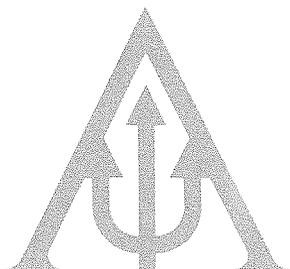


**ACCADEMIA INTERNAZIONALE  
DI SCIENZE E TECNICHE SUBACQUEE  
USTICA**



# **L'ACQUACOLTURA**

**QUADERNO N. 14**

Ottobre 1994



Atti della Tavola Rotonda

## **L'acquacoltura**

Ustica, 9-10 Settembre 1993  
SALA CONVEGNI DEL COMUNE DI USTICA

\* \* \*

MODERATORE:

**Prof. Raffaele Pallotta**

*Presidente dell'Accademia Internazionale  
di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica*

INTERVENTI:

**Dr. Enrico Ingle**

*Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e  
Tecnologica applicata al mare*

**Prof. Giuseppe Cognetti**

*Facoltà di Scienze della Università di Pisa*

**Prof. Giuseppe Giaccone**

*Istituto ed Orto Botanico della Università di Catania  
Vice presidente dell'Accademia Internazionale  
di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica*

**Dr. Giorgio Bavestrello**

*Istituto di Zoologia della Università di Genova*

**Prof.ssa Elda Gaino**

*Istituto di Zoologia della Università di Genova*

**Prof. Antonio Mazzola**

*Istituto di Zoologia della Università di Palermo*

**Prof. Silvano Riggio**

*Istituto di Zoologia della Università di Palermo*

**Prof.ssa Annamaria Varriale**

*Dipartimento di Patologia animale,  
Profilassi ed Igiene degli Alimenti della Università di Pisa*

**Dr. Paolo Notarbartolo di Sciarra**

*Regista e produttore cinematografico - Accademico  
Autore del documentario: "Le vongole: un tesoro sotto la sabbia"*



**Prof. Raffaele Pallotta**

*Presidente dell'Accademia Internazionale  
di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica*

Probabilmente senza le risorse dell'acquacoltura l'alimentazione ittica mediterranea sarebbe già ridotta a rare e costosissime occasioni.

La coltura delle specie ittiche e, perchè no, delle specie algali è l'unica concreta possibilità che abbiamo di continuare ad alimentarci con i prodotti del mare, alimentazione che i moderati studi sulla prevenzione dell'arteriosclerosi ci spingono ad incrementare.

L'acquacoltura ha in questi ultimi anni fatto passi da gigante e ha dato vita ad una continua e importante attività oltre che incrementato ricerche scientifiche e tecniche di notevole entità.

Sono però già stati identificati, anche in questa attività, inquinamenti territoriali che hanno destato preoccupazioni ambientali.

L'Accademia Internazionale di Scienze e Tecniche Subacquee, nell'importante settore dell'alimentazione che viene dal mare, non poteva non apportare un suo contributo di studio e di conoscenza su questo specifico e molto attuale argomento.

Siamo sicuri che l'importanza dell'acquacoltura, renderà necessari ulteriori e forse periodici approfondimenti. Cercheremo di effettuarli sempre con la peculiarità dei nostri convegni che si basa sulla multidisciplinarietà della trattazione e sulla

multiprofessionalità degli intervenuti. Peculiarità che ci ha consentito di rendere chiari e interessanti a tutti argomenti di interesse strettamente specialistico.

L'Accademia ringrazia tutti coloro che hanno dato vita a questo interessante incontro, i relatori, il pubblico, gli organizzatori e tutti coloro che vorranno impegnarsi a dare continuità al nostro impegno.

## Acquacoltura italiana. Analisi della produzione

**Dott. Enrico Ingle**

*Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica  
e tecnologica applicata al mare*

### **Introduzione**

In molte occasioni è stata sottolineata la difficoltà di conoscere con precisione l'andamento della produzione nel comparto dell'acquacoltura. Infatti i dati disponibili risultano spesso scarsamente aggiornati e le diverse fonti ufficiali riportano informazioni discordanti (tab. 1) e conseguentemente poco attendibili. Già in passato (Ingle 1987) sono state tentate delle valutazioni affidabili sulle produzioni nazionali di acquacoltura che tenevano conto sia dei dati ufficiali che delle informazioni raccolte dagli operatori del settore. Tale indagine aveva però carattere puntiforme e non rispondeva alla necessità di disporre di una sorta di banca dati dove potevano essere raccolte ed elaborate le informazioni in maniera sistematica e continuativa. L'ICRAM ha affrontato il problema avviando uno specifico programma di ricerca, finanziato dal Ministero della Marina Mercantile, finalizzato alla messa a punto di metodologie atte a realizzare una banca dati permanente che, gestita a livello centrale, potrà costituire un valido supporto per la programmazione degli interventi nel settore dell'acquacoltura. Il progetto,

denominato «Messa a punto di una rete per il rilevamento dello stato di diffusione della tecnologia e dei dati di produzione nel settore dell'acquacoltura e della maricoltura» si articola su sei unità di rilevamento a valenza interregionale che coprono l'intero territorio nazionale: Nord-Ovest (Piemonte, Valle d'Aosta, Liguria e Lombardia); Nord-Est (Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia ed Emilia Romagna); Centro (Toscana, Umbria, Marche e Lazio); Sud (Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata e Calabria); Sicilia; Sardegna.

Nel presente lavoro vengono riportati i dati di produzione aggiornati al 1992, tenendo conto della suddivisione geografica indicata nel progetto e dei codici regionali definiti dalla C.E.E.

## **Le tecnologie produttive**

Il comparto dell'acquacoltura Nazionale può essere suddiviso in 3 grandi settori: allevamento in acque dolci (prevalentemente Trote); allevamento di specie eurialine (Spigola - Orata - Anguilla e Cefali); allevamenti di molluschi (Mitili e Vongole).

Non essendo le acque dolci di specifica competenza ICRAM, per tale settore si farà particolare riferimento solo all'allevamento dell'Anguilla, in quanto specie eurialina a doppia valenza ambientale (acqua dolce e salmastra) mentre ci si limiterà a riportare i livelli raggiunti nel 1992 per le altre specie. Un'analisi più accurata verrà invece fatta per gli altri due settori citati.

La produzione ittica nazionale viene realizzata seguendo sostanzialmente due scelte tecnologiche: l'allevamento estensivo e/o semi-estensivo e l'allevamento intensivo.

Il primo si avvale delle esperienze storicamente acquisite nelle valli da pesca ed impegna ambienti lagunari con acque marine e salmastre. Il secondo che si è sviluppato sull'esperienza

della trotilcoltura si avvale di bacini a elevato carico di biomassa per unità di superficie.

A queste due tipologie di allevamento si affianca la molluschicoltura che presenta alcune peculiarità produttive in funzione delle singole specie allevate. Per quanto riguarda i mitili si distingue una produzione tradizionale con filari sospesi a palafitte impiantate in ambienti costieri lagunari protetti (Mar piccolo di Taranto; alcune lagune salmastre ecc.). ed una vera e propria maricoltura (in mare aperto) con filari sostenuti da galleggianti ancorati sul fondo (long-line). Per le vongole la produzione è concentrata nell'area del delta del Po e più che un vero e proprio allevamento risulta essere una forma di pesca razionalizzata e programmata in ambienti di concessione, che si sono rivelati particolarmente idonei alla produzione ed alla crescita di *Tapes philippinarum* (vongola verace).

Tra le innovazioni tecnologiche apportate recentemente, va rilevata l'intensificazione produttiva di alcune valli da pesca con l'ottimizzazione del governo delle acque e l'integrazione alimentare, mentre negli allevamenti intensivi va sempre più diffondendosi l'utilizzo dell'ossigeno puro e di mangimi estrusi. Inoltre si rileva una certa tendenza a realizzare impianti in gabbie galleggianti che però si scontra con la difficoltà di individuare siti idonei e con le problematiche relative alle concessioni demaniali.

## **La produzione**

Al fine di definire un quadro generale di riferimento, in tabella 2 vengono riportate le produzioni dell'acquacoltura nazionale aggiornate al 1992 ed il relativo valore in milioni di lire franco azienda.

Per Spigola, Orata, Anguilla e Cefali, in tabella 3 vengono indicati i prezzi unitari, sia del prodotto al consumo, che

del novellame da immettere negli impianti. Inoltre nelle tabelle 4, 5 e 6 i dati di produzione intensiva, estensiva e di novellame da riproduzione controllata, vengono definiti con maggiore dettaglio su base regionale.

Da una analisi dei dati statistici disponibili, negli ultimi 10 anni (tabella 7) risulta che la produzione di spigola ha mostrato un continuo e sostanziale incremento, soprattutto attraverso l'allevamento intensivo; per l'orata l'incremento è meno repentino e si è realizzato più o meno congiuntamente sia con tecniche intensive che estensive, anzi sono queste ultime che realizzano il tonnellaggio maggiore. Per quanto riguarda l'anguilla, si evidenzia un lieve calo produttivo, probabilmente dovuto alla minore disponibilità di novellame ed alla conversione di alcuni impianti verso l'allevamento di specie di più alto pregio economico. Se si analizzano i dati in dettaglio, si può invece osservare che il rapporto tra produzione intensiva ed estensiva che nell'86 era prossimo a 1:1 mentre oggi si sta avvicinando a 2:1 a favore dell'intensivo con una conversione di tipo tecnologico che prevede l'utilizzo di acque dolci ad elevata temperatura (20-25° C).

Per i cefali la produzione, ottenuta solo con tecniche estensive, risulta pressoché stazionaria negli anni considerati, in accordo con una limitata richiesta da parte del mercato, sebbene in questo ultimo periodo sembra accresciuto l'interesse del consumatore nei confronti di questa specie.

Per il comparto molluschi sebbene non venga fornita una serie storica di dati, risulta in continuo aumento la produzione di vongola verace, mentre rimane sostanzialmente costante il già elevato livello produttivo raggiunto per i mitili. In questo ultimo caso si fa notare che i dati riportati si riferiscono al solo prodotto allevato, non considerando la raccolta da banchi naturali.

## **La commercializzazione**

Le specie oggetto di acquacoltura non vengono pescate in quantità tale da creare gravi problemi di concorrenzialità tra allevamento e la pesca marittima se non in casi sporadici a livello di piccoli mercati locali. La vera concorrenza si manifesta con l'importazione da paesi terzi di specie pregiate (spigola e orata). In particolare la Grecia, che ha ormai superato le 7.000 tonnellate di prodotto esporta in Italia una quota considerevole della propria produzione, a prezzi concorrenziali (intorno alle 15.000 Lit./kg). Ma anche altri paesi del bacino mediterraneo (Turchia, Francia, Spagna, Egitto, ex Jugoslavia e più di recente Cipro, Malta ecc.) attuano lo stesso tipo di produzione considerando l'Italia come mercato di riferimento. A tutela della produzione nazionale, si è in più occasioni considerata l'opportunità di realizzare un marchio di origine e/o di qualità del prodotto italiano, affiancato da opportune campagne promozionali. Nel contempo si rileva l'esigenza di contenere i costi di produzione al fine di offrire un prodotto competitivo anche nel prezzo.

Tab.1 Produzione dell'acquacoltura italiana secondo diverse fonti di informazione (tonnellate)									
Fonte di informazione ed ultimo anno di osservazione riportato									
Specie allevata	Tecnologia								
	I, E, SE totale	FAO (1986)	CEE (1986)	OCDE (1986)	ISMEA (1987)	MAF (1987)	ICRAP (1986)		
Trota		26.500	22.500	25.000	25.000	25.000	25.000		
Pesce gatto		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500		
Carpa		40	50	80	50	50	50		
Altri pesci a.d.		50	-	-	-	-	-		
Anguilla		-	-	-	-	-	-		
		-	-	-	-	-	-		
E + SE		-	-	-	-	-	-		
totale		3.700	6.000	2.500	4.500	5.000	5.000		
Cefali		5.200	8.000	cefali	3.500	pesce bianco	2.500		
Orata		-	orata	+	150	(cefali, spigola,	150		
E		-	+	orata	250	orata ed altri)	250		
I + SE		-	spigola	+	-	-	-		
totale		250	totale = 1.500	spigola	400	E = 4.000	300		
Spigola		-	-	totale = 12.000	350	I = 300	450		
E		-	-	-	250	totale = 4.300	350		
I + SE		-	-	-	-	-	200		
totale		250	-	600	-	-	550		
Totale specie ittiche eurialine (Cefali, Spigola, Orata, Anguille)		9.400	15.500	14.500	9.000	9.300	7.200		
Gamberi		-	-	-	-	-	-		
Mitili		65.000	64.000	67.000	105.300	85.400	-		
Ostriche		5.000	1.000	-	-	5.000	-		
TOTALE GENERALE		107.490	104.550	108.080	140.850	126.250	7.200		

Leggenda: I = allevamento intensivo E = allevamento estensivo SE = allevamento semi-estensivo

Tab.2  
Produzione dell'acquacoltura italiana in tonnellate e corrispettivo  
valore in milioni di Lirefranco aziende per l'anno 1992

	19 92	
	Quantità (tonnellate)	Valore (milioni di lire)
Totale acquacoltura	166.206	441.653
Totale pesci	51.206	282.653
SPIGOLA	1.826	41.998
ORATA	1.070	22.470
CEFALI	3.000	13.500
ANGUILLA	3.310	44.685
TROTA	40.000	152.000
ALTRI PESCI	2.000	8.000
Totale molluschi	110.000	156.000
MITILI	90.000	90.000
VONGOLA VERACE	20.000	66.000
GRACILARIA	5.000	3.000
		fonte ICRAM

Tab.3  
Valore dei prodotti di acquacoltura in Italia, per l'anno 1992  
(prezzi medi franco azienda espressi in Lire)

Specie	1992	
	Taglie da consumo (Lit./Kg)	Novellame (Lit./individuo)
SPIGOLA	22.000/25.000	500/800
ORATA	18.000/22.000	700/1.000
ANGUILLA	11.000/12.000	20.000/70.000*
ANGUILLA (Capitone)	16.000/17.000	---
CEFALI	4.000/5.000	30/100
MITILI	800/1.000	---
VONGOLA VERACE	3.200/3.800	---
* Per il novellame di anguilla (Ceche e Ragani) i prezzi sono espressi in Lit/kg fonte ICRAM		

Tab.4 Produzione intensiva di specie eurialine nel 1992, in funzione della suddivisione per aree geografiche attuata dalla CEE (tonnellate)						
UNITA' DI RILEVAMENTO	REGIONI	CODICE CEE	SPIGOLA (tonnellate)	ORATA (tonnellate)	ANGUILLA (tonnellate)	
Nord - Ovest + Lombardia	Nord-Ovest:	31				
	Piemonte	311	0	0	150	
	Valle D'Aosta	312	0	0	0	
	Liguria	313	20	45	0	
Nord - Est + Emilia Romagna	Lombardia	32	0	0	800	
	Nord-Est:	33				
	Trentino Alto Adige	331	0	0	0	
	Veneto	332	38	35	280	
Centro + Lazio	Friuli Venezia Giulia	333	25	25	65	
	Emilia Romagna	34	15	5	50	
	Centro:	35				
	Toscana	351	900	90	100	
Sud + Abruzzo e Molise + Campania	Umbria	352	0	0	0	
	Marche	353	20	5	15	
	Lazio	36	5	0	220	
	Sud:	39				
Sud + Abruzzo e Molise + Campania	Puglia	391	145	145	240	
	Basilicata	392	20	40	0	
	Calabria	393	0	0	50	
	Abruzzo e Molise:	38				
Campania	Abruzzo	381	0	0	0	
	Molise	382	0	0	0	
Sicilia + Sardegna	Campania	37	0	0	0	
	Sicilia	3A	130	10	0	
Sicilia + Sardegna	Sardegna	3B	60	60	40	
	TOTALE		1.378	460	2.010	

fonte ICRAM

Tab.5 Produzione estensiva di specie curialine nel 1992, in funzione della suddivisione per aree geografiche attuata dalla CEE (tonnellate)						
UNITA' DI RILEVAMENTO	REGIONI	CODICE CEE	SPIGOLA (tonnellate)	ORATA (tonnellate)	ANGUILLA (tonnellate)	CEFALI (tonnellate)
Nord - Ovest +	Nord-Ovest: Piemonte Valle D'Aosta	31				
		311	0	0	0	0
		312	0	0	0	0
Lombardia	Liguria	313	0	0	0	0
		32	0	0	0	0
Nord - Est +	Nord-Est: Trentino Alto Adige Veneto	33	0	0	0	0
		331	260	370	950	900
		332	90	100	60	450
		333	6	10	140	80
Emilia Romagna	Friuli Venezia Giulia	34				
		35	18	20	20	250
Centro +	Centro: Toscana Umbria	351	0	0	2	0
		352	2	3	12	12
		353	3	5	14	140
		36				
		39	15	20	30	400
Sud +	Lazio	391	12	22	4	100
		392	0	0	8	10
		393				
Abruzzo e Molise +	Sud: Puglia Basilicata Calabria	38	0	0	0	0
		381	0	0	0	0
		382	0	0	0	0
		37	2	5	2	5
Campania	Abruzzo e Molise: Abruzzo Molise	3A	5	5	3	95
		3B	35	50	55	500
Sicilia	Sicilia					
Sardegna	Sardegna					
		TOTALE	448	610	1.300	2.942
						fonte ICRAM

