

Martinelli, Marirosa; Santoni, Matteo; Castelli, Alberto (1997) *Distribuzione dei policheti nello stagno di Calich (Sardegna nord-occidentale): evoluzione a medio termine (1988-1995)*. Bollettino della Società sarda di scienze naturali, Vol. 31 (1996/97), p. 45-59. ISSN 0392-6710.

<http://eprints.uniss.it/3169/>

ISSN: 0392-6710

VOL. XXXI

S. S. S. N.

1996/97

---

# BOLLETTINO

della

SOCIETÀ SARDA  
DI SCIENZE NATURALI

La Società Sarda di Scienze Naturali ha lo scopo d'incoraggiare e stimolare l'interesse per gli studi naturalistici, promuovere e sostenere tutte le iniziative atte alla conservazione dell'ambiente e costruire infine un Museo Naturalistico Sardo.

S.S.S.N.  
SOCIETÀ SARDA di SCIENZE NATURALI

Via Muroli, 25 - 07100 Sassari.

CONSIGLIO DIRETTIVO

*Presidente:* Bruno Corrias.  
*Segretario:* Malvina Urbani.  
*Consiglieri:* Franca Dalmasso, Giacomo Oggiano, Maria Pala, Maura Pugliatti e Antonio Torre.  
*Revisori dei Conti:* Aurelia Castiglia, Enrico Pugliatti e Rosalba Villa.  
*Collegio Probiviri:* Tullio Dolcher, Lodovico Mossa e Franca Valsecchi.

*Consulenti editoriali per il XXXI Volume:*

Prof. Pier Virgilio ARRIGONI (Firenze)  
Prof. Guido BRESSAN (Trieste)  
Prof. Angelo CAO (Cagliari)  
Prof. Achille CASALE (Sassari)  
Prof. Salvador RIVAS MARTINEZ (Madrid)  
Prof. Delio RUGGIU (Pallanza)  
Prof. Giampaolo SALMOIRAGHI (Bologna)  
Prof. Marco TONGIORGI (Pisa)  
Prof. Franca VALSECCHI (Sassari)

Direttore Responsabile: Prof. Bruno CORRIAS  
Redattore: Prof. Silvana DIANA

---

*Autorizzazione Tribunale di Sassari n. 70 del 29.V.1968*

**Distribuzione dei policheti nello stagno di Calich  
(Sardegna nord-occidentale):  
evoluzione a medio termine (1988-1995)**

MARIROSA MARTINELLI, MATTEO SANTONI, ALBERTO CASTELLI

Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica  
Viale Margherita di Savoia, 15 - 07100 Sassari

Martinelli M., Santoni M., Castelli A., 1997 - **Distribution of polychaetes in the Calich lagoon (N-W Sardinia): medium-term variations (1988-1995)**. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 31: 45-59.

Polychaete distribution on soft bottoms of the Calich Lagoon has been studied. Medium term variations have been analyzed with samples carried out to distance of 7 years (1988-1995). From a situation enough diversified, but gradual, along the gradient external inside of the lagoon in 1988, the polychaete community shows a wider homogeneity in 1995 when the inside stations, colonized by a typical brackish and organically enriched water fauna appears clearly separate from the external ones.

KEY WORDS: Brackish waters, polychaetes, benthic communities, western Mediterranean.

INTRODUZIONE

La valorizzazione degli ambienti salmastri non può prescindere da una adeguata conoscenza di questi biotopi (CARRADA e FRESI, 1988; CATAUDELLA, 1988); l'inquadramento ambientale mediante studi multidisciplinari (chimici, microbiologici, ecologici, ecc.) è fondamentale per la conservazione e gestione delle risorse. Per una caratterizzazione ecologica di tali ecosistemi, le comunità bentoniche di fondo molle, si prestano, con le dovute precauzioni, ad essere confrontate in tempi successivi allo scopo di mettere in evidenza l'estensione spazio-temporale di eventuali alterazioni e/o modifiche ambientali. Attraverso il loro studio è possibile risalire a ciò che si verifica e si è verificato nel dominio bentonico e nell'intero ecosistema lagunare, poiché esse sono una vera e propria «memoria biologica» del

sistema. La composizione faunistica delle comunità bentoniche è relativamente varia ed in ambiente salmastro dominano i policheti, che di per se sono rappresentativi delle caratteristiche dell'intera comunità. Lo scopo di questo lavoro è appunto quello di effettuare una caratterizzazione ecologica dello stagno di Calich basandosi proprio sulla distribuzione di questa importante componente della comunità, che negli stagni della Sardegna non è stata finora analizzata con particolare attenzione da questo punto di vista.

Lo stagno di Calich, situato nei pressi della città di Alghero, nella Sardegna nord-occidentale, si estende con la sua maggiore lunghezza (2.650 m) orientata per WNW-ESE, in parallelo al litorale marino, da cui dista 400m circa. Il Rio Barca è il principale immissario fluviale, seguono il Canale Collettore del Comprensorio di Bonifica della Nurra ed il Rio Fangal. L'intero bacino imbrifero ha attualmente un'estensione di circa 36.500 ha e comprende numerosi insediamenti urbani, tra cui i Comuni di Olmedo e Putifigari, turistici (due campeggi situati nei pressi dello stagno) ed industriali (zona industriale San Marco). La comunicazione con il mare è rappresentata da un canale situato presso Fertilia. Attualmente l'estensione del bacino è di 97 ha circa.

