, mentre le repliche degli altri due siti occupano una posizione intermedia. Nel modello è sovrainposta l'abbondanza della specie dominante *H. filiformis* (opzione 2-D bubble plots). È evidente come sia questa specie a guidare l'intero andamento del modello di ordinamento.

Policheti: comparazione con dati pregressi.

In Tabella 4, relativamente ai soli policheti, è proposta una comparazione qualitativa (presenza/assenza di taxa) tra l'attuale composizione faunistica e quella riscontrata nel 1992 nei 4 siti analizzati.

Come si può osservare, dal 1992 ad oggi, oltre ad un notevole aumento della ricchezza specifica (da 13 a 19 taxa) si è verificato un cambiamento qualitativo: alcune specie quali *Capitella capitata*, *Hediste diversicolor*, *Nereiphylla rubiginosa* e *Syllis gracilis* non sono state riscontrate nei campionamenti attuali, mentre 10 taxa riscontrati nell'ambito del presente lavoro, tra cui la specie più abbondante *H. filiformis* e 5 specie di sillidi, non erano presenti nel 1992.

Tab. 4 - Confronto tra l'attuale composizione faunistica e quella riscontrata nel 1992 nei 4 siti analizzati relativamente ai soli policheti.

	1992				Presente			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Armandia cirrhosa</i>	+	+		+		+	+	+
<i>Brania arminii</i>				+				
<i>Capitella capitata</i>					+	+		
<i>Cirriiformia tentaculata</i>	+			+	+	+	+	+
<i>Cirrophorus furcatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Dorvillea rubrovittata</i>				+				
<i>Exogone meridionalis</i>				+				
<i>Exogone naidina</i>				+				
<i>Glycera</i> sp.			+					
<i>Heteromastus filiformis</i>	+	+	+	+				
<i>Hediste diversicolor</i>					+			
<i>Lumbrineris latreilli</i>	+	+	+	+		+		
<i>Lumbrineris</i> sp.	+		+					
<i>Naineris laevigata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Neanthes caudata</i>	+	+	+	+				+
<i>Nereiphylla rubiginosa</i>						+		
<i>Notomastus latericeus</i>	+	+	+	+		+		+
<i>Petaloproctus terricolus</i>	+	+	+			+		
<i>Pionosyllis anophthalma</i>			+					
<i>Spio decoratus</i>				+	+			
<i>Syllides japonicus</i>		+		+				
<i>Syllis gracilis</i>					+	+		+
<i>Terebella lapidaria</i>	+							

In Fig. 6 è mostrata la Cluster Analysis effettuata sulla matrice presenza/assenza dei taxa di policheti riscontrati nei 4 siti nel 1992 e nel presente lavoro. Il modello mostra una chiara separazione tra la situazione attuale e quella osservata in passato.

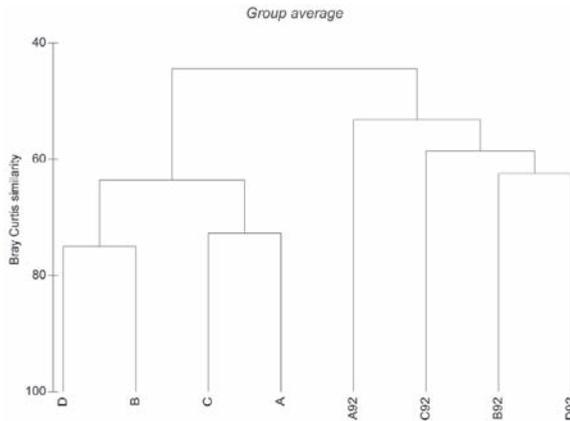


Fig. 6 - Cluster Analysis effettuata sulla matrice presenza/assenza dei taxa di policheti riscontrati nei 4 siti nel 1992 e nel presente lavoro.

Si osservano chiaramente due gruppi distinti che indicano come la composizione faunistica attuale sia differente da quella osservata in passato. Inoltre, i 4 siti campionati nel 2006-2007, clusterizzando insieme, formano un gruppo relativamente più omogeneo. Il test ANOSIM conferma come la composizione faunistica attuale sia significativamente differente da quella osservata nel 1992 ($R=0.75$; $p<0.01$).

DISCUSSIONE

Questo lavoro rappresenta la prima analisi completa di tutti i gruppi del macrobenthos di fondo molle della laguna costiera di Acquatina. In particolare, va sottolineato che esso rappresenta il primo survey sulla componente a molluschi di questo biotopo. Alla luce dei risultati, il popolamento bentonico del lago di Acquatina può essere considerato un tipico popolamento di ambiente paralico *sensu* GUELORGET and PERTHUISOT (1992).