19 92			
UNITA' DI RILEVAMENTO	REGIONI	CODICE CEE	ORATA (milioni di individui)
Nord - Ovest + Lombardia	Nord-Ovest:	31	
	Piemonte	311	0
	Valle D'Aosta	312	0
	Liguria	313	0
Nord - Est + Emilia Romagna	Lombardia	32	0
	Nord-Est:	33	
	Trentino Alto Adige	331	0
	Veneto	332	2.200.000
Centro + Lazio	Friuli Venezia Giulia	333	1.000.000
	Emilia Romagna	34	
	Centro:	35	
	Toscana	351	1.300.000
Sud + Abruzzo e Molise + Campania	Umbria	352	0
	Marche	353	
	Lazio	36	400.000
	Sud:	39	
Sicilia + Sardegna	Puglia	391	
	Basilicata	392	1.200.000
	Calabria	393	0
	Abruzzo e Molise:	38	
TOTALE	Abruzzo	381	0
	Molise	382	0
	Campania	37	0
	Sicilia	3A	2.300.000
Sardegna	Sardegna	3B	600.000
		TOTALE	9.000.000
			100.000
			400.000
			6.450.000

Tab.6  
Riproduzione artificiale di avannotti di specie eurialine nel 1992, in funzione della suddivisione per aree geografiche attuata dalla CEE (milioni di individui)

Tab.7

## Produzioni italiane di specie eurialine di allevamento (anni 1983-92)

specie	PRODUZIONI IN TONNELLATE											
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992		
<b>SPIGOLA</b>	Allev. Intensivo	50	80	140	350	450	530	600	600	1.055	1.378	
	Allev. Estensivo e Semi Est.	200	200	200	200	300	400	500	450	483	448	
	<b>TOTALE</b>	<b>250</b>	<b>280</b>	<b>340</b>	<b>550</b>	<b>750</b>	<b>930</b>	<b>1.100</b>	<b>1.050</b>	<b>1.538</b>	<b>1.826</b>	
<b>ORATA</b>	Allev. Intensivo	10	20	60	150	200	300	350	350	360	460	
	Allev. Estensivo e Semi Est.	300	300	300	300	350	450	500	500	605	610	
	<b>TOTALE</b>	<b>310</b>	<b>320</b>	<b>360</b>	<b>450</b>	<b>550</b>	<b>750</b>	<b>850</b>	<b>850</b>	<b>965</b>	<b>1.070</b>	
<b>ANGUILLA</b>	Allev. Intensivo	N.R.	N.R.	N.R.	2.200	2.700	2.550	2.500	2.200	2.095	2.010	
	Allev. Estensivo e Semi Est.	N.R.	N.R.	N.R.	2.000	1.900	1.700	2.000	1.500	1.490	1.300	
	<b>TOTALE</b>	<b>N.R.</b>	<b>N.R.</b>	<b>N.R.</b>	<b>4.200</b>	<b>4.600</b>	<b>4.250</b>	<b>4.500</b>	<b>3.700</b>	<b>3.585</b>	<b>3.310</b>	
<b>CEFALI</b>	Allev. Estensivo e Semi Est.	N.R.	N.R.	N.R.	3.500	2.900	2.685	2.500	3.000	2.880	2.942	
	<b>TOTALE</b>	<b>N.R.</b>	<b>N.R.</b>	<b>N.R.</b>	<b>3.500</b>	<b>2.900</b>	<b>2.685</b>	<b>2.500</b>	<b>3.000</b>	<b>2.880</b>	<b>2.942</b>	
												fonte ICRAM



## **Acquacoltura con alghe**

**Prof. Giuseppe Giaccone**

*Istituto ed Orto Botanico della Università di Catania  
Vice presidente dell'Accademia Internazionale  
di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica*

La FAO nel 1975 pubblicava un quaderno tecnico (n° 138) sulle risorse vegetali degli oceani e dei mari del mondo a cura di G. Michanek.

In questa monografia per l'area di pesca n° 37, che comprende il Mediterraneo ed il Mar Nero, sono segnalate tutte le specie, che, per le singole nazioni rivierasche, sono state segnalate in letteratura come attuale e potenziale fonte di risorse.

Quasi tutte le informazioni concernenti l'Italia sono state tratte dal volume che raccoglie le relazioni tenute alla Fiera Internazionale della Pesca di Ancona (5/7/1970) sulla «Possibilità di utilizzazione industriale delle alghe in Italia». Dopo questa monografia al IX Congresso SIBM di Lacco Ameno d'Ischia (19-22/5/1977) M. Sortino ha dato ulteriori informazioni sull'argomento.

Per quanto concerne le due aree delle nostre ricerche mentre per l'Alto Adriatico si ha una messa a punto di carattere generale (lavori degli Istituti di Botanica e di Merceologia dell'Università di Trieste dal 1968 al 1977), per il Basso Tirreno si hanno solo notizie frammentarie. Alcuni dati significativi si

hanno per alcune specie agarofite viventi nel Lago di Faro (Messina).

Località del Basso Tirreno con vocazione all'acquacoltura sono nella provincia di Messina i Laghi di Faro e di Ganzirri, le zone dell'Arenella e Romagnolo rispettivamente ad ovest e ad est del porto di Palermo e le saline della provincia di Trapani. In questi siti, infatti, *Gracilaria* prospera allo stato naturale per la presenza di bassi fondali sabbioso-limosi in ambienti riparati e con presenza di apporti organici da scarichi fognari. Altre agarofite presenti in queste stazioni su roccia sono *Hypnea* che produce un ficocolloide pregiato (l'Ipneano) e *Pterocladia*.

Tutte e tre queste agarofite prosperano in acque leggermente dissalate e ricche in nutrienti e biostimolanti, tipiche delle aree soggette a scarichi fognari.

L'industria alimentare e farmaceutica italiana importa ogni anno quantità rilevanti di alghe e derivati (sul mercato di Milano si registrano 15-20 mila q di prodotto annuo importato).

Gli ambienti salmastri italiani in condizioni eutrofiche sono in grado di produrre da 2 a 5 kg/m<sup>2</sup>/anno in peso fresco con una resa media del 13% in peso secco di *Gracilaria verrucosa* (Giaccone, 1970) che è la specie che può essere vantaggiosamente coltivata anche a valle degli impianti intensivi di acquacoltura per riciclare il surplus di nutrienti e per depurare l'acqua in uscita dagli impianti (Giaccone e al., 1979; Giaccone, 1980).

Questa specie è stata sottoposta a coltura in impianti pilota nella Laguna di Grado in Friuli-Venezia Giulia.

La resa in Agar è del 40-60% del peso secco.

Le ricerche e gli impianti sono stati diretti da Giaccone e per la parte merceologica ha collaborato la prof. Lokar, che ha messo a punto tecniche di estrazione e purificazione dell'Agar riproducibili in scala industriale.

Le metodologie e le tecniche di coltivazione ed estrazione sono stati ripetuti nel Trapanese ed in particolare le coltivazio-

ni hanno avuto successo nei canali di alimentazione delle saline in prossimità del porto di Trapani (Drago e al., 1980).

Anche per le alghe come per i pesci nelle aree meridionali si ha il vantaggio di un periodo più lungo di sviluppo vegetativo in mancanza di un blocco invernale.

Le tecniche di allevamento dell'alga consistono nella creazione di un sistema simile a quello utilizzato in miticoltura, cioè sacchi di rete sospesi a corde portate da pali alla profondità di 50-80 cm sotto il livello dell'acqua o mediante colture sospese su massi di barriere artificiali realizzate per il ripopolamento attivo della fascia costiera in aree eutrofiche.

Questo tipo di coltivazione può essere realizzato sia all'uscita degli scarichi degli impianti di acquacoltura, che di quelli di depurazione di scarichi urbani o comunque organici trattati semplicemente con un sistema meccanico (sedimentazione primaria), permettendo di risparmiare il costo di costruzione e di gestione della fase biologica della depurazione e di avere un profitto dalla resa in biomassa algale commerciabile (Giaccone, 1980).

L'abbattimento degli inquinanti, da prove in laboratorio, ha dato i seguenti risultati (Giaccone e al., 1979):

*a)* l'alga utilizza con la stessa velocità sia i composti ridotti che quelli ossidati dell'azoto e quindi abbatte il carico organico dei liquami anche prima del processo biologico di mineralizzazione;

*b)* l'utilizzazione dei composti dell'azoto e del fosforo è rapida e si esplica con valori vicini al 90% nelle prime due ore di contatto a concentrazioni di 40 mg/l;

*c)* i detersivi (come MBAS) a concentrazioni intorno a 1-2% vengono utilizzati nello stesso periodo di tempo quasi completamente;

*d)* i nutrienti utilizzati non vengono rilasciati, come invece si verifica per es. con le alghe verdi Ulvaes.

Il bilancio costi-benefici porta ad un guadagno netto per ettaro coltivato di circa 3 milioni di lire e mitiga i danni dell'inquinamento organico costiero.

Come conclusione di queste fasi della ricerca si può dire che *G. verrucosa* costituisce un materiale alternativo ottimale nelle pratiche di acquacoltura nelle lagune in zone soggette a fenomeni di inquinamento organico sia di origine urbana che naturale; cioè per autoinquinamento a causa di accumulo di materiali organici in zone caratterizzate da scarso ricambio idrico.

## **Problemi attuali nell'allevamento e nella gestione del corallo rosso in Italia**

**Prof. Giorgio Bavestrello\***

**Prof. Riccardo Cattaneo-Vietti\* & Dott. L. Senes\*\***

\* *Istituto di Zoologia dell'Università di Genova*

\*\* *Acquario di Genova*

### **Introduzione**

Il corallo rosso, *Corallium rubrum* (L., 1758) (Cnidaria, Anthozoa), è un organismo marino che ha avuto ed ancora riveste una notevole importanza socio-economica in diverse nazioni, sia europee che afroasiatiche (Liverino, 1984). Il mercato dei prodotti derivati è tutt'oggi fiorente in Italia ed a livello internazionale ma, recentemente, sono sorte alcune preoccupazioni circa la sorte di questa specie a causa di una pesca indiscriminata, che ha portato alla scomparsa di intere popolazioni in diverse aree del Mediterraneo occidentale (Costa Azzurra, Riviera Ligure di Ponente, Golfo di Napoli). Tutto ciò ha indotto alcuni Paesi a richiedere, a livello internazionale, che fossero studiate ed adottate forme di controllo della pesca e della commercializzazione del prodotto (Cicogna & Cattaneo-Vietti, 1994). Ne è conseguito, negli ultimi anni, una moltiplicazione degli studi scientifici su questa specie che era stata, inespugnabilmente, molto trascurata nella prima metà del nostro secolo.

In particolare in Italia sono state sviluppate diverse linee di ricerche che vanno dalla biologia, alla pesca, alla gestione della risorsa, ricerche in gran parte confluite nel volume «Il Corallo rosso in Mediterraneo: arte, storia e scienza» curato da F. Ciccogna e R. Cattaneo-Vietti per conto del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali.

Vengono qui riportate alcune considerazioni di carattere gestionale che, a nostro avviso, dovranno essere prese in considerazione in tempi brevi se si vorrà preservare nel tempo con solo l'attività di pesca, ma anche tutto l'indotto che questa produce in Italia.

## **Il corallo rosso in Mediterraneo**

Il corallo rosso è un gorgonaceo con uno scheletro calcareo molto robusto che assume un aspetto arborescente spesso planare. Come in molti altri organismi coloniali la forma della colonia è tuttavia fortemente influenzata dalle condizioni microambientali per cui si assiste ad un notevole polimorfismo, anche all'interno della stessa popolazione (Bavestrello *et al.*, 1994). Le colonie, particolarmente sensibili alla sedimentazione, tendono ad insediarsi sulle pareti verticali o sui tetti rocciosi. La velocità di crescita è molto lenta (2-8 mm/anno) (Weinberg, 1991) e varia molto a seconda dell'età della colonia stessa: comunque individui con un diametro basale di 8.5-10.5 mm possono avere circa 6-7 anni d'età (Garcia-Rodriguez & Massò, 1986). L'altezza media delle colonie, pescate a scopo commerciale, è di circa 10-15 cm, con un diametro di base di 10-15 mm, ed un peso medio di 50-100 g. In Mediterraneo questa specie occupa un ampio spettro batimetrico, da poche decine di metri fino a circa 200 m di profondità (Carpine & Grasshoff, 1976). Come tutte le specie fotofobe, in prossimità della superficie (20-40 m di profondità), essa tende ad insediarsi in ambienti di grotta (Laborel & Vacelet, 1958; 1961; Peres

& Picard, 1964), dove può costituire *facies* ad elevata densità, così come accade nelle zone meno illuminate della biocenosi coralligena. Con l'aumento della profondità, la specie tende ad insediarsi anche su superfici sub-orizzontali.

In Mediterraneo il corallo rosso è distribuito, praticamente senza soluzione di continuità, in tutta l'area occidentale e centrale, quando le condizioni ambientali lo permettono. I principali banchi d'interesse commerciale sono segnalati in Sardegna, nelle Bocche di Bonifacio, in Spagna e lungo le coste del Magreb. Alla fine dell'800, ad est del Banco Graham (Canale di Sicilia) furono scoperti imponenti banchi di corallo sub-fossile, a lungo sfruttati commercialmente (Liverino, 1984) ed oggi completamente esauriti.

È difficile presentare valutazioni quantitative di pesca attendibili in quanto le statistiche ufficiali riportano certamente valori sottostimati, comunque la FAO (1988) valuta in 72.6 t/anno il pescato per tutto il Mediterraneo, per un valore di prodotto grezzo di circa 35 miliardi. Questo quantitativo è paragonabile a quello che si raccoglieva annualmente nel secolo scorso (Brehm, 1907) quando le tecniche di pesca erano certamente più primitive.

### **Un esempio: il corallo di Portofino**

All'inizio del '900, in diverse zone del Mar Ligure, sia a levante (Promontorio di Portofino) che a ponente (Savona, Isola di Bergeggi, Capo Noli, Isola Gallinaria, Porto Maurizio), venivano segnalati diversi banchi di corallo rosso (Parona, 1898; Mazzarelli, 1946) sfruttati per secoli dai pescatori liguri, ma più recentemente Marchetti (1965) sottolineava l'assenza di questa specie lungo tutto l'arco ligure, fatta eccezione per il Promontorio di Portofino. Il corallo è tuttavia presente nelle acque monegasche, ed è quindi molto probabile che si possa ritrovare anche in piccole stazioni nell'estremo ponente ligure. A levan-

te del Promontorio di Portofino, invece, sembra ormai certa la sua assenza fino a Livorno.

La falesia del Promontorio di Portofino è dunque l'unica area ligure in cui sia attualmente accertata la presenza di un consistente popolamento, d'altronde già segnalato, oltre trent'anni fa, da Tortonese (1958; 1961) tra i 25 ed i 55 m di profondità. Uno studio di questa popolazione si deve a Marchetti (1965) e più recentemente, a Palmulli (1988) e Cattaneo-Vietti *et al.* (1989; 1993; 1994). A Portofino, le prime colonie di piccole dimensioni appaiono a partire da 20-25 m di profondità anche se colonie isolate possono essere osservate anche a profondità inferiori. Al di sotto dei 30 m, questa specie costituisce una tipica *facies* della biocenosi coralligena e di quella delle grotte semioscure, dove la specie è estremamente abbondante, raggiungendo densità di anche 1300 colonie/m<sup>2</sup>. La sua tipica distribuzione aggregata, legata all'influenza dei parametri microambientali, fa sì che i valori medi oscillino attorno alle 250-300/m<sup>2</sup>. Il corallo portofinese, pur raggiungendo valori di densità notevoli, presenta diametri di base inferiori ad 8 mm. ed un'alta percentuale di infestazione da parte dei poriferi endobionti, rendendo la popolazione di nessun interesse commerciale. Il confronto tra i dati attuali e quelli registrati oltre trent'anni prima (Marchetti, 1965) mostra un sensibile aumento nella densità generale del popolamento probabilmente da imputare ad una minore pressione di pesca da parte dei subacquei dilettanti. Il valore ponderale, invece è rimasto costante (600-1200 g/m<sup>2</sup>), indicando che l'infoltimento della popolazione ha indotto una maggiore competizione intraspecifica. Ciò è confermato anche dal fatto che le colonie con diametri di base maggiori si riscontrano in stazioni a minore densità.

### **La pesca del corallo**

Per secoli il corallo rosso è stato pescato in Mediterraneo utilizzando un tipico attrezzo artigianale, la Croce di S. An-

drea, ingegno o barra italiana (Scatizzi, 1935; Liverino, 1984). Esso consiste in due pesanti legni zavorrati, uniti a formare una X che vengono trascinati sul banco e spezzano le colonie che restano poi impigliate nei brandelli di reti da pesca legati dietro all'attrezzo. Un sistema simile, ma di minori proporzioni, in modo da poter essere utilizzato da un singolo pescatore, viene usato anche nell'Oceano Pacifico per la raccolta del corallo *momo*. L'uso secolare di questo attrezzo ha consentito ai pescatori del Mediterraneo di mettere a punto una serie di tecniche raffinate per condurre la pesca non soltanto sui banchi situati su substrati suborizzontali, ma anche sulle cigliate. Nonostante questo sistema di pesca sia tuttora utilizzato in numerose aree mediterranee, dal dopoguerra esso è stato sempre più soppiantato dalla pesca effettuata tramite sommozzatori muniti di autorespiratore ed, in epoche molto più recenti, ed esclusivamente nel Pacifico, da minisommersibili attrezzati con bracci meccanici.

Un lungo dibattito sull'impiego di questi diversi sistemi nella pesca del corallo è sfociato nell'interdizione dell'uso dell'ingegno da parte di tutti i paesi dell'area mediterranea, salvo l'Italia. Nel nostro paese solo la regione Sardegna si è dotata di una legislazione più restrittiva che vieta l'uso di questo attrezzo (Cudoni & Chessa, 1991) ed ha introdotto il numero chiuso delle concessioni di pesca.