#### MATERIALI E METODI

I campionamenti sono stati effettuati in cinque stazioni localizzate in alcuni punti particolarmente significativi dello stagno, lungo il gradiente interno esterno dello stesso (Fig. 1); allo scopo di valutare l'evoluzione delle condizioni dello stagno nell'ultimo decennio i prelievi, effettuati una prima volta nel mese di Marzo del 1988, sono stati replicati nelle medesime stazioni nel Marzo 1995.

I campioni sono stati prelevati tramite un box corer a chiusura manuale, avente un'area di presa di 1017 cm<sup>2</sup>, trattati con un setaccio con maglie di 0,5 mm, allo scopo di trattenere la macrofauna presente, e quindi fissati in formalina al 5%. In laboratorio si è proceduto allo smistamento della macrofauna, con particolare riferimento ai Policheti, i quali sono stati identificati, ove possibile, a livello di specie.

I dati raccolti sono stati analizzati utilizzando le metodiche usuali in ecologia. Per ogni stazione sono stati calcolati i principali pa-

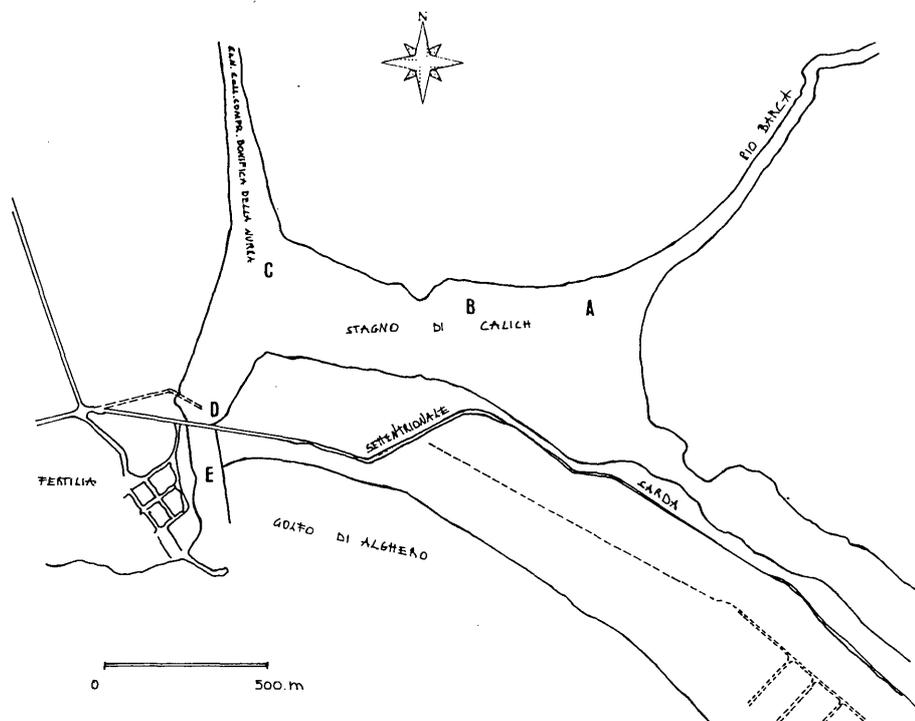


Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di campionamento.

rametri strutturali delle comunità: l'indice di diversità specifica (SHANNON-WEAVER, 1949), l'indice di equitabilità (PIELOU, 1966). Sono state utilizzate inoltre tecniche di analisi multivariata ed in particolare un metodo di classificazione ed uno di ordinamento basati su una matrice di similarità fra i popolamenti delle varie stazioni, ottenuta mediante il coefficiente di BRAY-CURTIS (1957), calcolato su dati opportunamente trasformati. La classificazione è stata rappresentata mediante un dendrogramma conseguito con il metodo del legame medio; l'ordinamento dei dati è stato effettuato mediante multidimensional scaling (MDS) (KRUSKAL e WISH, 1978), un metodo multivariato non parametrico, particolarmente adatto allo studio di comunità (WARWICK e CLARKE, 1991,1994).

## RISULTATI

Nei campionamenti effettuati nel Marzo 1988 il popolamento a policheti è costituito da 1336 individui, appartenenti a 52 specie, in quelli svolti nel marzo 1995 il numero totale di individui rinvenuti è stato di 1446, ripartiti in 42 specie. Solo 27 specie sono state rinvenute in entrambe le campagne, su un totale di 67 specie raccolte; esse sono indicate con un asterisco nella Tab. 1. Fra le più abbondanti, in relazione al numero di individui, possiamo menzionare, in marzo 1988, *Streblospio shrubsolii* e *Hediste diversicolor* (st. A e B); *Capitella* cfr *capitata*, raccolta in tutte le stazioni; *Heteromastus filiformis* (st. B, C e D); *Paradoneis armata* e *P. ilvana* nella E; *Neanthes caudata* (st. D ed E); *Diopatra neapolitana* (st. D); *Lumbrineris gracilis* e *Protodorvillea kefersteini* quasi esclusivamente nella stazione D. Per quanto riguarda marzo 1995 *Prionospio multibranchiata*, *Hediste diversicolor* e *Streblospio shrubsolii* (st. A, B e C); *Heteromastus filiformis* (st. A, B, C ed E); *Pionosyllis anophthalma* (st. B, C e D); *Neanthes caudata* e *S. taylori* (st. D ed E); *Cirroforus furcatus* (st. D); *Sphaerosyllis* cfr *pirifera* (st. D e E). Da un primo confronto tra le due campagne, si rileva l'abbondanza in entrambe di due specie tipiche di ambienti salmastri, *S. shrubsolii* ed *H. diversicolor*, che risultano dominanti nelle stazioni interne e che nel '95 si raccolgono anche nella stazione C. Una considerazione a parte merita *H. filiformis*, specie che sopporta condizioni di forte arricchimento organico, che presenta una distribuzione molto più ampia rispetto all'88. C. cfr. *capitata*, anch'essa specie tipica di substrati inquinati e arricchiti di sostanza organica, raccolta in tutte le stazioni nel 1988, risulta invece molto scarsa nel 1995.