Il benthos di fondo molle della laguna di Acquatina è dominato dai policheti. Elemento caratteristico della comunità è, infatti, il polichete *H. filiformis*, risultato la specie più abbondante in assoluto e la cui distribuzione ha guidato quella dell'intero popolamento bentonico nelle analisi statistiche. Nel complesso il popolamento bentonico è apparso piuttosto omogeneo, mostrando differenze quantitative più che qualitative sia nello spazio, sia nel tempo, con una variabilità tra gennaio e luglio più accentuata nella zona centrale del lago (siti B e C).

Le analisi hanno mostrato come i siti A e D rappresentino i due estremi delle condizioni del biotopo. In particolare, il sito D pare rappresentare un punto critico per ciò che concerne la distribuzione dei policheti, con un drastico cambiamento delle abbondanze rilevate nel resto dei siti e fenomeni di inversione di dominanza

tra specie. La distribuzione dei molluschi sembra risentire delle diverse condizioni ambientali osservate nei due tempi di campionamento, in particolare quella di *G. albida*, tipico taxon lagunare, che è risultata più abbondante in gennaio nella zona nord meno vivificata.

Queste osservazioni portano ad ipotizzare che la distribuzione dei due gruppi tassonomici principali sia influenzata da fattori ambientali diversi.

Sebbene non sia stato riscontrato il forte gradiente salino osservato nel 1992 (GIANGRANDE and FRASCHETTI, 1996), la salinità rimane probabilmente uno dei fattori responsabili della variabilità faunistica attuale. Le differenze di salinità nelle diverse parti del lago nei vari periodi dell'anno sono probabilmente in grado di spiegare la distribuzione della macrofauna bentonica, specialmente quella dei molluschi, mentre l'ossigeno sembra essere il fattore più importante nell'influenzare la distribuzione dei policheti. Ciò è deducibile dalla situazione osservata nel sito D. In questo sito, infatti, in luglio è stato osservato un cospicuo accumulo di detrito di *Posidonia oceanica*, la cui decomposizione può aver causato i bassi valori di ossigeno registrati. L'anossia negli strati fangosi superficiali può aver influito negativamente sulla colonizzazione di forme limivore scavatrici quali i policheti e non sui molluschi, che non sono apparsi particolarmente influenzati dalle condizioni ambientali locali.

Pertanto, al contrario di quanto atteso, l'area sud del lago, nonostante sia situata nella zona più vivificata dagli scambi col mare aperto, non ha visto l'inseadimento di una ricca comunità macrozoobentonica. Ciononostante, l'influenza del mare in quest'area è ancora ben presente come evidenziato dal ritrovamento seppur sporadico di individui di specie tipicamente marine come *B. reticulatum*, *D. rubrovittata* e i sillidi *E. naidina*, *E. meridionalis*, *Brania arminii*.

Notoriamente i policheti sono tra gli organismi zoobentonici maggiormente utilizzati come indicatori dello stato di salute ambientale, utili per evidenziare cambiamenti sia a breve, sia a lungo termine (GIANGRANDE *et al.*, 2005; MUSCO and GIANGRANDE, 2005). I risultati della comparazione tra i dati pregressi di distribuzione dei policheti nel lago di Acquatina e la presente analisi lo confermano. Rispetto a quanto osservato nel 1992, l'attuale distribuzione dei policheti evidenzia una maggiore omogeneità delle condizioni nelle varie zone del lago ed un generalizzato aumento della diversità, rispecchiando un miglioramento delle condizioni trofiche del lago in relazione agli interventi attuati nel lasso di tempo che separa i periodi di studio. Oltre che dalle analisi statistiche, il cambiamento è sottolineato da cambiamenti faunistici come la comparsa di alcune specie di sillidi e la scomparsa della forma opportunistica *C. capitata*, indicatrice di carico organico eccessivo, ma anche dalla drastica diminuzione del numero di individui della specie *N. laevigata*, tipica di ambienti mesoalini, che dominava la comunità nel 1992 (GIANGRANDE and FRASCHETTI, 1995). In contrasto, *H. filiformis* oggi dominante era completamente assente in passato. Questa specie, sebbene considerata tipicamente marina, ha un ampio spettro ecologico (GRAVINA and SOMASCHINI, 1990) e tollera sia basse salinità (Muus, 1967; Wolff, 1973), sia ambienti ricchi di sostanza organica (HOLTE, 1998).

I nostri risultati sono in accordo con quanto osservato da NICOLETTI *et al.* (2006), che, esaminando un andamento a lungo termine della comunità bentonica in 3 lagune situate nel Tirreno centrale, hanno osservato un aumento di biodiversità legato al miglioramento delle condizioni trofiche con un notevole incremento della specie *H. filiformis*. Sebbene le lagune costiere esaminate da questi autori appartengano ad una'area bioclimatica differente (BIANCHI, 1988) la composizione in specie riportata appare molto simile a quella riscontrata nel lago di Acquatina, tranne che per il ritrovamento di molte più specie tipicamente marine da parte di NICOLETTI *et al.* (2006). La minor rappresentanza di forme marine riscontrata nel lago di Acquatina è molto verosimilmente imputabile alle particolari condizioni riscontrate nel sito più vicino al mare durante il campionamento dove è stata osservato il detrito di *P. oceanica* in decomposizione, che ha probabilmente inibito l'atteso insediamento di una comunità più ricca.