## **Il trapianto, l'allevamento e la gestione del corallo**

La ricostituzione di popolazioni marine danneggiate o sovrasfruttate è stata recentemente condotta con più o meno successo per diverse specie bentoniche, quali la fanerogama *Posidonia oceanica* (Jeudy de Grissac, 1984; Meinesz *et al.*, 1992), i molluschi bivalvi *Pinna nobilis* (Hignette, 1983; De Gaullejac & Vicente, 1990) e *Tridacna*, alcune specie di ricci di mare (Trinidad-Roa, 1988) e di madreporari ermatipici (Hadisubroto, 1988).

Il corallo rosso, pur nei limiti della sua intrinseca lentezza di crescita, sembra essere una specie adatta ad esperimenti di trapianto, in quanto è un organismo piuttosto tollerante ai mutamenti dei parametri ambientali (ad esclusione della sedimentazione), riuscendo anche a vivere in prossimità di aree inquinate (Harmelin *et al.*, 1987), staccato dal substrato naturale (Weinberg, 1979; Pais *et al.*, 1992; Cicogna & Cattaneo-Vietti, 1994), insediato su relitti di ferro (Palmulli, 1988) o, in esperienze di laboratorio, anche sul vetro (Bianconi *et al.*, 1988; Giacomelli *et al.*, 1988). Questa notevole adattabilità è stata pertanto sfruttata in una esperienza di allevamento in condizioni artificiali avvenuta nella Riserva Marina del Principato di Monaco (Cattaneo-Vietti & Bavestrello, 1994). Le colonie, raccolte sulla parete rocciosa del Loew's, sono state trapiantate in grotte artificiali in calcestruzzo situate a 35 m di profondità con diversi orientamenti rispetto alle correnti dominanti. La specie ha mostrato un interessante capacità di adattamento al trapianto, vivendo per oltre 4 anni staccata dal substrato naturale. Larga parte delle colonie trapiantate ha mantenuto una buona condizione fisiologica durante l'intero periodo mostrando una notevole capacità a limitare lo sviluppo del fouling circostante ed, in alcuni casi, il cenenchima si è anche sviluppato a ricoprire i supporti. La presenza di giovani colonie insediate all'interno delle grotte a solo due anni dall'inizio della sperimentazione testimonia il successo riproduttivo delle colonie trapiantate e conferma le buone capacità adattative delle colonie e delle planule, come era già stato messo in evidenza in laboratorio (Giacomelli *et al.*, 1988; Bianconi *et al.*, 1988). I dati relativi alla velocità di crescita delle colonie neoformate suggeriscono inoltre una buona capacità adattativa: durante i primi due anni (1991-92), l'accrescimento medio è stato di circa 8-12 mm/anno in lunghezza e di 2-3 mm/anno in diametro, valori addirittura leggermente superiori a quelli generalmente conosciuti per l'ambiente naturale. Anche il numero medio di polipi/cm<sup>2</sup> nelle colonie neo-

sediate sembra essere leggermente superiore a quello recentemente riportato da Abbiati *et al.*, (1991) in popolazioni naturali.

Queste esperienze di trapianto effettuate in mare hanno dato risultati nettamente superiori a quelli ottenuti con sperimentazione in laboratorio dove, dopo la prima fase di insediamento, la colonia stenta ad accrescersi, probabilmente a causa di qualche microfattore limitante. È anche probabile che la scabrosità del substrato abbia avuto un ruolo non secondario nel successo dell'insediamento, come era già stato sottolineato in ricerche di laboratorio (Bianconi *et al.*, 1988). Tutto ciò permetterebbe l'allevamento del corallo su un substrato non calcareo (come il cemento) che eviterebbe l'attacco da parte dei poriferi endobionti. Probabilmente questi solo passando attraverso il substrato calcareo sono in grado di attaccare la colonia stessa.

Queste esperienze di allevamento hanno finora avuto valore soprattutto nell'indicare la proprietà della specie di essere facilmente trapiantabile e di non soffrire danni apprezzabili durante e dopo questo trattamento. Questa caratteristica, unita ad una buona resistenza delle colonie durante i trasporti rendono la specie indicata in operazioni di reintroduzione in ambienti naturali.

Lungo le coste italiane sono molto numerosi i siti in cui è documentata la presenza in tempi storici di banchi di corallo, oggi totalmente esauriti. In tali zone sarebbero auspicabili iniziative atte a reintrodurre il corallo rosso nelle idonee biocenosi tramite trapianto di un certo numero di colonie provenienti da aree in cui la specie è abbondante. Il Promontorio di Portofino potrebbe senza difficoltà fornire materiale trapiantabile nei siti indicati. Infatti, in un'esperienza condotta in quest'area, è stato possibile dimostrare che, dopo la raccolta di tutte le colonie esistenti in un'area di 900 cm<sup>2</sup>, tre anni dopo, tale area era stata attivamente ricolonizzata dalle planule provenienti dalle colonie circostanti, le giovani colonie avevano rapidamente rag-

giunto l'altezza di circa 4 cm (diametro: circa 4 mm) e l'area era praticamente indistinguibile da quelle circumvicine.

Per paragonare il ritmo di crescita del corallo con quello di un altro gorgonaceo vivente alla stessa profondità, un analogo esperimento è stato condotto su un popolamento di *Paramuricea clavata* durante lo stesso periodo di tempo. In un'area di 3500 cm<sup>2</sup> sono state raccolte 27 colonie di altezza compresa tra 5 e 47 cm per un peso umido di circa 450 g. Dopo tre anni, mentre il popolamento circostante continuava ad essere estremamente fitto, nell'area in esame erano presenti esclusivamente 3 giovani colonie di pochi cm di altezza.

Questa esperienza indica la grande competitività del corallo nel riguadagnare il substrato, con una capacità d'insediamento notevole rispetto ad altre specie di gorgonacei.

Da queste evidenze risultano alcune importanti indicazioni per uno sfruttamento razionale dei banchi di corallo. Il punto chiave è il mantenimento, all'interno dei banchi, di zone protette con funzioni di dispersori di larve e poiché le planule del corallo non sembrano avere grandi capacità diffusive tali zone devono essere piuttosto ravvicinate. Solo in tali condizioni una rotazione dei banchi per lo sfruttamento della risorsa (Caddy, 1994) può avere serie speranze di successo.

Nell'ambito di tale ottica il tipo di pesca più dannoso va considerato quello che permette la raccolta più sistematica. Il lavoro di un corallaro professionista su una popolazione spazialmente delimitata, ad esempio all'interno di una grotta sottomarina, può portare all'eliminazione totale e dunque pressoché definitiva della specie in quell'ambiente in quanto le possibilità di una ricolonizzazione da parte di larve provenienti dall'esterno è praticamente nulla. Per contro l'ingegno può, da questo punto di vista, essere meno dannoso sia per la difficoltà di operare al di fuori di substrati suborizzontali sia perché la colonia non viene generalmente totalmente divelta ma solo spezzata, lasciando dunque una possibilità di riproduzione

alla colonia stessa. D'altro canto l'ingegno risulta assolutamente non selettivo spezzando, assieme ai rami di corallo, ogni altro organismo del benthos con un evidente danno per l'ambiente.

## Conclusioni

In conclusione la gestione della risorsa rappresentata dal corallo rosso per il Mediterraneo deve necessariamente muovere su diverse direttrici.

La grande facilità di manipolazione di colonie vive rende questa specie particolarmente adatta ad esperienze di reintroduzione in modo da ricostituire banchi preesistenti attualmente completamente depauperati.

Inoltre i primi esperimenti di corallicoltura in grotte artificiali hanno fornito risultati incoraggianti sia per la sopravvivenza dei trapianti sia per la riproduzione degli stessi e il rapido sviluppo delle larve. Nuove prove dovranno essere compiute in relazione alla ricerca ed alla selezione di popolazioni a crescita veloce ed alla possibilità di controllare artificialmente la trofia degli ambienti utilizzati per l'allevamento.

In ogni caso, allo stato attuale delle nostre conoscenze lo strumento gestionale più adeguato resta un'idonea legislazione della quale si suggeriscono, in conclusione, i punti principali:

*Il pescatore professionista*, iscritto ad un Albo della Capitaneria di Porto dell'area in cui intende operare sarà tenuto, non solo a pagare una tassa governativa di concessione, ma anche ad impegnarsi a fornire una serie di dati, estremamente utili per la gestione della risorsa. In particolare il pescatore in possesso di licenza deve impegnarsi: i) ad indicare su quale banco o quali banchi intenda pescare per l'anno in corso, ii) a fornire periodicamente alle Capitanerie un resoconto dettagliato dell'attività di pesca con i dati relativi alla quantità e alla qualità del pescato e sullo stato del banco, iii) a non richiedere per l'anno in corso altre licenze ad altre Capitanerie.

La mancanza anche di uno solo di questi punti provoca il ritiro della licenza di pesca per la raccolta manuale in immersione autonoma. L'uso di minisommersibili o ROV (sistemi filoguidati) sarà proibita insieme con l'utilizzazione di attrezzi trainati dalla superficie (barra di Sant'Andrea ecc.).

Per evitare che il subacqueo «pulisca» completamente un banco, con i conseguenti problemi di ricolonizzazione, dovrà essere consentita la raccolta di colonie con diametro di base maggiore di 10 mm. e, conseguentemente, proibito il possesso e la commercializzazione di colonie con diametro inferiore.

È compito delle Capitanerie di Porto il controllo sulla gestione dei banchi. In tale ottica essa dovrà rivolgersi, per gli aspetti scientifici, ad Enti di Ricerca (Università, CNR, ENEA, ICRAM ecc.) operanti nell'area. In assenza di questi la Capitaneria dovrà rivolgersi ad altri Enti di ricerca operanti in altri comprensori. L'Ente di ricerca prescelto indicherà un suo rappresentante che avrà la responsabilità scientifica della gestione dei banchi.

La pesca del corallo rosso sarà aperta tutto l'anno, ma le Capitanerie di Porto, su parere di Enti di Ricerca, potranno limitarne il periodo.

Le Capitanerie di Porto avranno l'obbligo di tenere un registro relativo a:

*a)* Banchi di corallo sfruttati presenti nella zona di competenza: ubicazione, profondità, qualità del prodotto, livello di sfruttamento ecc.

*b)* Numero di licenze rilasciate e nominativi (con dati anagrafici).

*c)* Dati statistici sulla pesca in ogni singolo banco (peso del pescato, qualità del pescato, nome dei pescatori ecc.).

Alla fine della stagione di pesca i dati relativi dovranno essere inviati dalle Capitanerie di Porto alle Autorità competenti (Ministero, FAO, ISTAT) all'Ente di Ricerca coinvolto nel controllo della pesca e comunque essere resi pubblici.

Le Capitanerie di Porto potranno interdire la pesca su qualsiasi banco di competenza per motivi ambientali, d'ordine pubblico, di sovrasfruttamento ecc., sentito il parere del rappresentante dell'Ente di ricerca. Si intenderà sovrasfruttato un banco che non renda al giorno più di 2 kg di prodotto su una media di 5 giornate operative/barca.

Coloro che scoprono un nuovo banco saranno obbligati a denunciarlo, indicando posizione, profondità, limiti del banco. Non potrà essere considerato banco nuovo, un banco situato entro 3 miglia nautiche a banchi già conosciuti. La scoperta di un nuovo banco garantirà uno sfruttamento esclusivo di due anni da parte dello scopritore. In caso di controversia saranno considerati scopritori di un banco coloro che per primi lo hanno denunciato alla Capitaneria di Porto.

Ogni anno la Capitaneria di Porto competente per l'area deciderà il numero massimo di licenze sentito il parere dell'Ente di Ricerca scientifica.

## BIBLIOGRAFIA

- ABBIATI M., G. BUFFONI, G. DI COLA & G. SANTANGELO, 1991. Red coral population dynamics: stability analysis and numerical simulation of time evolution of perturbed states. In: O. Ravera (Ed.), *Terrestrial and Aquatic Ecosystems: Perturbation and Recovery* Ellis Horwood Publ. 219-228.
- BAVESTRELLO G., R. CATTANEO-VIETTI & L. SENES, in stampa. Micro and macro differences in Mediterranean red coral colonies in and outside a cave. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*.
- BIANCONI C. H., G. RIVOIRE, A. STILLER & C. F. BOUDOU-RESQUE, 1988. Le Corail rouge, *Corallium rubrum*

- L., dans la reserve naturelle de Scandola. *Trav. Scient. Parc Nat. Reg. Res. Nat. Corse*, 16: 1-82.
- BREHM A. E., 1907. *La vita degli animali*. Vol. 10. Unione Tipografico-Editrice Torino, 729 pp.
- CARPINE C. & M. GRASSHOFF, 1976. Les Gorgonaires de la Mediterranée *Bull. Inst. Oceanogr.*, Monaco, 1430: 1-140.
- CATTANEO-VIETTI R., M. BARBIERI, G. BAVESTRELLO & L. SENES, 1992. Premieres expériences d'élevage de corail rouge dans la Reserve sous-marine de Monaco. *Comp.-Rend. Ass. Monegasque Prot. Nat.*, Monaco (1990-91): 34-41.
- CATTANEO-VIETTI R., G. BAVESTRELLO, M. BARBIERI & L. SENES, 1989. Analisi quantitativa di una facies a *Corallium rubrum* nel Mar Ligure. *Nova Thalassia*, 10: 575-578.
- CATTANEO-VIETTI R., G. BAVESTRELLO, M. BARBIERI & L. SENES, 1992. Premieres expériences d'élevage de corail rouge dans la Reserve sous-marine de Monaco. In: *Expérience de coralliculture en milieu naturel* Ass. Monègasque Prot. Nat., Monaco. 11-17.
- CATTANEO-VIETTI R., G. BAVESTRELLO & L. SENES, in stampa. La facies a *Corallium rubrum* lungo il Promontorio di Portofino (Mar Ligure). *Atti XXIII Congresso SIBM*, Ravenna, 8-13 giugno 1992.
- CICOGNA F. & R. CATTANEO, 1994. Il corallo rosso in Mediterraneo, arte, storia e scienza. Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali, Edizioni Gutenberg, Sorrento, 263 pp.

- CUDONI S. & L. A. CHESSA, 1991. Present and past distribution of *Corallium rubrum* (L.) along the Northern and Central Sardinian coasts. In: Boudouresque C. F., Avon M. & Gravez V. (Eds.), *Les especes marines à protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie: 71-81.
- DE GAULEJAC B. & N. VICENTE, 1990. Ecologie de *Pinna nobilis* (L.) mollusque bivalve sur le cotes de Corse. Essais de transplantation et expériences en milieu controle. *Haliotis*, 10: 83-100.
- FAO, 1988. GFCM Technical consultation on red coral of the Mediterranean. *FAO Fish. Rep.*, 413: 1-162.
- GARCIA-RODRIGUEZ M. & C. MASSÒ, 1986. Algunas bases para la determinacion directa de la edad del coral rojo (*Corallium rubrum* L.) del Mediterraneo. *Boll. Inst. Esp. Oceanogr.*, 3 (4): 75-82.
- GIACOMELLI S., G. BAVESTRELLO & F. CICOGNA, 1988. Experience in rearing *Corallium rubrum*. *FAO, Fish. Rep.*, 413: 57-58.
- HADISUBROTO I., 1988. A trial improvement on coral reef in Jepara. In: *Regional Workshop on Artificial Reefs Development and Management*. Penang, Malaysia ASEAN/UNDP/FAO Manila, Philippines: 93-96.
- HARMELIN J. G., J. VACELET & C. PETRON, 1987. *Méditerranée vivante*. Ed. Glénat. 259 pp.
- HIGNETTE M., 1983. Croissance de *Pinna nobilis* L. (Mollusque Eulamellibranche) après implantation dans le Réserve sous-marine de Monaco. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 28: 201-202.
- JEUDY DE GRISSAC A., 1984. Essais d'implantations d'especes vegetales marines: les especes pionieres, le posido-

- nies. In: *Int. Workshop Posidonia oceanica Beds*, Boudouresque C. F., Jeudy de Grissac A. & Olivier J. (Eds.). GIS Posidonie: 431-436.
- LABOREL J. & J. VACELET, 1958. Etude des peuplements d'une grotte sous-marine du golfe de Marseille. *Bull. Inst. Ocean. Monaco*, 1120, 1-20.
- LABOREL J. & J. VACELET, 1961. Repartition bionomique du *Corallium rubrum* dans les grottes et falaises sous marines. *Rapp. P. v. Reun. Comm. int. Explor. scient. Mer Medit.*, 16 (2): 465-469.
- LIVERINO B., 1984. *Il Corallo*. Ed. Analisi, Bologna. 229 pp.
- MARCHETTI R., 1965a. Ricerche sul corallo rosso della costa ligure e toscana. I. Distribuzione geografica. *Rend. Ist. Lomb. Sci. Lett.*, B, 99: 255-278.
- MARCHETTI R., 1965b. Ricerche sul corallo rosso della costa ligure e toscana. II. Il Promontorio di Portofino. *Rend. Ist. Lomb. Sci. Lett.*, B, 99: 279-316.
- MAZZARELLI G., 1946. I banchi di *Corallium rubrum* nei mari d'Italia. *Publ. Staz. Zool. Napoli*: 1-12.
- PAIS A., L. A. CHESSA & S. SERRA, 1992. A new technique for transplantation of red coral *Corallium rubrum* (L.) in laboratory and on artificial reefs. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 33: 46.
- PALMULLI D., 1988. Situation de *Corallium rubrum* dans les eaux qui entourent le Promontoire de Portofino (GE). *FAO Fish. Rep.* 413, 79-81.
- PARONA C., 1898. La pesca marittima in Liguria. *Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Univ. Genova*, 3: 1-69.