I valori dei parametri strutturali calcolati sono bassi sia in marzo '88 sia in marzo '95, seppur con qualche differenza tra le stagioni e tra le stazioni (Tab. 2); in entrambe le campagne si osserva infatti un gradiente esterno interno abbastanza evidente, con maggiore ricchezza specifica e diversificazione nelle stazioni esterne ed in particolare nella D. In questa stazione e nell'altra esterna (st. E), i valori dei parametri appaiono leggermente più elevati nel 1995, pur se l'ordine di grandezza è paragonabile. La struttura della comunità si mantiene quindi pressoché costante, anche in presenza di una modificazione relativamente consistente della sua composizione specifica; alcune specie di spionidi, paraonidi e sillidi, raccolti in mar-

**Tab. 1** - Elenco generale delle famiglie e delle specie di policheti raccolte nello stagno di Calich; gli asterischi (\*\*) indicano la specie in comune tra le due campagne.

Orbiniidae	Syllidae
<i>Orbinia latreillii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1883)	<i>Pionosyllis anophthalma</i> Capac. & S. Martin, 1990 **
<i>Phylo foetida</i> (Claparède, 1870) **	<i>Exogone dispar</i> Webster, 1879
<i>Scoloplos armiger</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Exogone meridionalis</i> Cognetti, 1955
<i>Protoaricia oerstedii</i> (Claparède, 1864) **	<i>Exogone naidina</i> Oersted, 1845
Spionidae	<i>Exogone verugera</i> (Claparède, 1868)
<i>Aonides oxycephala</i> (M. Sars, 1862) **	<i>Exogone</i> sp.
<i>Malacoceros fuliginosus</i> (Claparède, 1870) **	<i>Parapionosyllis elegans</i> (Pierantoni, 1903)
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	<i>Parapionosyllis minuta</i> (Pierantoni, 1903)
<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren, 1883	<i>Sphaerosyllis (Prospaerosyllis)</i> sp.
<i>Prionospio multibranchiata</i> Berkeley, 1926	<i>Sphaerosyllis (Sphaerosyllis) hystrix</i> Clap., 1863 **
<i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1870 **	<i>Sphaerosyllis (Sphaerosyllis) cfr. pirifera</i> Clap., 1868 **
<i>Pseudopolydora antennata</i> (Claparède, 1870)	<i>Sphaerosyllis (Sphaerosyllis) taylori</i> Perkins, 1981 **
<i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870 **	<i>Sphaerosyllis (Sphaerosyllis)</i> sp.
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890) **	<i>Syllis garciai</i> Campoy, 1982 **
Paraonidae	<i>Syllis cfr. mediterranea</i> Ben-Eliahu, 1977
<i>Aricidea</i> cfr. <i>assimilis</i> Tebble, 1959	<i>Syllis prolifera</i> (Krohn, 1852)
<i>Aricidea cerrutii</i> Laubier, 1966 **	Nereididae
<i>Cirrophorus furcatus</i> (Hartman, 1957) **	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Muller, 1776) **
<i>Paradoneis armata</i> Glèmarec, 1966	<i>Neanthes caudata</i> (Delle Chiaje, 1828) **
<i>Paradoneis ilvana</i> Castelli, 1985	Nephtyidae
Cirratulidae	<i>Nephtys hombergi</i> Savigny, 1818
<i>Aphelochaeta marioni</i> (Saint-Joseph, 1894) **	Sigalionidae
<i>Caulleriella alata</i> (Southern, 1914)	<i>Pholoe sinophthalmica</i> Claparède, 1868
<i>Caulleriella caputesocis</i> (Saint-Joseph, 1894)	Onuphidae
<i>Caulleriella</i> sp.	<i>Diopatra neapolitana</i> Delle Chiaje, 1841 **
Cirratulidae n.c.	Eunicidae
Ctenodrilidae	<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)
<i>Ctenodrilus serratus</i> (Schmidt, 1857) **	Lumbrineridae
Capitellidae	<i>Lumbrineris gracilis</i> (Ehlers, 1868) **
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780) **	Dorvilleidae
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864) **	<i>Pettiboneia urciensis</i> Campoy & San Martin, 1982
<i>Heteromastus</i> sp.	<i>Protodorvillea kefersteini</i> (Mc Intosh, 1879) **
Arenicolidae	<i>Schistomeringos rudolphii</i> (Delle Chiaje, 1828)
<i>Abarenicola claparedii</i> (Levinsen, 1884)	Oweniidae
Maldanidae	<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1841 **
<i>Euclymene</i> cfr. <i>palermitana</i> (Grube, 1840)	Flabelligeridae
Ophelidae	<i>Piromis eruca</i> (Claparde, 1870)
<i>Armandia cirrhosa</i> Philippi, 1865 **	Terebellidae
<i>Polyopthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	<i>Terebella lapidaria</i> Linnaeus, 1767
Phyllodocidae	Sabellidae
<i>Genetyllis rubiginosa</i> (Saint-Joseph, 1888) **	<i>Desdemona ornata</i> Banse, 1957
Glyceridae	Serpulidae
<i>Glycera alba</i> (O.F. Muller, 1776) **	<i>Pomatoceros lamarkii</i> (Quaterfages, 1865)
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	
Hesionidae	
<i>Microphthalmus tyrrhenicus</i> Zunarelli Vandini, 1967	
<i>Podarkeopsis capensis</i> (Day, 1963)	

zo '88, non sono stati infatti rinvenuti in marzo '95, quando sono stati «sostituiti» da altre specie appartenenti alle stesse famiglie sopra citate. Per quanto riguarda l'interno dello stagno si può osservare che nel 1988 i parametri strutturali tendono ad essere inferiori rispetto al 1995, soprattutto nelle st. B e C; la st. A presenta invece valori abbastanza comparabili con quelli del 1995.