In conclusione, l'aumento degli scambi tra interno ed esterno della laguna dovuto alla migliore gestione delle aperture a mare ha portato al miglioramento delle condizioni trofiche, all'aumento della salinità con attenuazione del gradiente salino nord-sud esistente nel periodo precedente, creando una serie di condizioni particolarmente idonee alla colonizzazione dei policheti in ogni area del lago di Acquatina (GRAVINA *et al.*, 1988) e allo sviluppo di una comunità strutturalmente più complessa.

BIBLIOGRAFIA

- ARVANITIDIS, C., KOUTSOUBAS D., DOUNAS C., ELEFThERIOU A., 1999 – Annelid fauna of a editerranean lagoon (Gialova lagoon, South-West Greece): community structure in a severely fluctuating environment. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 79: 849–856.
- BIANCHI C.N., 1988 – Tipologia ecologica costiera delle lagune costiere italiane. In G. C. Carrada, F. Cicogna & E. Fresi (eds), *Le lagune costiere: ricerca e gestione*. CLEM, Massa Lubrense (Italy): 57–66.
- GIANGRANDE A., GAMBI M.C., 1985 – Long term trends in the distribution of soft bottom polychaetes in the Sabaudia lagoon (Latina, Italy). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 29(4): 79–82.
- GIANGRANDE A., FRASCHETTI S., 1993 – Life-cycle, growth and secondary production in a Brackish-water population of the polychaete *Notomastus latericeus* (Capitellidae) in the Mediterranean Sea. *PSZN I: Mar. Ecol.*, 14(4): 313–327.
- GIANGRANDE A., FRASCHETTI S., 1995 – A population study of *Naineris laevigata* (Polychaeta, Orbiniidae) in a fluctuating environment (Mediterranean Sea). *Sci. Mar.*, 59(1): 39–48.
- GIANGRANDE A., FRASCHETTI S., 1996 – Effects of a short-term environmental change on a brackish-water Polychaete community. *PSZN I: Mar. Ecol.*, 17: 321–332.
- GIANGRANDE A., MONTANARO P., 1997 – Resource partitioning and habitat selection between two polychaetes from the Acquatina lake (Lecce, Italy). *Biol. Mar. Médit.*, 4(1): 125–132.
- GIANGRANDE A., LICCIANO M., MUSCO L., 2005 – Polychaetes as environmental indicators revisited. *Mar. Pollut. Bull.*, 50(11): 1153–1162.

- GRAVINA, M.F., ARDIZZONE G.D., GIANGRANDE A., 1988 – Selecting factors in polychaete communities of central Mediterranean coastal lagoons. *Int. Rev. Gesamten. Hydrobiol.*, 73: 465–476.
- GRAVINA, M. F. SOMASCHINI A., 1990 – Censimento dei policheti dei mari italiani: Capitellidae Grube, 1862. *Atti Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie B*, 97: 259–285.
- GUELORGET, O., PERTHUISOT J.P., 1992 – Paralic ecosystems. Biological organization and functioning. *Vie Milieu*, 42(2): 215–251.
- HOLTE, B., 1998 – The macrofauna and the main functional interactions in the sill basin sediments of the pristine Holandsfjord, Northern Norway, with autecological reviews for some key-species. *Sarsia*, 83: 55–68.
- LARDICCI C., COMO S., CORTI S., ROSSI F., 2001 – Recovery of macrozoobenthic community after severe dystrophic crisis in a Mediterranean coastal Lagoon (Orbetello, Italy). *Mar. Pollut. Bull.*, 42(3): 202–214.
- MUSCO L., GIANGRANDE A., 2005 – Mediterranean Syllidae (Annelida: Polychaeta) revisited: biogeography, diversity and species fidelity to environmental features. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 304:143–153.
- MUUS B. J., 1967 – The fauna of Danish estuary and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. *Meddelelser fra Danmarks Fiskeri-og Havundersøgelser* 5(1): 1-316.
- NICOLETTI L., LA VALLE P., LATTANZI L., ARDIZZONE G.D., 2006 – Il popolamento zoobentonico dei laghi pontini: 1983-2000. *Biol. Mar. Medit.*, 13(1): 124–131.
- SALEN-PICARD C., ARLHAC D., 2002 – Long-term Changes in a Mediterranean Benthic Community: Relationships Between the Polychaete Assemblages and Hydrological Variations of the Rhône River. *Estuaries*, 25(6): 1121–1130.
- WOLFF W. J., 1973 – The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the river Rhine, Meuse, and Scheldt. *Zoologische Verhandelingen* 126: 1-242.