- PERES J. M. & J. PICARD, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stn. mar. Endoume*, 31: 5-137.
- TORTONESE E., 1958. Bionomia marina della regione costiera fra Punta della Chiappa e Portofino (Riviera ligure di levante). *Arch. Ocean. e Limn.*, 9 (2): 167-210.
- TORTONESE E., 1961. Nuovo contributo alla conoscenza del bentos della scogliera ligure. *Arch. Ocean. e Limn.*, 12 (2): 164-183.
- SCATIZZI I., 1935. La pesca del corallo. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol* Roma, 5: 706-726.
- WEINBERG S., 1991. Faut-il protéger les gorgones de Méditerranée. In: Boudouresque C. F., M. Avon & V. Gravez (Eds.), *Les especes marines à protéger en Méditerranée. GIS Posidonie*: 47-52.



## La spongocoltura in Mediterraneo

Prof.ssa Elda Gaino \*

Prof. Giuseppe Corriero \*\* - Prof. Roberto Pronzato \*

\* Istituto di Zoologia dell'Università di Genova

\*\* Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università di  
Bari

Da tempi immemorabili il Mediterraneo è stato sede di una intensa attività di sfruttamento, a scopi commerciali, di alcuni tipi di spugne, le spugne cornee, il cui scheletro ha particolari caratteristiche di morbidezza e capacità assorbenti. La peculiarità delle spugne cornee è di possedere una impalcatura scheletrica di natura organica, la spongina, organizzata in modo da costituire un fitto intreccio di fibre. Non tutte le spugne cornee presentano identiche caratteristiche e, pertanto, solo un esiguo numero di esse è utilizzato per scopi commerciali. Ciò è subordinato, ovviamente, al tipo di scheletro le cui qualità devono essere tali da garantire un prodotto che abbia elevate proprietà assorbenti e durata nel tempo.

### Le specie commerciali del Mediterraneo

Le spugne cornee oggetto dell'attività commerciale appartengono alle seguenti specie:

— *Hippospongia communis*: colore bruno-grigiastro con grandi

oscoli distribuiti irregolarmente sulla sua superficie; 50-60 cm. di diametro; accrescimento rapido nei primi anni e rallentamento successivo. Scheletro robusto contenente spesso inclusi inorganici sotto forma di granelli di sabbia.

— *Spongia officinalis* var. *adriatica*: detta spugna levantina, fine o melati; ha forma variabile ed è caratterizzata da piccoli conuli che si elevano dalla superficie; 35 cm. di diametro come valore massimo.

— *Spongia officinalis* var. *mollissima*: ha forma a coppa e presenta uno scheletro molto morbido, dotato di elevato potere assorbente. Gli osculi sono generalmente localizzati sulla parte superiore del corpo. Raramente supera i 15-20 cm. in altezza.

— *Spongia agaricina*: conosciuta anche col nome «orecchio di elefante» per la tipica forma laminare o a coppa, a pareti sottili. Gli osculi sono piccoli e raggruppati; da 20 cm. di diametro sino ad 1 m. Può crescere anche a 100 m. di profondità ma non è molto frequente ed abbondante.

— *Spongia nitens*: spugna massiccia a corti lobuli di forma cilindrica; supera raramente i 15-20 cm. di diametro. È la più fine di tutte le spugne commerciali, tuttavia, la fragilità, la poca abbondanza e la piccola taglia poco interessante dal punto di vista commerciabile.

— *Spongia zimocca*: specie di piccola taglia, 20 cm. come massimo, può essere appiattita o globosa. Generalmente presenta tutte le aperture osculari sulla faccia superiore. Le fibre di spongina, disposte a formare una trama molto fitta, rendono lo scheletro della spugna poco pregiato.

## Cenni storici

Abbiamo notizie che già Fenici ed Egizi raccoglievano le spugne spiaggiate e che i Greci furono i primi a pescarle immergendosi in acqua, dando il via ad una attività che col tempo avrebbe coinvolto anche i popoli della costa mediterranea sud-orientale.



a - Un esemplare di *Spongia officinalis* ripreso nel suo ambiente naturale ad una profondità di 30 metri circa.

Sappiamo con certezza che fino al 1841 il commercio mondiale fu sostenuto dalla sola produzione del Mediterraneo ma che in quella data il primo carico di spugne caraibiche fu immesso sul mercato. La tradizione della pesca delle spugne venne introdotta nei Caraibi da immigrati di origine greca che invasero ben presto il mercato con il loro prodotto entrando così in competizione con i pescatori della loro regione di origine. La competizione, tuttavia, fu unicamente sul piano quantitativo poiché la qualità delle spugne caraibiche è sempre stata di gran lunga inferiore a quella delle spugne provenienti dall'area mediterranea.

Ci si rese conto ben presto, tuttavia che lo sfruttamento dei banchi mediterranei stava gradualmente determinando un forte calo nella produzione di spugne. Per ovviare, almeno in parte, al depauperamento dei banchi si tentarono i primi rudimentali sistemi di coltura sfruttando una proprietà intrinseca delle spugne, nota forse già ai tempi di Aristotele. Essa consiste nella capacità di rigenerare le parti mancanti e di riorganizzarsi in una struttura funzionale anche dopo frammentazione. Già nel 1862, Schmidt sperimentando questa tecnica su vasta scala, suggerì che essa poteva essere sfruttata a scopi commerciali. Buccich (Moore, 1910) venne incaricato dal Governo Austriaco di condurre esperimenti in tal senso in mare Adriatico in una stazione dell'isola di Hwar. Per queste sperimentazioni, durate circa nove anni, l'autore utilizzò essenzialmente gabbie di legno contenenti frammenti di spugna e calcolò che occorrevano circa sette anni affinché essi arrivassero ad una taglia commerciabile, con un tasso di mortalità del 10% circa. L'ostilità della popolazione locale pose fine a questi esperimenti con la completa distruzione delle colture. Da questo studio, tuttavia, si poterono ricavare utili indicazioni circa le modalità di taglio degli esemplari ed il diverso destino dei frammenti ricavati da uno stesso genitore.



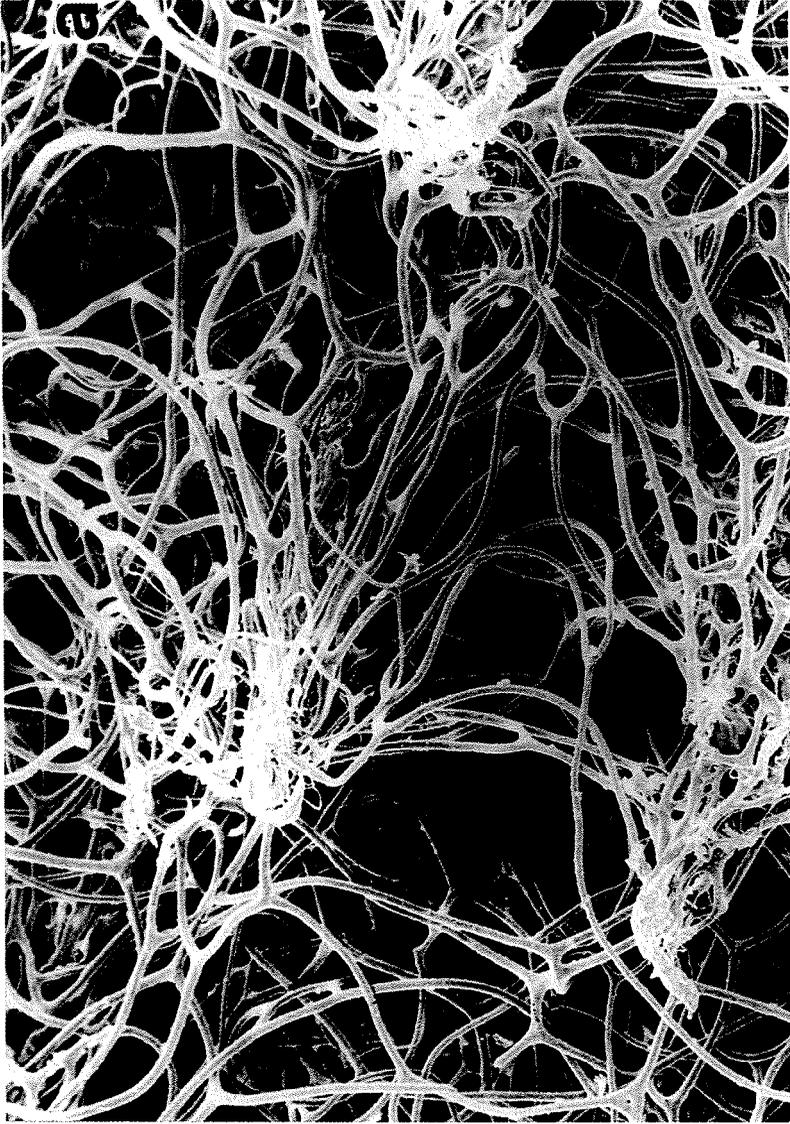
b - La malattia che ha colpito le popolazioni di spugne commerciali del Mediterraneo provoca, in una prima fase, la degenerazione dei tessuti con conseguente esposizione dello scheletro di spongina (parte più chiara) che viene a sua volta aggredito da agenti patogeni.

Tentativi di spongocoltura vennero fatti anche nei Caraibi nell'ultimo ventennio del secolo scorso ma, anche qui, l'ostilità dei pescatori locali, a cui si aggiunsero la pessima scelta delle zone di sperimentazione e la corrosione dei supporti di sostegno, furono causa del fallimento dell'iniziativa (Moore, 1910). All'inizio del secolo il problema del depauperamento dei banchi di spugne commerciali si pose con maggior vigore, e si moltiplicarono i tentativi per incrementare la produzione di spugne. Nel 1902, in Tunisia, il Governo, preoccupato degli effetti di una pesca intensiva e non regolamentata, fondò un laboratorio marittimo nel Golfo di Gabès per studiare la biologia delle spugne commerciali. Nel 1911 Dubois tentò una nuova forma di spongocoltura utilizzando larve raccolte con un collettore posto nei pressi di banchi di spugne commerciali. Tuttavia le spugne ottenute con questo sistema appartenevano per lo più a specie altamente competitive nella colonizzazione dei substrati e senza alcun valore commerciale.

Strade alternative verso forme diverse di spongocoltura furono tentate sfruttando la capacità riaggregativa delle cellule di spugna ottenute dalla spremitura di esemplari *in vivo* (Wilson 1907). Per le specie commerciali, tuttavia, tale tecnica non ha mai dato risultati soddisfacenti poiché un qualche processo d'inibizione blocca gli aggregati nelle fasi iniziali del loro sviluppo. La spongocoltura, pertanto, può fare appello alle sole proprietà rigenerative delle spugne, sperimentalmente innescate dal processo di frammentazione e dispersione.

## **Metodologie sperimentali**

Un primo vero ed articolato studio, nel settore della spongocoltura fu condotto da Moore (1910) in Florida, uno stato che nel primo decennio di questo secolo vantava una produzione di due milioni di esemplari di spugne all'anno. La sperimentazione di Moore fece intravedere possibilità applicative concrete



a - Fibre di spongina di *Spongia officinalis* organizzate in un fitto intreccio estremamente elastico in grado di assorbire una notevole quantità di liquidi.

mediante l'impiego di una appropriata metodologia. Il monitoraggio nel tempo dei frammenti di spugna, impiantati su substrati mobili in cemento, o sospesi a fili, permise di quantizzare i valori di mortalità, di accrescimento e di resa effettiva. I risultati di questa ricerca mostrano che: a) subito dopo il taglio la mortalità era abbastanza elevata e generalmente maggiore nei pezzi di piccola taglia; b) minori sono le dimensioni dei frammenti maggiore è il tasso di accrescimento; c) le spugne appese ai fili crescevano meglio di quelle fissate al substrato; d) i migliori valori di crescita ottenuti erano di circa 15-20 cm. di diametro in un anno; e) il tasso di mortalità si riduceva se le esperienze di allevamento erano condotte in zone non interessate da apporti di acque continentali e soggette a forti correnti.

È fuori dubbio che questi dati hanno rappresentato e rappresentano tutt'ora un punto di riferimento nel settore applicativo della spongocoltura. Le indicazioni fornite, quali la correlazione tra il tasso di mortalità ed il tipo di ambiente e di tecnica di taglio utilizzata, pongono l'accento sulla necessità di operare in maniera oculata prima di dare l'avvio a questo tipo di attività.

Anche le colture di Moore furono sottoposte a continui sabotaggi a cui si aggiunse la corrosione del materiale impiegato come substrato. Nel 1938-39 una grave epidemia causò la morte del 90% delle spugne commerciali dei Caraibi (Galtsoff, 1942), vanificando tutti gli sforzi fatti verso un tentativo di gestione programmata di questa importante risorsa naturale.

Nel bacino mediterraneo invece, sporadici tentativi per riproporre la spongocoltura furono effettuati verso la metà di questo secolo, lungo le coste tunisine e greche; purtroppo non si hanno dati sull'impatto economico di questi esperimenti. Un'esperienza più recente è stata fatta lungo le coste francesi al largo di Marsiglia, utilizzando, a supporto dei frammenti di spugne, fili di materiale sintetico indistruttibile in acqua di mare (Verdenal, 1986; Verdenal e Vacelet, 1990). Questo metodo facilitò



b - Le fibre elastiche di spungina (dallo spessore medio di 25-35  $\mu\text{m}$ ) sono spesso accompagnate da fibre piú grandi e ricche di inclusioni di sabbia la cui funzione è quella di irrobustire l'impalcatura scheletrica della spugna. Nell'immagine, una di queste fibre è indicata da frecce.

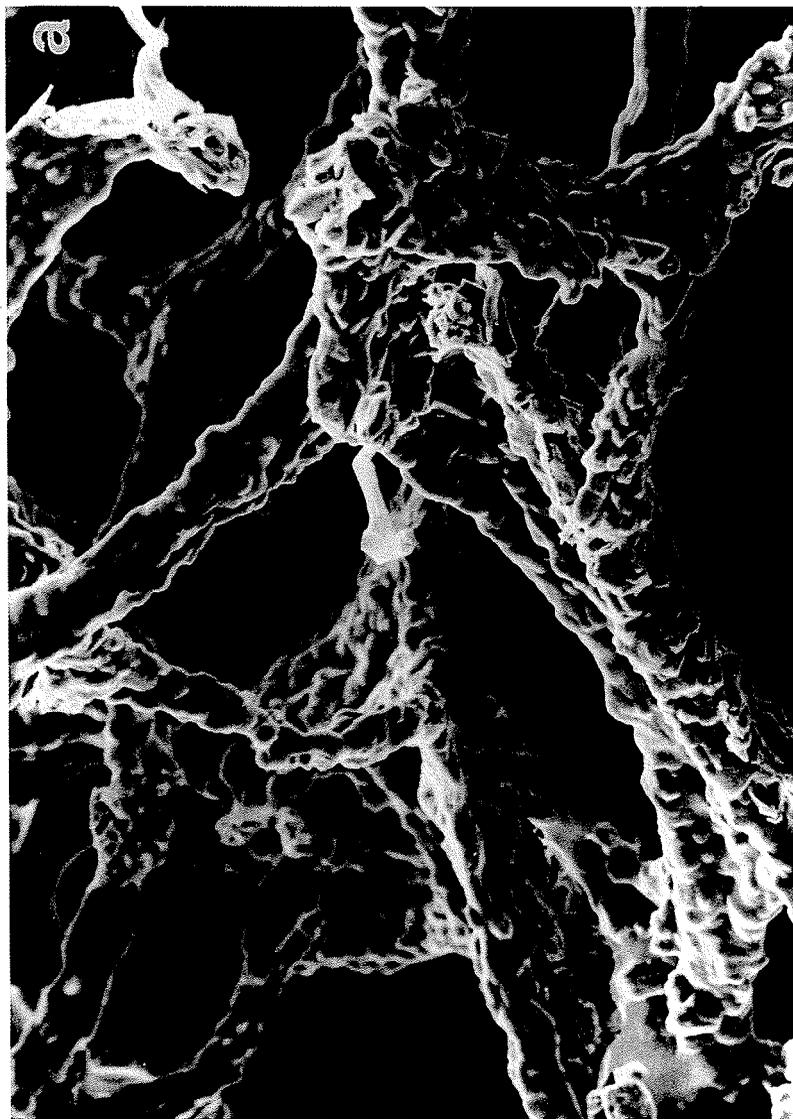
ta la messa in opera e la raccolta delle spugne e permette di seguire le colture riducendo i costi delle operazioni in mare. Lo studio degli Autori francesi, durato circa due anni, ha fornito utili indicazioni sulla effettiva possibilità di impiantare dei sistemi di coltivazione realmente produttivi. Delle tre specie studiate, a partire in media da frammenti di 70 centimetri cubici, *Spongia agaricina* si è rivelata la specie più resistente e con più elevato tasso di crescita, seguita da *Spongia officinalis* e dalla più delicata *Spongia nitens*. Queste indagini hanno evidenziato, inoltre, che l'inquinamento è responsabile dell'elevato tasso di mortalità, e che i migliori valori di crescita si hanno in mare aperto ed in aree con forti correnti.

Insieme alle esperienze di allevamento anche la pesca delle spugne commerciali si è evoluta sviluppandosi e perfezionandosi nel tempo attraverso la messa a punto di sistemi sempre più specializzati.

### **La pesca delle spugne oggi**

L'attività di pesca nel Mediterraneo vede da sempre i greci principali protagonisti, abili raccoglitori non solo lungo le loro coste, ma in varie aree geografiche ivi comprese le coste di alcune isole italiane come Lampedusa, Pantelleria, Lampione. Fino all'inizio degli anni '70, pescherecci greci prelevavano sistematicamente spugne anche dai banchi di Ustica.