**Tab. 2** - Parametri strutturali del popolamento a policheti (1988-1995).

stz	1988				1995			
	specie	individui	Shannon	evennes	specie	individui	Shannon	evennes
A	4,66±1,15	108±29,51	1,96±0,05	0,90±0,10	5,66±0,57	75,33±3,51	1,92±0,17	0,76±0,04
B	3,66±0,57	63±11,13	1,28±0,09	0,69±0,04	8,66±1,15	118,6±34,5	2,28±0,35	0,73±0,07
C	3±1	11,33±8,50	1,31±0,53	0,85±0,14	9±4	142,6±115,9	2,26±0,12	0,76±0,16
D	17,66±7,23	178,3±151,7	3,47±0,20	0,86±0,07	17±4	113±39,15	3,36±0,30	0,82±0,004
E	15±13,22	84,66±88,51	2,88±0,84	0,83±0,06	9±2	32,33±21,12	2,61±0,26	0,84±0,15

Dalla classificazione dell'intero set di dati raccolti, ottenuta con il metodo di similarità di Bray-Curtis (Fig. 2), ne consegue un dendrogramma che pone in evidenza due gruppi, uno costituito dalle stazioni interne (A, B e C), l'altro dalle stazioni esterne (D ed E). Nel primo raggruppamento è evidente l'omogeneità delle stazioni A e B che risultano legate ad un elevato livello di similarità, sia nell'88 che nel '95 (oltre il 50%), come risulta anche dai parametri strutturali calcolati per queste stazioni. La stazione C, nell'88 si colloca in posizione intermedia tra i due clusters, confermando quanto osservato con i valori dei parametri strutturali univariati, che rilevano un gradiente interno-esterno nello stagno. Nel '95 questa stazione risulta omogenea alle stazioni A e B legandosi ad esse ad un valore di similarità intorno al 70%. Nel 2° raggruppamento si conferma sostanzialmente la tendenza all'uniformità della staz. D, infatti i campioni si legano ad un livello di similarità superiore al 40%, mentre quelli della E presentano livelli di similarità del 25%. Il confronto tra le due stazioni nei diversi anni risulta pressoché comparabile, mantenendosi a livelli di similarità intorno al 26% in entrambe le campagne di raccolta. Il modello di ordinamento ottenuto con l'MDS mostra anch'esso una generale separazione tra le stazioni interne e quelle esterne (Fig. 3); è da rilevare come nell'88 le stazioni si dispongono lungo un gradiente parabolico, coincidente con il gradiente interno-

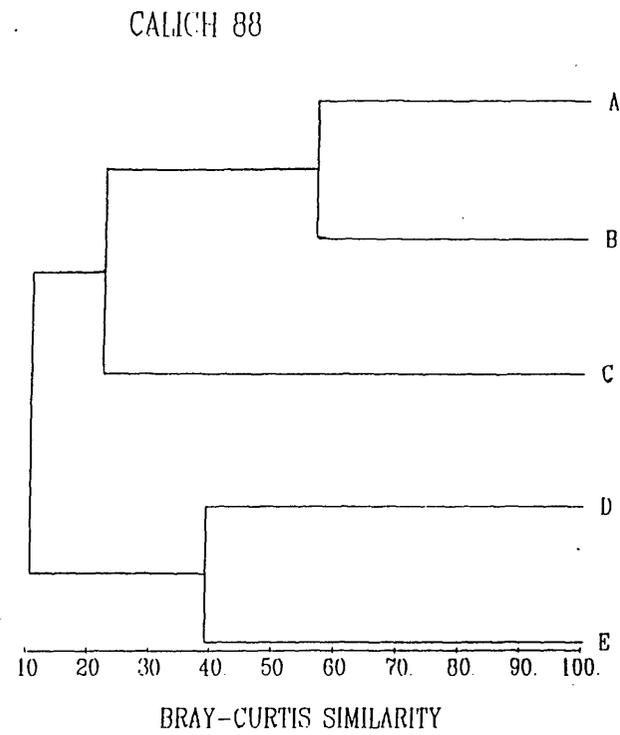
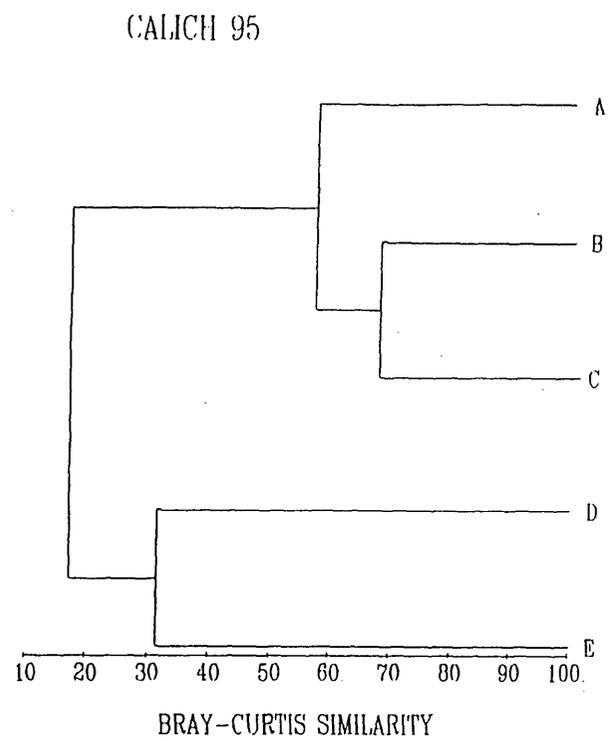