Ancora oggi le spugne commerciali vengono raccolte nel corso di vere e proprie campagne che prevedono l'impiego di più barche e di un congruo numero di pescatori che prelevano il materiale in immersione avvalendosi di moderni autorespiratori (ARA). Le spugne subiscono un primo trattamento a bordo; esso consta di una operazione di battitura, per eliminare buona parte della componente vivente, a cui segue la fase di macerazione in acqua di mare che mette definitivamente a nudo lo scheletro. Le spugne, infilate ad una cima, vengono fatte

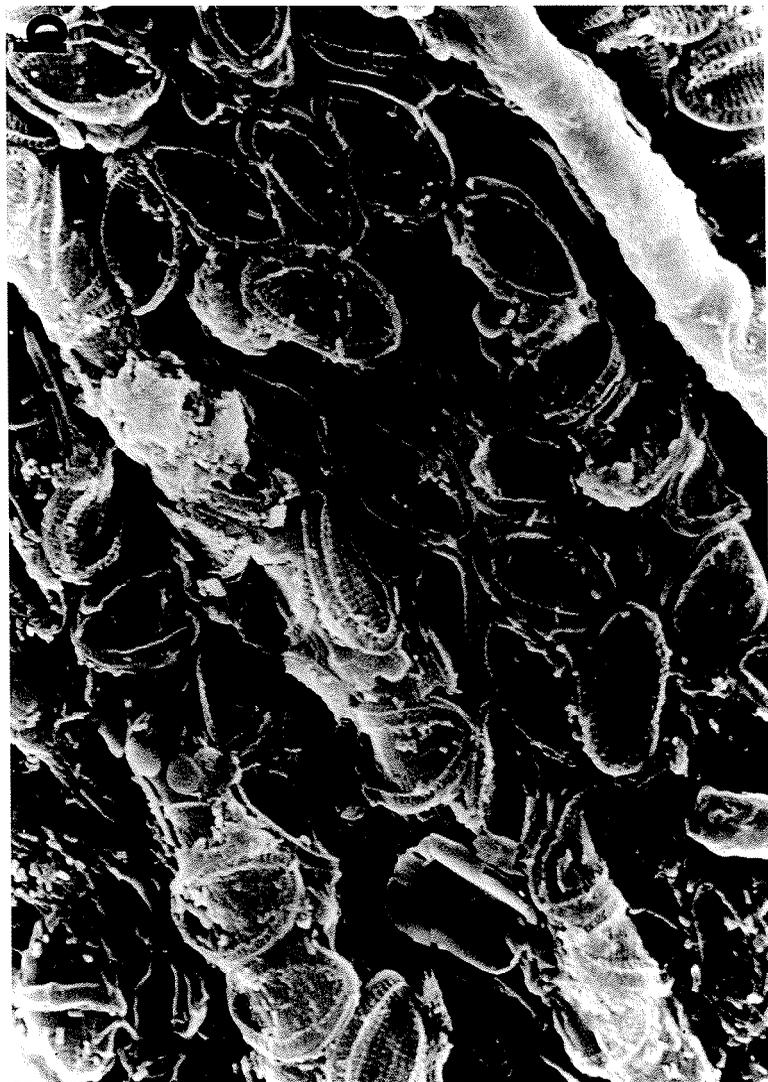


a - Le spugne cornee che possiedono uno scheletro in cui le fibre di spungina sono ricche di inclusi non hanno alcun valore commerciale.

asciugare appese al sartiame dell'imbarcazione prima di essere selezionate ed insaccate. Le successive operazioni avvengono a terra e consistono in un primo trattamento in HCl al 5% in acqua di mare, per asportare tutte le inclusioni calcaree dovute alla presenza di eventuali ospiti quali serpulidi, bivalvi e crostacei. Segue lo sbiancamento che consta di un rapido passaggio (10 minuti) in Permanganato di Potassio al 5%, seguito da lavaggi in acqua dolce. L'ultima operazione consiste nell'immergere le spugne in Bicarbonato di Calcio (o Carbonato sodico) al 10% per neutralizzare l'acidità dovuta alle precedenti operazioni. Taglio ed arrotondamento, compiuti con apposite forbici, rendono il prodotto atto all'immissione sul mercato.

La raccolta professionale di spugne lungo le coste italiane non è mai stata regolamentata ed attualmente viene effettuata in base ad una normativa di massima che tiene conto dei valori dimensionali minimi al di sotto dei quali gli esemplari dovrebbero essere lasciati in loco. Tuttavia, la mancanza di un reale controllo sulle taglie minime ha incoraggiato i pescatori a raccolte spesso indiscriminate, allo scopo di incrementare il pescato. Il sovrasfruttamento ha innescato, inevitabilmente, il graduale depauperamento dei banchi (Pronzato e Gaino, 1991) ed è tra le cause della grave epidemia che, segnalata lungo le coste della Tunisia nel 1986, si è diffusa gradualmente a tutto il Mediterraneo orientale colpendo l'Egitto, Cipro, la Turchia, Creta e la Grecia (Pronzato e Gaino, 1991; Vacelet, 1991). Anche le coste italiane sono state interessate da questo evento, sia nell'area meridionale (Lampedusa, Ustica, Sicilia) che in quella settentrionale.

Nel Mar Ligure esemplari ammalati di *Spongia officinalis* sono stati segnalati nel 1987, nel corso di una ricerca che ha permesso di studiare gli aspetti invasivi della malattia e di accertare le capacità di recupero dei popolamenti colpiti (Gaino e Pronzato, 1989). Si è così potuto stabilire che gli esemplari ammalati presentavano macchie depigmentate sulla loro super-

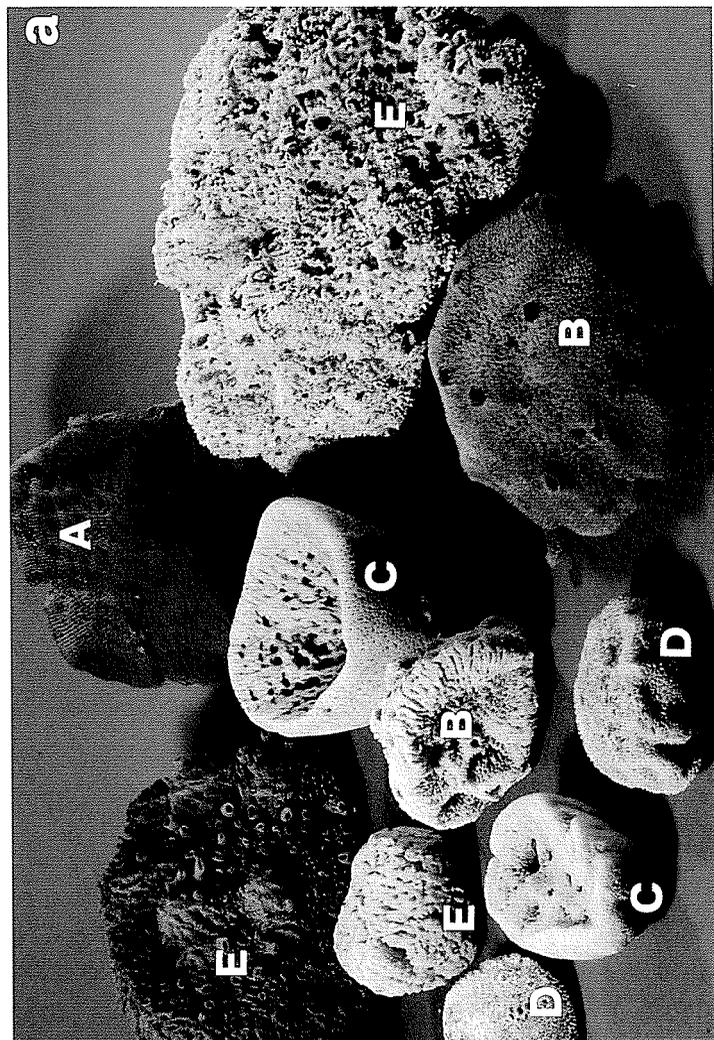


b - Gli inclusi presenti nelle fibre di spungina sono per lo più costituiti da minuti granelli di sabbia e frammenti di spicole di altre spugne. Talvolta si possono trovare scheletri silicei di alghe quali le diatomee, come documentato in questa immagine.

ficie e ampie zone in cui l'impalcatura scheletrica era messa a nudo. Le fibre scheletriche risultavano invase da batteri che scavando gallerie al loro interno rendevano queste parti inutilizzabili. Buona parte della popolazione è stata in grado di sopravvivere alla malattia che aveva colpito la quasi totalità degli esemplari, grazie ad un processo di autonomia con cui la spugna, eliminata la parte colpita, rigenera un nuovo settore perfettamente integrato con il resto del corpo (Gaino *et al.*, 1992).

Un monitoraggio temporale condotto in Sicilia sui popolamenti di Poriferi viventi nello Stagnone di Marsala, ha evidenziato che la malattia non interessa solo le spugne commerciali ma può colpire anche altre specie non utilizzate nel commercio (Gaino *et al.*, 1992). Inoltre, essa può manifestarsi in maniera devastante determinando l'estinzione della popolazione da un sito, (come nel caso di *S. officinalis* completamente scomparsa nel quadriennio 1986-1989 dallo Stagnone di Marsala). Talvolta, invece, si osservano drastiche riduzioni demografiche dei popolamenti (è il caso di *Spongia officinalis* nel mar Ligure o di *Ircinia variabilis*, una spugna cornea non commerciabile la cui popolazione dello Stagnone di Marsala si è dimezzata nei quattro anni di indagine) (Gaino *et al.*, 1992). In ogni caso, se non intervengono fattori esterni, come l'azione dell'uomo (vedi inquinamento o raccolte indiscriminate) le popolazioni, anche se apparentemente estinte, sono in grado di ricostituirsi; ciò è quanto si è verificato per *Spongia officinalis* e per un'altra spugna non commerciale (*Anchinoe paupertas*), che, ricomparse nello Stagnone di Marsala alla fine del 1991, sono ora rappresentate da consistenti popolazioni.

La malattia delle spugne commerciali ha messo in crisi il mercato determinando un'affannosa ricerca delle spugne da parte dei pescatori, fortemente incoraggiati dalla lievitazione dei prezzi con cui il prodotto veniva commercializzato. I dati riferiti alla Tunisia sottolineano che mai le spugne erano state pagate a prezzi così elevati come negli anni 1987-89 in cui arrivarono a su-



a - Gli scheletri delle spugne commerciali, dopo un primo sommario trattamento eseguito dai pescatori stessi appena dopo la raccolta (esemplari più scuri) subiscono a terra, in laboratori specializzati, una serie di manipolazioni tendenti a sbiancare ed ammorbidire le fibre di spungina (esemplari più chiari). Gli scheletri qui raffigurati appartengono a *Spongia agaricina* (A); *Spongia officinalis* var. *Adriatica* (B); *Spongia officinalis* var. *mollissima* (C); *Spongia zimocca* (D); *Hippospongia communis* (E).

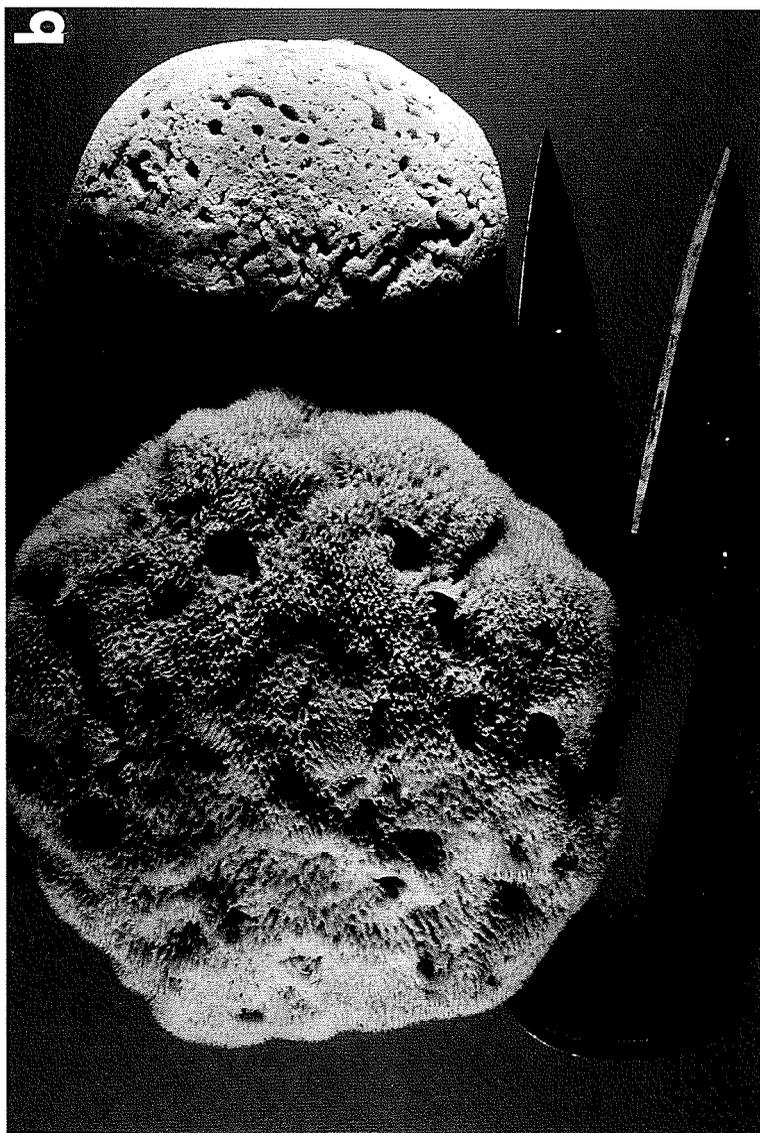
perare l'equivalente di 200.000 lire al kg. (Ben Mustapfa e Vacelet, 1991). D'altra parte i prodotti sintetici, molto più economici, anche se in alcuni settori sono da anni utilizzati con successo, non sono confrontabili con quelli naturali per qualità e durata nel tempo. Nel settore della cosmesi, ad esempio, il prodotto naturale non teme concorrenza e, più recentemente, anche il settore chirurgico sta impiegando sempre più le spugne naturali. Negli Stati Uniti, queste ultime, vengono utilizzate nel corso di interventi chirurgici per recuperare il sangue del paziente e poterlo ri-infondere dopo i dovuti trattamenti.

### **Proposta per un'esperienza di spongocoltura ad Ustica**

Anche se in Italia non si è mai sviluppato un vero e proprio mercato di spugne commerciali (piccoli «mercatinini» sono improvvisati da pescatori del Basso Adriatico lungo le coste pugliesi), le nostre coste sono state frequentemente battute da pescherecci di altri paesi mediterranei dove l'attività di pesca e commercializzazione delle spugne si era sviluppata nel tempo. Ciò sottolinea che in alcune aree della nostra penisola e lungo le coste di alcune sue isole, le spugne commerciali hanno trovato un ambiente idoneo al loro sviluppo.

Purtroppo, un censimento dei banchi italiani non è mai stato fatto e le nostre conoscenze si basano, pertanto, su notizie sporadiche riferite da sommozzatori dilettanti o tramandate dalla tradizione orale dei pescatori locali.

Anche l'isola di Ustica possiede banchi spongiferi, noti da tempo non solo alla popolazione locale ma, come già detto, oggetto dell'attenzione di pescatori greci. Uno di questi banchi è ubicato sulla Secca della Colombara, a meno di 1 miglio dalla costa nel settore B della Riserva Marina, su un fondale costituito da grossi blocchi basaltici di crollo, ad una profondità tra 28 e 45 m. Un secondo è sito nel Banco Apollo a circa 1 miglio e mezzo dalla costa, tra i 40 ed i 60 m. circa di profondità, su

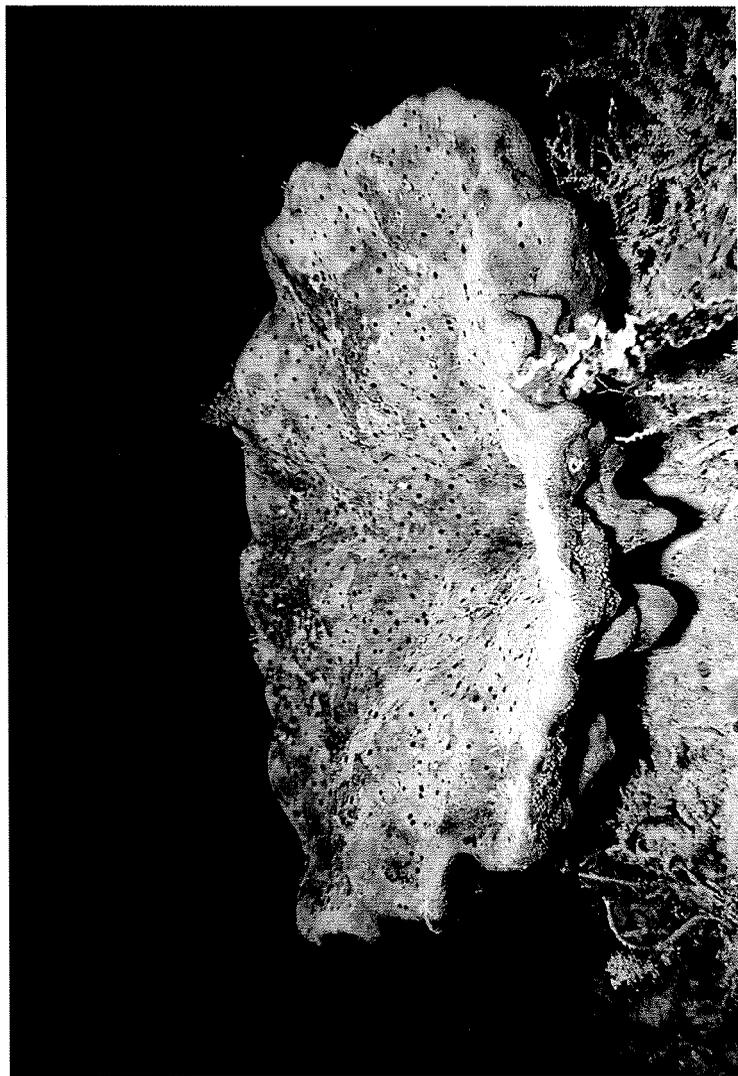


b - L'operazione finale, prima della commercializzazione, è quella di arrotondamento delle spugne che, ancora oggi, viene effettuata manualmente con attrezzi tradizionali.