Fig. 2 - Dendrogramma ottenuto mediante l'indice di similarità di Bray Curtis.

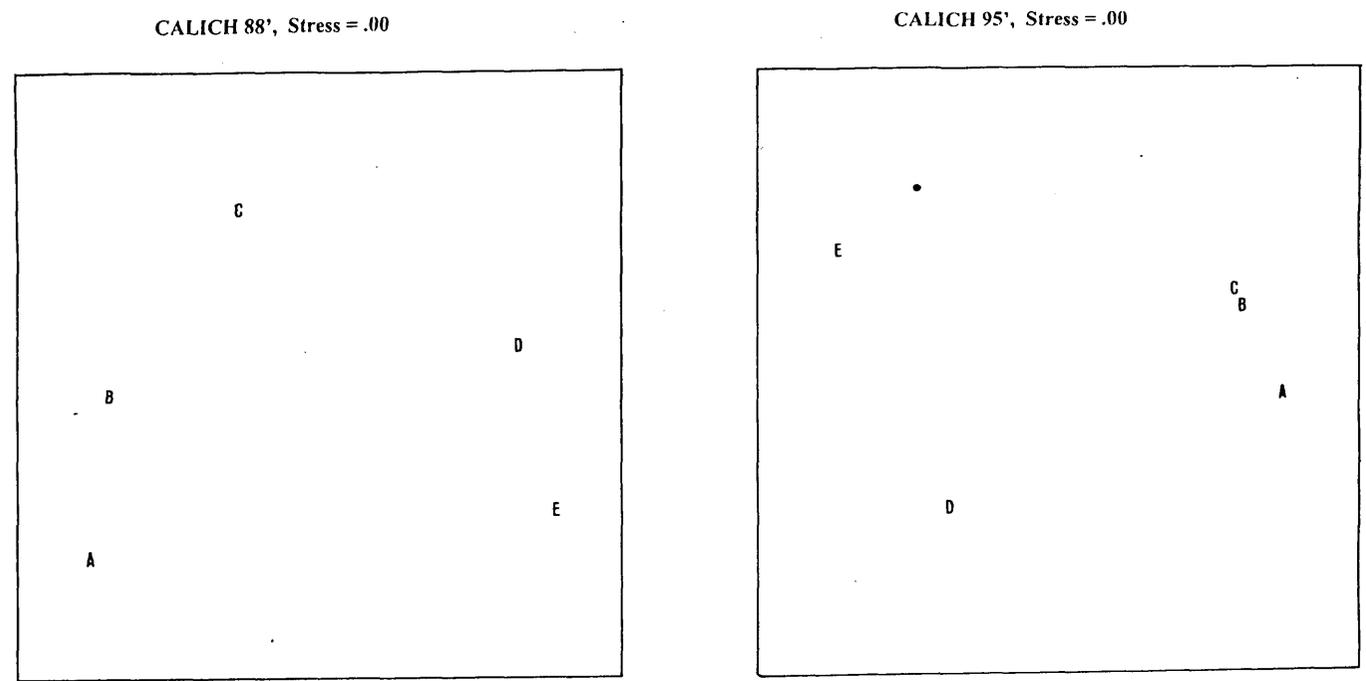


Fig. 3 - Modello di ordinamento ottenuto con l'MDS.

esterno dello stagno, con la stazione C collocata in posizione intermedia. Nel '95 le stazioni A, B e C risultano fortemente raggruppate, a testimonianza della tendenza ad una omogeneità dello stagno propriamente detto. Esse si contrappongono alle esterne D ed E che in questo caso appaiono più distanti rispetto all'88. Nella rappresentazione grafica i prelievi della stazione E risultano tra loro piuttosto distanti, accentuando il basso livello di similarità riscontrato.

#### DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le analisi effettuate sulla polichetofauna presente nel 1988 hanno permesso di mettere in evidenza una modificazione progressiva del popolamento, lungo un gradiente diretto dall'interno all'esterno piuttosto marcato, ma in un certo senso anche graduale, in quanto la situazione all'interno dello stagno appare abbastanza diversificata. Il suddetto gradiente si esprime sia in termini di modifiche strutturali dei popolamenti, sia in termini di sostituzione di specie. Le stazioni A e B sono notevolmente influenzate dagli apporti del Rio Barca e risentono scarsamente dell'influenza marina; esse sono colonizzate da poche specie tipiche di ambienti salmastri (*H. diversicolor*, *S. shrubsolii*), o tolleranti la presenza di elevate concentrazioni di sostanza organica anche in ambienti dissalati (*C. cfr. capitata*); La stazione C, interessata dagli apporti fluviali del Canale Collettore di Bonifica della Nurra, ma assai più vicina al mare, risulta estremamente povera sia da un punto di vista qualitativo sia quantitativo. Le esigenze delle poche specie presenti, tra cui si può mettere in evidenza oltre alla già citata *C. cfr. capitata*, anche *H. filiformis* e *Genetyllis rubiginosa*, testimoniano una situazione di stress, probabilmente a causa della elevata quantità di materiale organico ed inorganico in sospensione e, soprattutto, al rimaneggiamento del fondale dovuto alle attività di dragaggio in fase di conclusione in quel periodo nel bacino. Nella stazione D, la diversità e la ricchezza specifica, e più in genere i vari parametri strutturali, presentano i valori più elevati, sia rispetto all'interno dello stagno (e questo appare abbastanza prevedibile secondo le principali teorie sulla zonazione dei popolamenti di ambiente salmastro (A.A.V.V., 1958; COGNETTI, 1982; GUELORGET e PERTHUISOT, 1983), ma anche rispetto all'esterno, alla stazione E. Quest'ultima, che risente ormai solo di una scarsa

influenza delle acque dello stagno (ciò è messo in evidenza dall'assenza di specie tipicamente salmastre come *H. diversicolor* e *S. shrub-solii*), è infatti sottoposta ad ulteriore stress legato al carico organico derivato dal porto di Fertilia, al margine del quale è localizzata la stazione. Il popolamento in essa presente è fortemente caratterizzato da specie tipiche di substrati arricchiti da sostanza organica, e ciò è testimoniato dalla presenza oltre che di *C. cfr. capitata*, anche di *P. foetida*, *N. caudata* e *Pseudopolydora antennata* (BELLAN, 1967; COGNETTI, 1982; GIANGRANDE *et al.*, 1984); essa comunque, come la stazione D, presenta un ricco corredo di specie marine tipiche di substrati sabbiosi; non si tratta solo di specie interstiziali, come *Syllis garciai*, *Sphaerosyllis taylori*, *S. cfr. pirifera*, *S. hystrix*, *Parapionosyllis elegans*, *Exogone dispar*, *E. naidina*, *E. verugera*, *Paradoneis ilvana*, *P. armata* e *Aricidea cerruti*, ma anche di specie appartenenti all'infauna di fondi sabbiosi come *Glycera alba*, *Pettiboneia urcien-sis* ed *Owenia fusiformis*, quest'ultima fra l'altro esclusiva delle sabbie fini.

La zonazione delle comunità osservata nel 1988 lungo il gradiente interno-esterno del bacino appare quindi legata all'interazione di diversi fattori (CARRADA e FRESI, 1988; LARDICCI *et al.*, 1993), per lo più noti per avere notevole importanza in ambiente salmastro, come la salinità (GUNTER, 1961; A.A.V.V., 1958) il cui gradiente è piuttosto netto, il confinamento (GUELORGET e PERTHUISOT, 1983) che permette di distinguere nettamente la zona più interna, il rimaneggiamento del substrato derivato dalle operazioni di dragaggio (BONVICINI PAGLIAI *et al.*, 1985), che sottopone localmente ad ulteriori stress le zone interne dello stagno, gli apporti inquinanti derivati prevalentemente dagli affluenti o, nella zona più esterna, dall'adiacente porto ed abitato di Fertilia, che permette la colonizzazione di numerose specie indicatrici di inquinamento prevalentemente di tipo organico (BIANCHI, 1988). Tale situazione provoca il susseguirsi, lungo l'asse del bacino, di una serie di comunità legate alla risultante delle interazioni dei vari parametri che controllano le condizioni dello stagno. La suddetta zonazione può essere sintetizzata in una rappresentazione ideale in cui su uno sfondo comune, legato alla presenza di un popolamento tipico di aree inquinate da sostanza organica rappresentato da *C. cfr. capitata*, da *H. filiformis* e, per quanto riguarda solo l'area più esterna, da *N. caudata* e *P. foetida*, un misto di elementi tipici di aree eutrofiche a scarso idrodinamismo, si sovrappongono situa-

zioni locali lungo il gradiente risultante sopra citato. Nella zona interna tale popolamento ha un'importanza relativamente marginale, in quanto la comunità è caratterizzata prevalentemente da specie tipicamente salmastre come *H. diversicolor* e *S. shrubsolii*. Procedendo lungo l'asse principale dello stagno, verso la foce, ma anche verso la confluenza del Canale Collettore, si assiste ad un aumento relativo dell'importanza della componente legata ad inquinamento, parallelamente ad una diminuzione delle forme salmastre, a causa probabilmente, come già messo in evidenza in precedenza, dagli stress aggiuntivi legati alle operazioni di dragaggio e agli scarichi inquinanti di vario tipo presenti nel Canale Collettore. Nella zona di foce e nella zona esterna, alla componente legata ad arricchimento organico, si sovrappone infine una componente sempre più marina, costituita da diverse *facies* rappresentate in prevalenza da elementi endobentonici o interstiziali legati alle sabbie fini infangate.