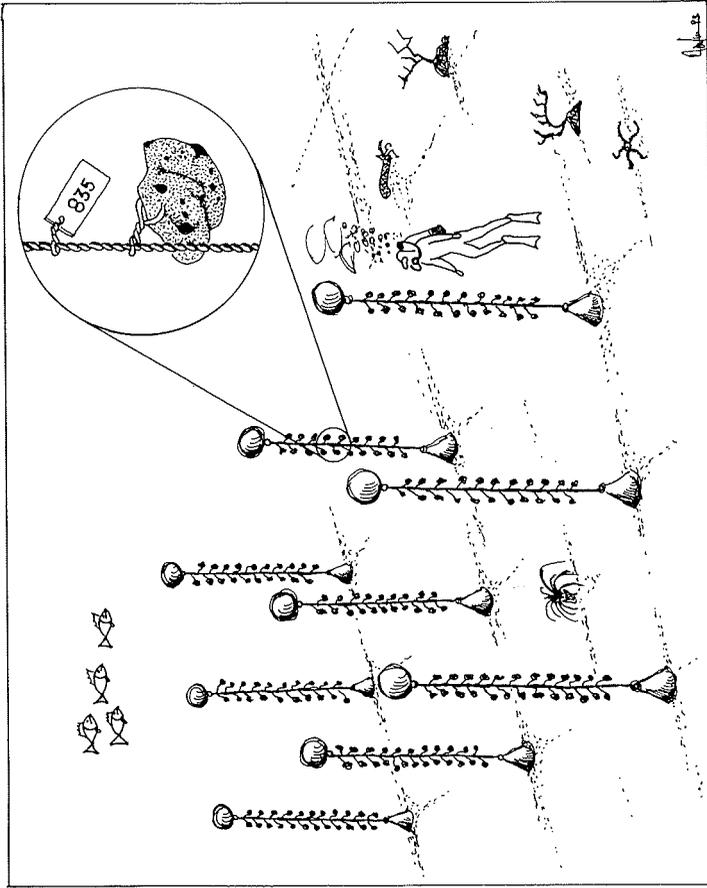
un fondale costituito da guglie rocciose inframmezzate ad ampie chiazze di sabbia grossolana. Un ricco popolamento a spugne commerciali è localizzato, infine, al largo della zona di Riserva integrale, nel settore settentrionale della costa dell'isola, su un fondale sabbioso detritico ad una profondità compresa tra i 40 ed i 60 metri. Le specie di spugne commerciali che contribuiscono a questi banchi sono *Spongia officinalis*, più comune tra i 30 ed i 40 metri di profondità su substrato roccioso e *Spongia agaricina* abbondante tra 40 - 60 metri di profondità, su fondali incoerenti, insediata su concrezioni coralligene. Il ritrovamento di esemplari spiaggiati di *Hippospongia communis* fa supporre l'esistenza anche di questa specie.

Le aree di sviluppo dei banchi, caratterizzate da forti correnti, potrebbero ben prestarsi ad un'esperienza di spongocoltura su fili sospesi, utilizzando come ceppi di partenza esemplari provenienti dai banchi dell'isola. Le colture di spugne, inoltre, poste in un'area protetta, sarebbero tutelate da gesti di vandalismo o da furti. Il basso costo e la facile messa in opera dei materiali utilizzati come supporto alla coltura, permetterebbero, infine, una spesa contenuta.

La Riserva Marina di Ustica potrebbe quindi costituire un modello sperimentale per un primo studio italiano sulla spongocoltura e tale iniziativa, affiancata a quella della salvaguardia della flora e della fauna di cui Ustica può a ragione vantarsi, potrebbe rappresentare per gli usticesi una nuova forma di investimento con programmazione a lungo termine.



Un grande esemplare di *Spongia agaricina* detta comunemente «orecchio di elefante». Questa specie, secondo i risultati di prove sperimentali condotte lungo le coste francesi, sembra essere la più adatta per l'allevamento poiché presenta il minore tasso di mortalità e la maggiore velocità di accrescimento.



La spongocoltura sperimentale può essere praticata con successo utilizzando strutture di semplice realizzazione e di facile messa in opera. Una serie di funi in fibra sintetica, della lunghezza di circa 10 metri, ancorate al fondo mediante corpi morti, e mantenute in tensione da galleggianti, rappresenta il supporto ideale per l'accrescimento di frammenti di spugne. Una simile struttura posta tra i 30 - 40 metri di profondità richiede una limitata attività di manutenzione e controllo.

**Acquacoltura e ambiente nelle zone umide:  
valorizzazione e protezione di aree costiere  
attraverso sistemi di allevamento integrato**

**Prof. Antonio Mazzola**

*Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo*

**Premessa**

Lo sviluppo dell'acquacoltura marina italiana di questo ultimo decennio è stata sempre più segnata da conflitti sociali legati alla utilizzazione di aree costiere per l'attivazione di impianti, peschiere o altre strutture che hanno per fine l'allevamento di pesci, molluschi e crostacei. Lo scontro si è fatto ancora più cruento quando ad essere scelte per acquacoltura sono state delle aree umide, degli stagni, dei pantani, dei laghi costieri, delle zone comunque sottoposte già a tutela, o in ipotesi di tutela.

Su fronti opposti si sono trovati le varie Associazioni Ambientaliste e gli allevatori o gli industriali del settore; i casi sono stati tanti e distribuiti su tutto il territorio nazionale dalla Sardegna al Veneto, alla Sicilia.

Le motivazioni addotte dai primi erano ovviamente legate alla volontà di proteggere dei biotopi di indubbio interesse naturalistico, mentre gli operatori rivendicavano la vocazione acquacolturale dei luoghi, la difficoltà di reperire altre aree idonee. Il più delle volte tra le due categorie era impossibile il dia-

logo per l'irrigidimento delle posizioni e la radicalizzazione dei comportamenti.

In alcune zone del territorio nazionale, in particolare, dove l'acquacoltura aveva fatto registrare nei primi anni ottanta un notevole incremento, si è assistito ad un totale blocco degli interventi dovuto alla difficoltà di reperimento delle aree. I terreni marginali avevano prezzi poco compatibili con attività di acquacoltura, i pantani e gli stagni erano riserve naturali, le saline lo stavano diventando.

Lo scopo di questo contributo è quello di valutare le eventuali possibilità di coesistenza di una attività di acquacoltura con le azioni di tutela e salvaguardia, in aree considerate «fragili» da un punto di vista ambientale.

Viene pertanto presa in considerazione un'ipotesi culturale che attraverso il sistema integrato consente di limitare al massimo i rischi di degrado.

Nel lavoro vengono individuati i modelli di gestione di questi ambienti che tengono conto di esigenze conservative e produttive nello stesso tempo, in un'ottica di integrazione funzionale di diverse attività. In questo modo si pensa di evitare il degrado in cui versano attualmente queste aree, nonostante alcune siano da tempo sotto vincolo di tutela.

## **Il sistema integrato**

Tutte le specie animali utilizzate dall'uomo per attività zootecniche, devono possedere requisiti tali da rendere economicamente conveniente il loro allevamento, in rapporto alla fatica fisica ed al capitale investito.

Sotto il profilo gestionale la produttività dell'allevamento è determinata dalla semplicità del regime alimentare e dai buoni indici di conversione; dal punto di vista economico, invece, la redditività è determinata dal valore attribuito alle singole specie per consuetudini sociali e tradizioni alimentari.

Nell'acquacoltura, ed in particolare in piscicoltura, non sempre è possibile far coincidere le due cose, anzi il più delle volte occorre effettuare una scelta appropriata delle specie ed impostare la strategia di allevamento sulla base dell'estensione e della qualità dei territori disponibili.

Negli allevamenti di tipo intensivo, necessari quando non si dispone di molta superficie, si punta su specie carnivore di elevato pregio economico, con l'obiettivo commerciale di realizzare alte produzioni in poco spazio.

In questa pratica gestionale viene data poca importanza alla valutazione dei bilanci energetici che entrano in gioco nei processi produttivi; gli accrescimenti ponderali e la redditività sono ottenuti grazie ad input elevatissimi (alimento, governo idrico, attività umane) con rischi aziendali notevoli.

Secondo questo metodo buona parte dell'energia viene buttata via dal sistema produttivo attraverso gli scarichi, sotto forma di ricambio idrico, di alimento non consumato e di cataboliti. Ciò oltre a causare uno spreco può provocare seri danni al corpo recettore.

Il sistema estensivo sfrutta la produttività dell'ambiente associando, il più delle volte in policoltura, specie capaci di utilizzare differenti livelli trofici della catena alimentare. Gli impesciamenti devono sempre essere adeguati alle risorse trofiche offerte dall'ambiente, dal momento che, elevando troppo le biomasse, si rischia un abbassamento delle sopravvivenze ed una riduzione dei ritmi di crescita.

A questa pratica viene riconosciuta la capacità di svolgere un ruolo produttivo nel pieno rispetto degli equilibri ambientali; ha una validità commerciale solo in un ambito puramente artigianale in quanto l'apporto economico è inadeguato se si considera l'area impegnata in coltura.

La potenzialità produttiva trova i suoi limiti non tanto nella disponibilità di energia primaria, quanto piuttosto nella quantità di materiale organico a disposizione.

Le colture semintensive si caratterizzano per l'integrazione alimentare offerta dall'allevatore, dalle ridotte e più controllabili dimensioni dei bacini di allevamento, e dalle maggiori produzioni ottenibili per unità di superficie. Alle volte questa pratica contempla anche una fertilizzazione indotta dei bacini, allo scopo di incentivare la produttività ed incrementare la disponibilità di pabulum naturale.

La tendenza dell'acquacoltura attuale è quella di impiantare attività piscicole orientate prevalentemente verso pratiche intensive, integralmente sostenute da alimentazione controllata, nella mira di quei successi economici che hanno portato, in un recente passato, a vere e proprie catastrofi commerciali.

Ma se è possibile trovare qualche attenuante per il trascorso, considerato che molte volte si è stati costretti ad operare in spazi ristretti, per i costi spropositati dei terreni marginali, attualmente occorre trovare altri indirizzi, soprattutto se si intende operare in biotopi costieri di elevato interesse naturalistico.

Questi ambienti, come lagune, stagni, paludi, saline, da qualche tempo sono presi di mira per la riconversione in piccoli o grossi impianti di piscicoltura. In alcune aree tale attività viene già praticata sotto varie forme, e produce redditi più o meno elevati; in altre si pensa di instaurare ex novo questo sistema produttivo.

Volendo riconvertire o pianificare questi ambienti, lo scopo comunque che l'acquacoltura deve porsi è quello di sfruttare il potenziale energetico naturale messo a disposizione dal dinamismo produttivo degli habitat utilizzati.

Le formule basate sulla compenetrazione di strategie di allevamento diverse sono le più adatte in situazioni di questo tipo.

Gestire i biotopi in maniera tale da effettuare elevate produzioni, necessarie per rendere economicamente valide le iniziative, in settori limitati, e sfruttare, attraverso allevamenti semintensivi ed estensivi, le risorse trofiche naturali, consente di limitare al massimo i rischi ambientali.

Questa strategia di allevamento, cosiddetta integrata, comporta dei settori che producono in maniera autonoma, ad elevate densità, e che utilizzano un notevole apporto energetico dall'esterno; a questi si affiancano settori che, sfruttando un più razionale governo idrico dell'intero sistema, consentono produzioni a costi limitatissimi, favorendo allo stesso tempo l'abbattimento degli inquinanti.

La compenetrazione energetica e funzionale tra moduli produttivi diversi, mira a creare un sistema autonomo in cui l'arricchimento organico viene originato soltanto dalla metabolizzazione dell'alimento artificiale proveniente dall'intensivo.

In un impianto di questo tipo il detrito formato da quel complesso di sostanze organiche e non, derivanti, direttamente o indirettamente, dall'attività biologica degli organismi allevati nell'intensivo, piuttosto che scaricati a mare, vengono veicolati in bacini di allevamento estensivo, ottenendo una fertillizzazione di quest'ultimi.

Gli specchi d'acqua dell'estensivo, opportunamente dimensionati, diventano anche un eccellente sistema per convertire materiali nutritizi grezzi, e non direttamente assimilabili, in ottimo cibo per specie ittiche che poco si adattano alle pratiche intensive.

Da un continuo rapporto fra i tre settori nasce un procedimento dove i bacini estensivi esplicano la loro naturale capacità produttiva e nello stesso tempo utilizzano l'apporto energetico proveniente dal settore intensivo; l'intensivo cede al semintensivo una quantità importante di energia di recupero nell'effluenza dell'acqua e nei residui organici. Il settore estensivo non si limita a ricevere ma gioca un ruolo attivo nella gestione e nella depurazione degli scarichi.

In questi processi di depurazione si possono inserire le coltivazioni di specie ittiche detritivore ed onnivore e di molluschi eduli, anche in funzione dell'abbattimento del particolato in sospensione da essi effettuato.

È facile intuire però che l'apporto organico dell'intensivo non deve superare certi limiti, oltre il quale l'arricchimento si trasforma in inquinamento.

Per evitare ciò diventa molto importante che si rispettino delle proporzioni tra i moduli produttivi, in modo da adeguare la struttura trofica dell'uno (biomassa allevata-mangime-detrito), alla capacità di ricezione produttiva dell'altro.

Il vantaggio dell'ipotesi riportata è duplice; infatti oltre a gestire razionalmente le risorse disponibili, utilizzandole in maniera efficiente, questa pratica, per essere realizzata ha bisogno di impegnare aree di una certa estensione. Vengono così scoraggiati tutti quegli interventi puntiformi legati all'iniziativa spontanea, e si dà spazio alla formulazione di piani funzionali d'intervento per lo sviluppo di intere zone.

Altro vantaggio è quello di recuperare, rendendole produttive, delle aree attualmente abbandonate e che rischiano di essere sottoposte a speculazioni di varia natura che ne altererebbero sicuramente il paesaggio e l'integrità naturalistica.

Aver individuato un modello per una possibile riconversione di aree salmastre protette, può comunque non essere sufficiente a garantire dei risultati concreti se questi progetti non vengono inseriti all'interno di un piano di risanamento complessivo. Il rischio che si corre in simili aree è che, a causa della polverizzazione delle proprietà, vengano effettuati degli interventi scoordinati che portano a delle trasformazioni parziali, in antitesi tra loro.

È chiaro che l'aspetto acquacoltura non può essere l'esclusivo settore d'intervento, ma esso dovrà integrarsi con altri piani di settore che tengono in debito conto le realtà storiche e socio-culturali dell'intero comprensorio.

Nell'ipotesi di una esclusiva utilizzazione di alcune aree per acquacoltura, occorre la volontà politica di vincolare parte del territorio ad una destinazione ben precisa, allo scopo di superare la difficoltà del frazionamento dei terreni attraverso la

creazione di consorzi di gestione o con lo sviluppo delle aziende cooperative.

È necessario quindi che si arrivi, attraverso una programmazione generale di sviluppo di tutta la zona, alla formulazione di un piano funzionale d'intervento sul territorio, per evitare che singole iniziative arrechino danni irreparabili all'ambiente.



## **Barriere artificiali e protezione dell'ambiente costiero: l'esempio dei «reefs» di Terrasini (Sicilia nord occidentale).**

**Prof. Silvano Riggio**

*Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo*

SUMMARY - *Artificial Reefs and the protection of coastal ecosystems: the case-story of Terrasini (Northwestern Sicily) reefs.* Productive use of the natural resources and environmental conservation are hardly compatible. Landscape deterioration and pollution are a major by-product of intensive aquaculture and should be ruled out from the management of coastal protected areas. Extensive fish culture, together with some kinds of open sea mariculture and stock replenishment, should be restricted to areas adjacent to marine coastal preserves where they can improve the recruitment of juveniles and add to the social benefits implemented by conservation: *Fads* (fish attracting devices) are especially suitable to an increase of the fishing yields. Artificial reefs can enhance the secondary biological productivity of marine bottoms; in addition they are an effective deterrent versus trawling. Evidence to this assumption comes from the first results obtained in the small artificial reef off Terrasini whose biotic settlements have been analyzed through the current bionomic procedures. A survey of the whole process of biotic colonization has been carried out, first on a single concrete cubic boulder submerged about eight years earlier at -9m off the fishing harbour and then on the reef itself. Predictions about the possible development of the communities on the reef are attempted from critical analysis of the results obtained on the cube. As many as 160 taxa have been censused, most of which have also been collected from the reef. The colonization on the artificial reef started with a thin film of Hydroids, bacteria and microalgal colonies established in a week-submergence. In one month the primary film grew in a complex multilayered biotic structure especially luxuriant in the shady sites of the cubes. Six months later, the March settlement was made up by algae, followed by Serpulid worms and Polyzoan colonies. The number of taxa persisted unchanged in May, but the species composition markedly differed, very likely as a consequence of random larval recruitment and differential survival of settled individuals. Gastropod Molluscs were well represented, whereas Bivalves and filter-feeders were total-

ly lacking. Shade-loving species were dominant, even on surfaces in full light. A tendency to the development of encrusting cave-communities dominated by taxa with calcareous skeletons was evident both in the cube and the reef; this tendency was however counter-balanced and adversely affected by the intense silting rate as well as by the influence of turbid eutrophic waters. Fish were attracted to the concrete surfaces since their laying: *Oblada melanura* (L.) and *Chromis chromis* (L.) were the most frequent species. The cavities and holes were soon populated by swarms of *Diplodus* spp., whereas *Conger conger* individuals were hiding in the galleries. Young groupers, *Epinephelus guaza*, and the spiny lobster, *Palinurus elephas*, settled in the reef during the first months. In the spring the holes and tunnels in the concrete became the favourite spawning sites of squids. Perspectives about the feasibility of building artificial reefs in Sicily and of their possible deployment to increase the protection and productivity of marine coastal areas are featured and critically discussed.