Nel marzo '95, quando ormai da lungo tempo erano terminate le operazioni di dragaggio, la situazione dello stagno appare tendente verso una maggiore omogeneità. Si osserva comunque ugualmente una modificazione progressiva del popolamento (derivato sia da modifiche strutturali, sia da sostituzione di specie), lungo un gradiente diretto dall'interno all'esterno. Questo però appare assai più netto, marcato da una evidente discontinuità che si può localizzare poco più all'interno dell'area di foce; le 3 stazioni interne risultano infatti chiaramente distinte dalle due esterne ed i due gruppi risultano fra loro molto più omogenei di quanto si è potuto rilevare nel 1988. Le stazioni interne (A, B e C) sono caratterizzate, anche nel '95, da specie tipiche di ambienti salmastri, unite ad una componente tipica di aree sottoposte ad arricchimento organico; alcune di esse erano presenti anche sette anni prima, come *H. diversicolor*, *S. shrubsolii*, *H. filiformis*, altre, come *P. multibranchiata* e *P. anophthalma*, assenti o molto scarse nel 1988, hanno costituito popolazioni particolarmente abbondanti negli anni successivi. Le stazioni esterne sono caratterizzate invece, oltre che da specie tipiche di ambienti arricchiti di sostanza organica (*N. caudata* già abbondante nel 1988), anche da specie psammofile come *O. fusiformis* e le forme interstiziali *S. taylori* e *Parapionosyllis minuta*. Lo stagno appare quindi suddiviso in una zona più interna ed una più esterna chiaramente separate, a causa probabilmente della semplificazione dei gradienti ecologici che insistono sul bacino nel suo complesso; i massicci ap-

porti dulciacquicoli, ricchi in sostanza organica e più in generale di elementi terrigeni derivati dal Rio Barca e dal Canale Collettore, limitano la vivificazione marina alla zona più esterna, fino a non più di 100 m dalla foce, e permettono la colonizzazione dello stagno propriamente detto ad una comunità relativamente omogenea costituita da un'insieme di forme salmastre e di forme legate ad arricchimento organico. La zona più esterna si presenta invece come un grande ambiente di «transizione» fra lo stagno e il mare antistante, con biocenosi comparabili a quelle del 1988, ma comunque relativamente molto più omogenee e meno diversificate, a causa anche degli effetti della presenza del molo di soprafflutto di recente costruito lungo il porto di Fertilia, che limita il ricambio delle acque anche nella fascia più esterna dell'area presa in esame dove è localizzata la stazione E.

Per quanto riguarda il mutamento della composizione specifica della polichetofauna dello stagno di Calich, si può osservare inoltre una non trascurabile modificazione della componente di aree sottoposte ad inquinamento, o comunque arricchimento organico. L'importanza di *C. cfr. capitata*, presente nel 1988 in tutto il bacino, si riduce fortemente nel 1995, quando viene sostituita, come distribuzione e probabilmente anche da un punto di vista funzionale, da un altro capitellide *H. filiformis*, già riscontrato anche nel 1988. Questa specie è anch'essa indicatrice di arricchimento organico, anche se non nota per sopportare condizioni di stress al pari di *C. cfr. capitata*, la cui popolazione locale dello stagno di Calich, probabilmente non è stata in grado di sopportare qualcuno degli stress verificatisi negli anni intercorsi fra i due campionamenti e comunque è stata sostituita da una popolazione di un'altra specie localmente più «adatta» alle condizioni ambientali ivi presenti. È possibile, tuttavia, notare la sostituzione di specie congeneriche o comunque molto affini funzionalmente che si verifica nella zona più esterna dello stagno, soprattutto a carico di specie interstiziali appartenenti prevalentemente alle famiglie dei paraonidi e dei sillidi. Nel 1988 sono presenti *Paradoneis armata*, *P. ilvana*, *E. verugera* e *Parapionosyllis elegans*, mentre nel 1995 sono stati rinvenuti i sillidi *Exogone meridionalis* e *Parapionosyllis minuta*. Questo fatto può essere messo in relazione con le strategie di colonizzazione degli ambienti salmastri da parte delle specie tipicamente marine, già citate nell'introduzione (COGNETTI, 1982); la presenza di queste specie può essere infatti legata all'in-

gresso di popolazioni provenienti dalle comunità bentoniche adiacenti particolarmente favorito nella stagione primaverile (quando cioè sono stati effettuati i campionamenti presi in esame in questo lavoro), periodo in cui le condizioni dello stagno sono relativamente «migliori». La variabilità di questa componente può essere legata invece a colonizzazioni che si sono verificate in anni diversi da parte di specie anche differenti, ma comunque ecologicamente e anche tassonomicamente affini, la maggior parte delle quali non è riuscita a resistere a lungo nello stagno a causa delle condizioni sempre più difficili che caratterizzano questo bacino durante la stagione estiva.

Alcune delle specie tipicamente marine che sono riuscite a colonizzare lo stagno di Calich hanno, tuttavia, manifestato una elevata abbondanza in entrambi gli anni presi in esame, o soltanto in uno dei due; questo fatto può essere legato o ad eventi di colonizzazione successivi ed indipendenti dallo schema descritto precedentemente, oppure all'«adattamento» locale alle condizioni dello stagno di popolazioni di origine marina (COGNETTI, 1982); quest'ultimo è il caso, ad esempio, di *Prionospio multibranchiata* che, assente nel 1988, nel 1995 è riuscita a colonizzare ampiamente anche le zone più interne, e di *Sphaerosyllis* cfr. *pirifera*, la cui distribuzione è limitata prevalentemente alla fascia più esterna.

Lo studio della polichetofauna del Calich, effettuato nella stagione primaverile negli anni 1988 e 1995 (ad una distanza quindi di 7 anni), contribuisce a fornire un quadro della dinamica a medio termine delle comunità bentoniche di questo stagno e quindi del bacino stesso nel suo complesso e nel contempo, con l'individuazione di numerose specie più o meno tipiche di aree salmastre, ha contribuito alla conoscenza della polichetofauna presente negli stagni costieri sia della Sardegna e più in generale di tutte le coste italiane (COGNETTI *et al.*, 1978; GIANGRANDE *et al.*, 1984; CASTELLI *et al.*, 1988; LARDICCI *et al.*, 1993, 1995), e rappresenta quindi una base di dati per successivi studi su alcune specie o anche su alcune popolazioni particolarmente interessanti o, ancora, sulle modificazioni successive delle comunità dello stagno ed i parametri ambientali che le controllano.

## RIASSUNTO

Lo studio della distribuzione dei policheti di fondo molle dello stagno di Calich, effettuato a distanza di 7 anni (1988-1995), ha permesso di mettere in evidenza l'evoluzione a medio termine delle popolazioni di questo bacino. Da una situazione abbastanza diversificata, ma graduale, lungo il gradiente interno esterno dello stagno nel 1988, la comunità a policheti tende ad una maggiore omogeneità nel 1995 quando le stazioni interne, colonizzate da specie tipiche di ambienti salmastri e indicatrici di arricchimento organico, sono nettamente separate dalle stazioni esterne.

PAROLE CHIAVE: Acque salmastre, policheti, comunità bentoniche, Mediterraneo occidentale.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV., 1958 - Deliberazione conclusiva. Il Sistema di Venezia per la classificazione di acque marine in vase alla salinità. In: Simposio sulla classificazione delle acque salmastre - Symposium on the classification of brackish waters, Venezia 8-18 aprile 1958. *Archo Ocean. Limnol.*, **11**, suppl.: 1-248.
- BELLAN G., 1967 - Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Deuxième partie - L'ensable portuaire marseillais. *Rev. Int. Oceanogr. Med.*, **8**: 51-95.
- BIANCHI C.N., 1988 - Tipologia ecologica delle lagune costiere italiane. In: CARRADA G.C., CICOGNA F., FRESI E. (Eds). *Le lagune costiere: ricerca e gestione*: 57-66, CLEM., Massa Lubrense (Napoli).
- BONVICINI PAGLIAI A.M., COGNETTI VARRIALE A.M., CREMA R., CURINI-GALLETTI M., VANDINI ZUNARELLI R., 1985 - Environmental impact of extensive dredging in a coastal marine area. *Mar. Pollut. Bull.*, **16**: 483-488.
- BRAY J.R., CURTIS J.T., 1957 - An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, **27**: 325-349.
- CARRADA G.C., FRESI E., 1988 - Le lagune salmastre costiere. Alcune riflessioni sui problemi e sui metodi. In: CARRADA G.C., CICOGNA F., FRESI E. (Eds). *Le lagune costiere: ricerca e gestione*: 147-156, CLEM., Massa Lubrense (Napoli).
- CASTELLI A., CURINI-GALLETTI M., LARDICCI C., 1988 - Structure of benthic communities of brackish-water microhabitats: spatial and temporal variations. In «study of ecosystem modifications in areas influenced by pollutants (Activity I)». *MAP Technical Report Series*, **22**: 19-46.
- CATAUDELLA S., 1988 - Contributi dell'acquacoltura alla gestione produttiva degli ambienti lagunari. In: CARRADA G.C., CICOGNA F., FRESI E. (Eds). *Le lagune costiere: ricerca e gestione*: 147-156, CLEM., Massa Lubrense (Napoli).
- COGNETTI G., DE ANGELIS C.M., ORLANDO E., BONVICINI PAGLIAI A.M., COGNETTI VARRIALE A.M., CREMA R., MARIM., MAURI M., TONGIORGI P., ZUNARELLI VANDINI R., 1978 - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle Lagune di Orbetello. I. Situazione ecologica e ittiocultura. *Ingegneria Ambientale*. **7**: 343-406.
- COGNETTI G., 1982 - Adaptive strategies of brackish water fauna in pure and polluted waters. *Mar. Pollut. Bull.*, **13**: 247-250.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M., 1994 - Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Natural Environment Research Council*, UK, 144 pp.
- GIANGRANDE A., GRAVINA M.F., GAMBI M.C., FRESI E., ARDIZZONE G.D., 1984 - Policheti di fondo mobile di aree costiere semichiuse: fattori di selezione in ambiente salmastro. *Nova Thalassia*, **6**, Suppl., 155-163.
- GUELORGET O., PERTHUISOT J.P., 1983 - Le Demain Paralique. Expression Geologiques, Biologiques et Economiques du Confinement. *Trav. Lab. Geol.*, Paris, **16**: 1-136.
- GUNTER G., 1961 - Some relation of estuarine organisms to salinity. *Limnol. Oceanogr.*, **6**: 182-190.
- KRUSKAL J.B., WISH M., 1978 - Multidimensional scaling. Sage Publication, Beverly Hills, California.

- LARDICCI C., ABBIATI M., CREMA R., MORRI C., BIANCHI C.N., CASTELLI A., 1993 - The distribution of polychaetes along environmental gradients in the Orbetello Lagoon (Italy). *P.S.Z.N.I.: Mar. Ecol.*, **14**: 35-52.
- LARDICCI C., CECCHERELLI G., MATTERA P., 1995 - Dinamica di popolazione di *Streblospio shrubsolii* (Anellida: Polychaeta): fluttuazioni stagionali e attività produttiva. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 383-385.
- PIELOU E.C., 1966 - The measurement of diversity in different types of biological collectio. *J. Theor. Biol.*, **13**: 131-144.
- SHANNON C.E., WEAVER W., 1949 - The mathematical theory of communication. *Urbana*: University of Illinois Press.
- WARWICK R.M., CLARKE K.R., 1991 - A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **71**: 225-244.