## **L'impossibile coesistenza fra maricoltura intensiva e protezione della costa**

Su quella vasta parte della pubblica opinione del tutto estranea ai problemi dell'ecologia e della biologia marina (anche se di tendenze "verdi") il binomio *parchi marini-piscicoltura* esercita una indubbia suggestione, alimentata dal mito della possibile coltivazione del mare e della evoluzione delle attività di pesca, cruenta ed aleatorie, nella più civile ed incruenta (in apparenza) maricoltura. Agli addetti ai lavori tuttavia tale binomio risuona fortemente improprio ed utopistico, in quanto costituito da due termini incompatibili sul piano concettuale ed operativo.

La protezione dell'ambiente naturale, che è il fine primario di un parco o di una riserva, punta infatti al mantenimento dello *status quo*, o addirittura all'aumento della biodiversità, al di fuori di interventi dell'uomo ed assecondando il più possibile il *genius loci* (o, in altri termini, la "vocazione naturale del territorio").

La maricoltura, insieme con tutte le varie forme di piscicoltura, molluschicoltura e crostaceicoltura, persegue invece l'unico fine di massimizzare la produzione e il reddito immediato ottenibile dallo sfruttamento pieno delle risorse biologiche; ciò avviene a tutto discapito della biodiversità e della conservazione dello *status quo* ambientale, ed implica un intervento tecnologico più o meno pesante. Inevitabili sono le conseguenze negative: l'inquinamento, il degrado del paesaggio, l'abbassamento della qualità dell'ambiente. Dal

punto di vista termodinamico, l'acquacoltura fa parte dei processi ad entropia positiva (o entropicamente positivi), mentre la conservazione dell'ambiente è un processo negentropico (Odum H. P., 1983). Un accordo fra i due opposti principi di gestione dell'ambiente non è teoricamente possibile, se non sacrificando un po' dell'una e un po' (o molto) dell'altra. Uno schema dei rapporti fra "usi produttivi" ed "usi improduttivi" dell'ambiente costiero è illustrato nella Fig. 1. Un compromesso razionale è il cosiddetto "sviluppo sostenibile", che si realizza solo in pochi casi circoscritti, vale a dire in alcuni ecosistemi naturali particolarmente vocati ad uno sfruttamento limitato e non distruttivo. Fra questi sono le lagune costiere, le antiche risaie indocinesi, le saline, alcuni "spots" ai margini delle masse continentali vivificati da fenomeni di upwelling, gli atolli dei tropici e pochi altri ancora. In ogni caso, la maricoltura, da intensiva e con rese industriali, in questi casi deve essere assolutamente estensiva, i rendimenti sono di gran lunga inferiori, anche se costanti e prolungati nel tempo.

L'incompatibilità della conservazione integrale dell'ambiente con qualsiasi altra forma di uso delle risorse è riconosciuta non solo dalla ricerca ufficiale (Odum, 1973; Margalef, 1968) ma anche dalla legislazione nazionale. All'interno di parchi e riserve è infatti prevista una zonazione precisa: la "zona A", che coincide con l'area di maggiore interesse naturalistico è accessibile soltanto per ragioni di ricerca scientifica e vi è interdetta qualsiasi attività di sfruttamento o ricreativa; la "zona B", che normalmente ingloba la zona A, prevede lo svolgimento di attività limitate di sfruttamento, generalmente concesse ai soli residenti, che hanno luogo sotto controllo dell'autorità del parco e nel quadro dello "sviluppo sostenibile". Maggiori possibilità gestionali sono previste nella "zona C", nella quale la navigazione e la pesca sono soggette a poche inevitabili restrizioni. La "zona D", ai limiti della zona protetta, non è sottoposta ad alcun vincolo.

Risulta così una "ripartizione di tipo embriciato" delle aree di una riserva, nella quale la "zona A" è la più interna (o al massimo è marginale), circondata da una vasta "zona B" a sua volta inclusa all'interno di una "zona C" di maggiori dimensioni (Fig. 2).

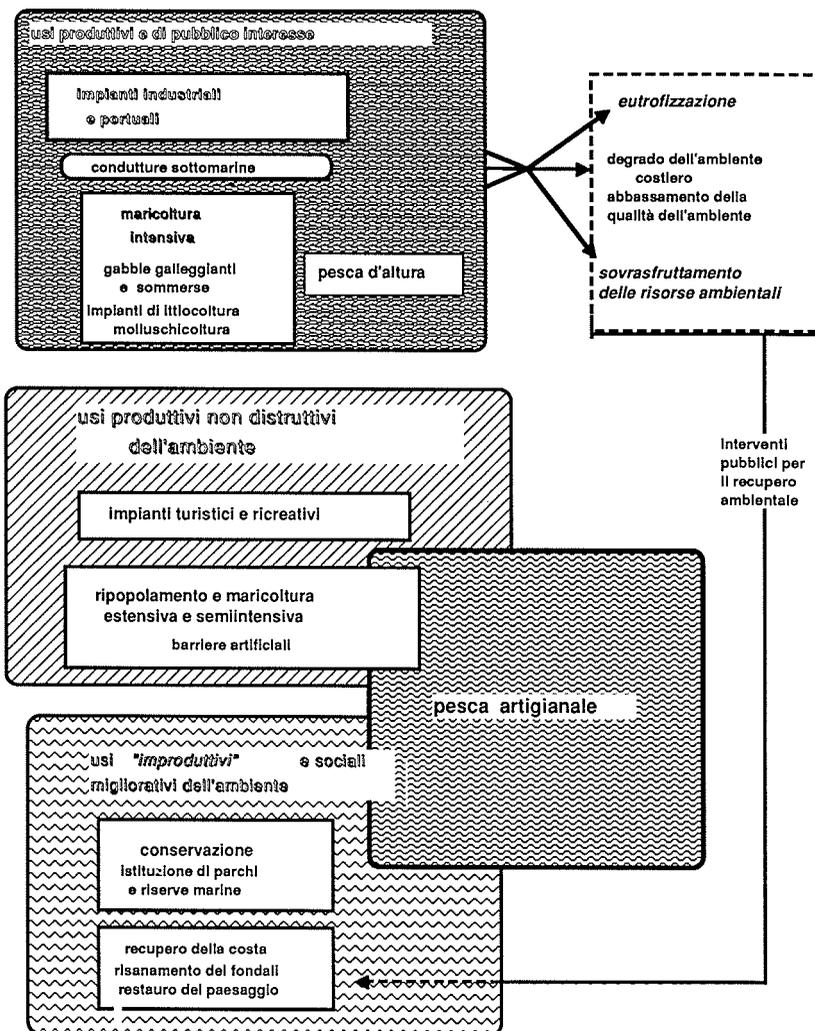


Fig. 1 - Schema degli usi "produttivi" ed "improduttivi" del sistema costiero.

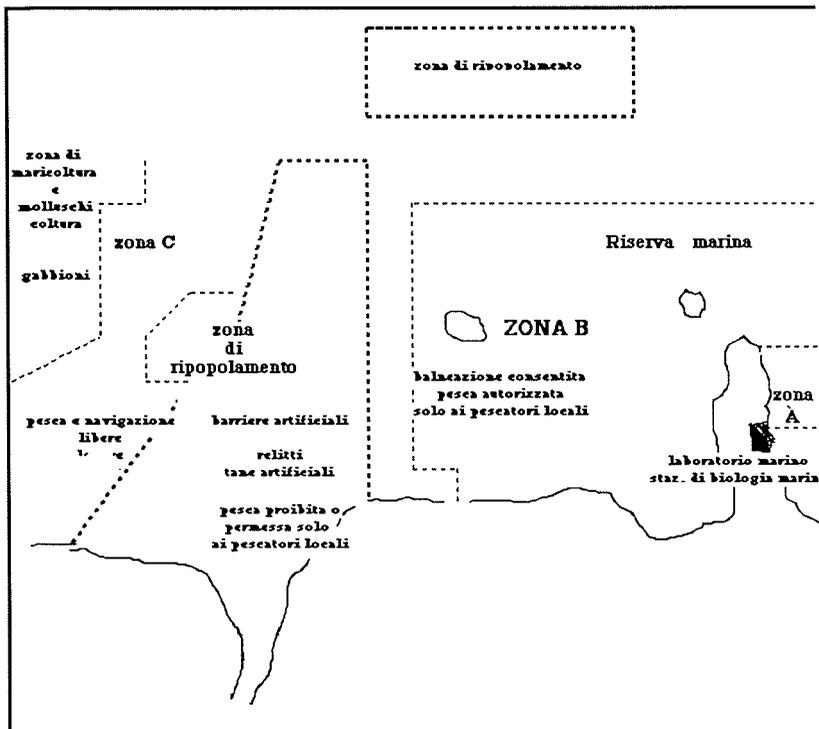


Fig. 2 - Distribuzione delle zone A-B-C in un'area costiera e dei tipi di interventi consentiti in relazione all'uso produttivo o conservativo previsto.

## La maricoltura “sostenibile”

La zona B è quella che impegna maggiormente le capacità di una riserva di “inventare” modi di gestione diversi dagli usuali e compatibili con la conservazione dell’ambiente. Le attività consentite nella zona B sono necessariamente non distruttive, non inquinanti e votate alla valorizzazione delle potenzialità naturali. La maricoltura intensiva tradizionale non può trovarvi posto a causa del suo elevato potere inquinante. Ciò non esclude tuttavia la possibilità di una maricoltura di tipo “morbido”, condotta cioè con allevamenti di tipo estensivo, come quelli che si realizzano in laguna, o con l’allevamento di organismi ad alto valore commerciale e dal basso potere inquinante, o ancora con la costruzione di scogliere artificiali. Quest’ultimo è un settore futuribile dell’ecologia marina applicata, che facendo uso di tecnologie che possono essere molto semplici o molto avanzate, si innesca su metodologie e processi tradizionali, risultando in certo modo equivalente alle produzioni *doc* della terraferma.

Fra le produzioni “morbide” in uso nella fascia costiera, rientrano alcune antiche attività tradizionali, contrapposte ad altre molto moderne, ancora in fase di sperimentazione. Fra le prime si può portare ad esempio la coltivazione di perle, che ha luogo nei mari dell’estremo oriente a partire dalle ostriche, iniettate con opportuni agenti irritanti. Anche la produzione di alghe commestibili è un’antica produzione orientale. Entrambi comportano una modificazione contenuta dell’ambiente in quanto si limitano a ripetere processi assolutamente naturali (che avrebbero luogo, cioè, anche in assenza dell’intervento umano).

Negli anni recenti sono stati progettati, e sono in corso di cauta sperimentazione, nuovi tipi “alternativi” di maricoltura basati sull’allevamento di organismi (generalmente di grande interesse economico) in pericolo di rarefazione o di scomparsa, magari a causa di una raccolta eccessiva.

Tecniche avanzate di propagazione e riproduzione riguardano il corallo rosso da gioielleria<sup>1</sup>, le spugne da bagno e l’allevamento del-

---

<sup>1</sup> Da Riggio (1992): Il corallo rosso dei gioiellieri, *Corallium rubrum*, è una specie endemica del Mediterraneo, distribuita dal bacino centrale ed occidentale fino alla regione

le madrepora ad uso degli acquariofili. Pioniere di questi tentativi è l'Acquario dell'Istituto Oceanografico Alberto 1° di Monaco, nel quale sono stati svolti gli esperimenti e si sviluppano gli studi teorici relativi.

La coltivazione del corallo è stata realizzata con risultati positivi (Cattaneo-Vietti e Bavestrello, 1993; Russo et al., 1993) sia nell'habitat naturale di grotta che in grotte artificiali poste sui fondali del Principato di Monaco e in quelli antistanti il promontorio

---

mauritanica ed alle isole del Capo Verde (EKMAN, 1967); una specie affine si ritrova nel Mar del Giappone e nel Pacifico centrale. Il suo pregio nasce dall'impregnazione minerale della matrice scheletrica (con una componente di sali di ferro), legata alla fase organica in proporzioni variabili dallo 0.01 % fino al 20 % (ALLEMAND et GRILLO, 1990), da cui derivano l'elevata resistenza meccanica, la duttilità e la persistenza del colore. Il corallo rosso vive in acque fredde ricche di plancton e in anfratti privi di luce: tali esigenze ne limitano la distribuzione alle scogliere profonde ed alle grotte battute da forti correnti. Solo da pochi anni e su base puramente sperimentale è stata messa a punto una tecnica per il trapianto e la coltivazione del corallo rosso. I primi tentativi sono stati motivati soprattutto dall'interesse per l'osservazione in vivo della crescita di un organismo fra i più belli e misteriosi dei nostri fondali. Solo in seguito se ne è proposto l'allevamento, sostenuto dal valore commerciale della specie.

Il reimpianto del corallo si basa anzitutto sulle capacità rigenerative, legate alla struttura coloniale ed alla natura agamica della fase di polipo, che consentono un accrescimento vegetativo: per questa caratteristica e per il suo aspetto floreale, coralli e spugne furono inclusi fra gli *Zoofiti*.

E' così possibile ricostituire l'intera colonia a partire da un frammento del corno, ed è grazie a questo meccanismo che i banchi di corallo rosso (ed i coralli in genere) sono sopravvissuti alla raccolta massiccia che ne viene praticata senza soste fin dall'antichità classica, con l'impiego di mezzi sempre più distruttivi.

I banchi di corallo del Mediterraneo sono stati saccheggianti nel passato dall'uso dell'*ingegno*, formato da una croce di ferro alla quale sono attaccati brandelli di reti che strappano i rami sporgenti delle colonie. Tale attrezzo ha provocato grandi distruzioni, ma ha tuttavia consentito un nuovo accrescimento ai frammenti superstiti. Negli anni recenti, la raccolta è stata effettuata dai "corallari" in immersione a profondità sempre maggiori che si sono spinte fino ad oltre 100 m: il danno alle colonie è stato forse ancor più grave ed irrimediabile perchè le colonie vengono asportate dalla base, senza lasciare frammenti atti alla loro ricostituzione. La lentezza dei processi di biocalcificazione, legata alla complessità dell'intero processo (GRILLO et ALLEMAND, 1990), spiega la scomparsa rapida dei banchi e l'incertezza sulla loro eventuale ricrescita".

di Portofino. Più recentemente sono stati compiuti anche esperimenti nelle acque di Punta Campanella, presso Sorrento. I risultati sono decisamente incoraggianti, anche se permane irrisolto il problema della coltivazione *ex novo* del corallo in località dove questo è assente<sup>2</sup>. Alcuni allevamenti “alternativi” sono in progetto ad Ustica, limitatamente alle zone B e C della riserva marina: uno di questi riguarda la spugna da bagno, *Euspongia officinalis*, in grave pericolo di rarefazione a causa di una malattia che affligge le colonie ormai da anni, producendone la dissoluzione. Le colonie verrebbero divise in frammenti ed impiantate sul fondo su appositi supporti artificiali in aree protette, nelle quali verrebbe facilitata la loro crescita e propagazione. Un altro progetto, ancora in fase preliminare di studio, riguarda il gamberetto delle grotte, *Plesionika narval*, che potrebbe essere “allevato” in grotte artificiali.

### **Le barriere artificiali: strumento di protezione e di conoscenza dell'ambiente costiero**

Un capitolo a parte riguarda le barriere o “reef artificiali” usati per il ripopolamento passivo dei fondi marini: le barriere sono manufatti in muratura, costituiti da blocchi di calcestruzzo, da ammassi di pietrame o da substrati solidi di varia natura, assemblati in forme regolari, per lo più di piramide, o disposti caoticamente in modo da costituire un efficace ostacolo meccanico contro lo strascico

---

<sup>2</sup>Il reimpianto delle colonie è stato effettuato ad opera di studiosi del Museo Oceanografico di Monaco, in collaborazione con i biologi marini dell'Università di Genova, asportando frammenti del corno di colonie vitali e coltivandoli in acquario o fissandoli su substrati artificiali che sono stati trasferiti all'interno di grotte oscure. Più recentemente sono state costruite “caverne artificiali” di calcestruzzo, immerse nella riserva sottomarina di Monaco, e le pareti sono state “seminate” con “gemme” di corallo. I primi risultati ottenuti (CGPM, 1989) sono più che incoraggianti e mostrano una insospettata capacità di riproduzione, con un rapporto che da oltre 20 arriva fino a 400 colonie vitali ottenute da un singolo frammento. Anche la velocità di accrescimento appare maggiore di quanto conosciuto e prospetta la possibilità di una coltivazione a livello commerciale, specie se potranno crearsi dei cloni ad elevato rapporto di conversione dell'energia e se potranno crearsi condizioni trofiche ottimali per la precipitazione dei sali di calcio e ferro occorrenti alla costruzione dello scheletro.

sul fondo marino. Un ripopolamento ottimale si realizza anche attraverso l'affondamento di relitti di naviglio, di carcasse di veicoli militari (es. carri armati), carri ferroviari o altri mezzi pesanti<sup>3</sup>. Nello stesso modo funzionano le impalcature di acciaio e cemento dei terminali petroliferi.

Il ruolo delle barriere artificiali nelle iniziative tese ad incrementare la produttività biologica e a proteggere i fondali costieri è un dato ormai acquisito. Non resterebbe quindi molto da aggiungere se non sottolineare che le barriere sommerse esercitano una funzione altrettanto utile sia all'interno di bacini eutrofici come il Mare Adriatico, sia in aree oligotrofiche ma molto soggette allo strascico, come sono le acque tirreniche meridionali e le joniche.

Un ruolo meno conosciuto delle barriere è quello di strumento di ricerca sperimentale in quanto esse rappresentano un modello ideale per lo studio della colonizzazione in mare dei substrati duri, e consentono di raccogliere informazioni essenziali sulle fasi e i tempi di sviluppo dei popolamenti bentonici.

La conoscenza dei fenomeni implicati nella colonizzazione dei substrati artificiali è necessaria alla successiva comprensione delle fasi di trasferimento dell'energia attraverso i nodi delle trame alimen-

---

<sup>3</sup>Non si prestano invece le carcasse di automobili o di veicoli leggeri, in quanto non resistono all'attacco dell'acqua marina e si distruggono in un periodo troppo breve per potere fornire un rifugio ai pesci o un punto di attacco alle larve planctoniche (Relini e Relini Orsi, 1971-72).

<sup>4</sup>Sulle barriere artificiali esiste una nutrita produzione bibliografica, nata da un'intensa attività di ricerca, condotta soprattutto negli Stati Uniti, in Giappone, in Australia (RUSSEL, 1975) e nel mare Mediterraneo. Un'interessante rassegna bibliografica è quella di LEFEVRE et al., 1983. Gli impianti francesi nel Mediterraneo sono stati descritti da DUVALL et CANTERA (1983), e da numerosi ricercatori della Station Marine d'Endoume (Bellan, Bellan-Santini, Charbonnel, ecc.). Per l'Adriatico esiste una nutrita produzione dell'IRPEM di Ancona che può riassumersi in alcuni titoli principali: BOMBACE, 1977, 1980; 1982; 1989. La Liguria è stata oggetto delle ricerche di BALDUZZI et al., 1982 e del gruppo di Relini, dell'Università di Genova (RELINI, 1982; RELINI & RELINI ORSI, 1989). Il medio Tirreno è descritto da ARDIZZONE et al. (1982, 1989). Dati sulle scogliere artificiali della Sicilia si trovano in ARCULEO et al. (1992), BADALAMENTI et al., (1985, 1992), RIGGIO (1982; 1990, 1992), RIGGIO e ARDIZZONE (1979, 1980), RIGGIO et al., 1985, ecc. Non vanno trascurati i lavori classici sul benthos di PERES. et PICARD (1964) di BELLAN SANTINI (1969), che hanno fornito una base concettuale alle ricerche successive.

tari a cui è connesso l'impianto delle popolazioni degli organismi di potenziale interesse economico. I substrati artificiali forniscono una chiave più utile rispetto ai substrati naturali per la ricostruzione logica di certi fenomeni biologici, sia per la loro maggiore semplicità strutturale rispetto ai substrati naturali che per la possibilità di quantificare con grande precisione le aree e i tempi degli insediamenti.

Lo studio di eventi biologici complessi attraverso l'uso di manufatti semplici va del resto considerato abbastanza in linea con le procedure scientifiche sperimentali. Secondo John R. Pierce (1963), uno dei pionieri dell'informatica, «... molte delle scoperte più generali e potenti della scienza sono derivate non dallo studio dei fenomeni come si manifestano in natura, bensì dalla osservazione dei fenomeni nei dispositivi creati dall'uomo, o, se volete, nei prodotti della tecnologia».

«Ciò è dovuto al fatto – prosegue l'Autore – che i fenomeni che si producono nelle macchine dell'uomo sono più semplici e ordinati di quelli che si hanno in natura e sono questi fenomeni semplificati che l'uomo comprende più agevolmente...; la conoscenza dell'elettricità deriva dallo studio dei manufatti dell'uomo piuttosto che dallo studio dei fulmini...».

Da tale punto di vista, anzi si può affermare che la ricerca sull'ambiente marino e la sua trasformazione attraverso la posa di scogliere artificiali costituisca una linea di ricerca poco sfruttata che ai numerosi interessi teorici integra grandi potenzialità applicative.

## **Fouling e “reefs” artificiali**

Lo studio dei substrati artificiali che ha preceduto e in gran parte reso possibile l'interpretazione dei risultati delle barriere, è una pratica non recente, anch'essa nata da necessità applicative, anche se d'altro genere. Dai danni apportati dal fouling portuale<sup>1</sup> alle parti sommerse dei natanti è sorto il bisogno del suo controllo con l'im-

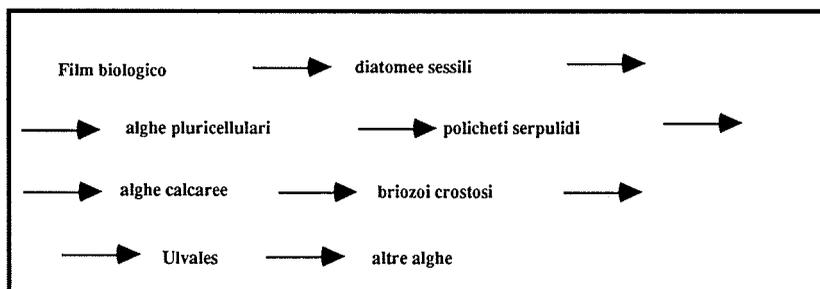
---

<sup>1</sup>Fouling da foul, inglese, indica tutto quel complesso di organismi del benthos (alghe, ascidie, balani, serpulidi, ecc.) unitamente a sedimenti e glebe batteriche che proliferano attaccati alle chiglie dei natanti alla fonda o agli altri substrati artificiali posti all'interno di bacini portuali o di strutture solide (terminali di oleodotti, porti isola, ecc.) in acque libere.

piego di vernici antivegetative, e per conseguenza da esso è nata l'indagine della composizione e della dinamica dei complessi di organismi e materiale sedimentato che costituiscono le «barbe» pendenti delle chiglie dei battelli alla fonda o dalle pareti sommerse delle banchine.

Al 1925 risalgono le prime osservazioni sperimentali compiute da Wilson su substrati artificiali immersi nelle acque di La Jolla in California. Il quadro rilevato dall'Autore mostrò tipicamente un'invasione primaria di diatomee sulla superficie non colonizzata, seguita da un'associazione di idroidi coloniali con dominanza del genere *Obelia*, sostituita quindi da alghe del genere *Ectocarpus*, che persisteranno fino alla copertura finale con *Fucus* spp. Secondo Charles Elton (1968), si tratta di un «sandwich» di un popolamento animale fra due popolamenti vegetali, e che sono probabilmente una fisionomia costante di acque fredde eutrofiche ad idrodinamismo elevato, come quelle del Pacifico settentrionale.

Substrati artificiali furono inoltre impiegati da P. Huvé (1953) per lo studio di una tipica successione nel Mediterraneo. L'Autore studiava blocchi di calcare immersi su un basso fondale e prelevati ad intervalli regolari per lo studio della colonizzazione. Da essi dedusse lo schema, divenuto classico, della successione attraverso le tappe seguenti:



Esso fu un punto di riferimento per altri schemi di successione ecologica, molto più articolati, che caratterizzano una vasta gamma di situazioni ambientali (Pérès, 1961). E' comunque indubbio che la base teorica per lo studio delle successioni marine e per l'implan-

to di barriere artificiali è stata fornita dalla massa di ricerche sul fouling, iniziate negli Stati Uniti negli anni '30 e sviluppate negli ultimi due decenni, soprattutto nei bacini portuali o lagunari, ma oggi anche in acque libere profonde (Relini, 1974).

### **Gli esperimenti pionieri sulle barriere artificiali in Sicilia**

La cronistoria delle barriere artificiali lungo le coste siciliane inizia nel 1974, quando su ispirazione di Giovanni Bombace l'Assessorato Regionale competente pubblicava un piano di rilancio delle iniziative alla piccola pesca comprendente un progetto dettagliato per la costruzione e la posa di barriere artificiali sui fondali di alcune aree costiere principali individuate nel Golfo di Patti, Golfo di Castellammare, a Capo Granitola presso Mazara del Vallo e a Capo San Marco presso Sciacca sul versante meridionale.

Il progetto comprendeva anche un modello dei massi e delle piramidi, in massima parte riproducenti i manufatti realizzati in seguito sui fondali del Cònero (Bombace, 1977). Bisognava attendere ancora sette anni perché venisse alla luce una barriera di dimensioni minime, situata nel mare di Terrasini presso Palermo. Fu infatti nel 1979 che venne sfruttata l'occasione di un contributo di 50 milioni di lire erogato dall'Amministrazione Provinciale per generiche iniziative di ripopolamento biologico nel mare di Terrasini.

L'impiego che si suggerì al Comune da parte di entrambi fu la costruzione di una piccola barriera a fini sperimentali sul fondale antistante il porto peschereccio. La barriera fu realizzata oltre due anni dopo a causa delle lunghissime procedure burocratiche previste per il rilascio dei visti e delle autorizzazioni relative alla concessione dei fondali e dell'uso della banchina portuale, e fu necessario anche un ridimensionamento del progetto iniziale per fare fronte al deprezzamento della già esigua cifra di partenza (Riggio e Provenzano, 1982).

Il progetto iniziale contemplava la costruzione e la posa sul fondo di cinque piramidi di elementi di calcestruzzo. Tre delle piramidi sarebbero state costituite da massi cubici compatti, e due da elementi cilindrici cavi prefabbricati. Il luogo prescelto fu la spianata sabbiosa estendentesi a circa 600 metri al largo del porto di Terra-

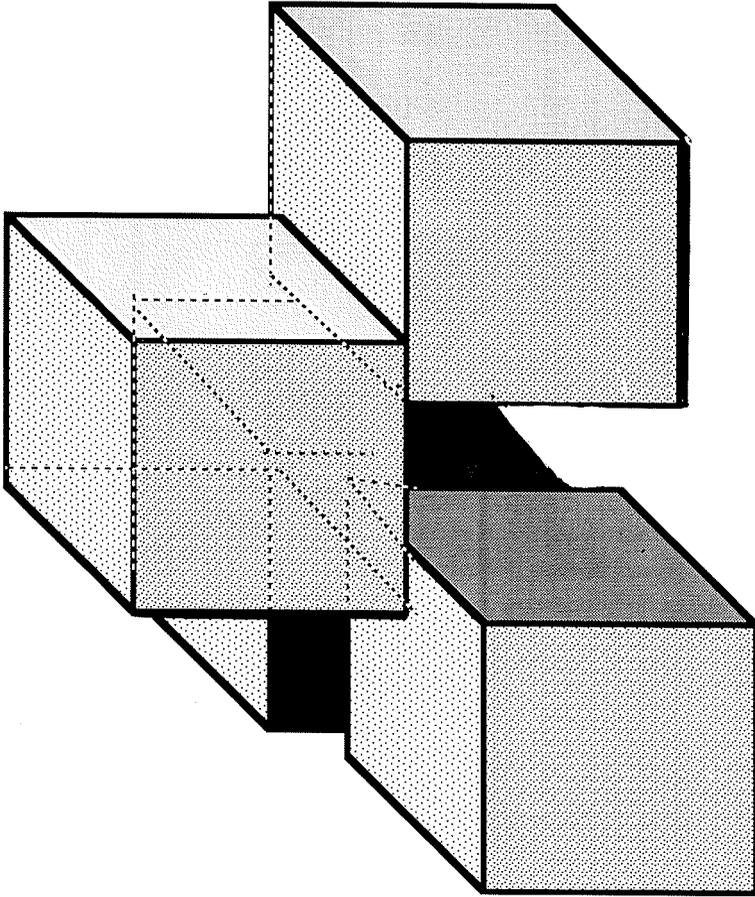


Fig. 3 - Modello tipo di assemblaggio di cubi di calcestruzzo in piramide.

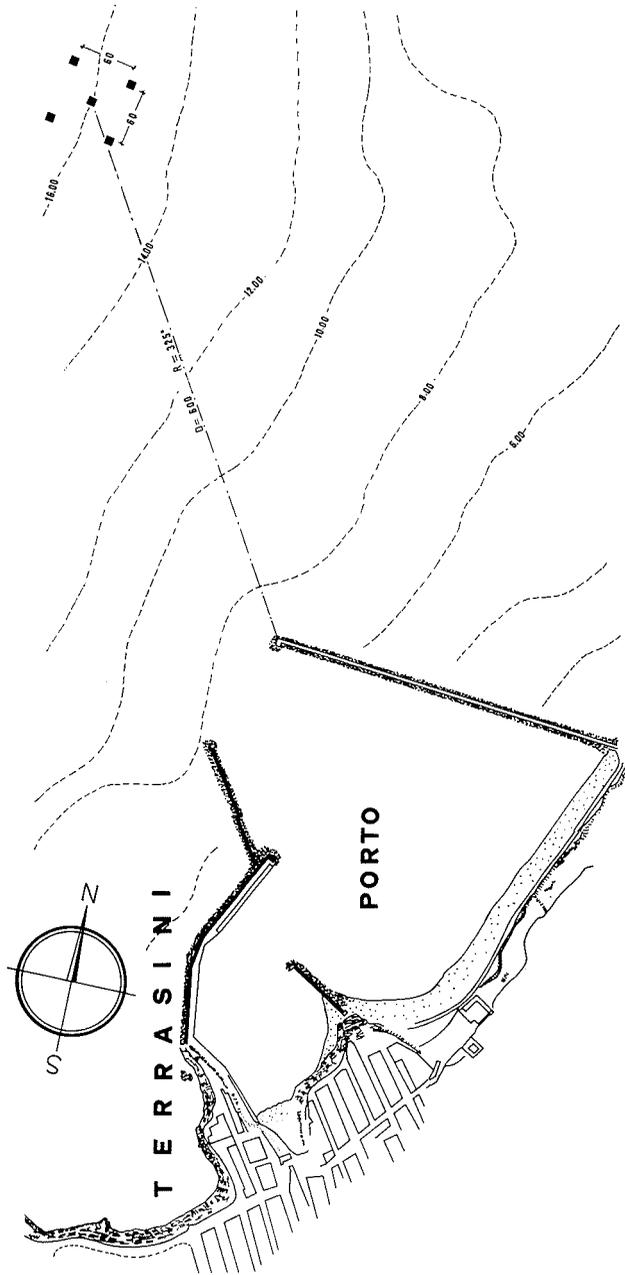


Fig. 4 - Mappa dell'area di collocazione delle barriere.

sini. Le dimensioni previste erano le seguenti: 1.4m misurava lo spigolo del masso cubico, mentre l'altezza e il diametro degli elementi cilindrici erano di circa 1.0m. All'interno dei massi cubici furono ricavate gallerie trasversali a sezione quadrata, in numero di quattro per gli elementi di base e di otto per i cubi dei piani superiori<sup>6</sup>.

La scelta della forma rispettivamente del cubo e del cilindro non fu casuale, ma fu fatta in base a criteri di economicità e di ottimizzazione degli insediamenti biotici. L'elemento cubico ha presentato il pregio della maggiore superficie utile per l'insediamento ma ha avuto un pesante risvolto negativo nell'elevato costo di costruzione, legato ai prezzi crescenti del calcestruzzo ed alla laboriosità delle tecniche di trasporto ed assemblaggio in immersione.

Viceversa, il cilindro prefabbricato, di fronte ad un costo iniziale molto basso, ha presentato il grave difetto della scarsa resistenza all'impatto delle reti e della minore idoneità allo sviluppo dei popolamenti, quest'ultima verosimilmente dovuta alla stessa geometria dei manufatti. La forma del substrato sembra infatti influenzare decisamente la composizione e soprattutto il pattern di insediamento delle comunità bentoniche.

Gli spigoli esterni dei blocchi cubici separano facce ad orientamento diverso; essi segnano quindi transizioni spesso brusche fra superfici a microclima differente, e potenzialmente in grado di selezionare popolamenti variabili a seconda dell'intensità di illuminazione e dell'impatto delle correnti. Gli spigoli sono inoltre luogo di fissazione preferenziale delle larve caratterizzate da acrofilia più o meno spiccata, dalla tendenza cioè a fissarsi sulle sporgenze. Le discontinuità delle superfici di insediamento, come sono proprio gli spigoli, sembrano inoltre comportarsi come veri e propri punti di attrazione per le forme larvali – specie per quelle di taluni gruppi zoologici – e per le spore algali; come dimostrano i risultati di una lunga serie di osservazioni sperimentali sul fouling portuale (Riggio e Di Pisa, 1979; 1980; 1981), e di rilievi su massi frangiflutti.

---

<sup>6</sup>La maggiorazione dei costi intervenuta nel biennio trascorso fra l'erogazione del fondo e l'aggiudicazione dei lavori obbligò alla riduzione a quattro del numero delle piramidi, con la cancellazione di una piramide di cubi.

In particolare si è notato che le discontinuità non solo attirano le larve, ma dirigono l'insediamento successivo, aumentando la densità dei popolamenti fino a fornire valori di biomassa in relazione pressoché inversa all'area disponibile (Riggio e Di Pisa, 1981). Il contrario sembra invece verificarsi con superfici rotonde di area equivalente. Queste osservazioni mostrano quindi una maggiore idoneità dei manufatti cubici rispetto a quelli cilindrici a favorire processi di colonizzazione e di ripopolamento<sup>7</sup>.

Le piramidi sono state realizzate in due tempi: nella prima fase, portata a termine fra l'ultima decade di luglio e la prima decade di agosto, sono state costruite le due piramidi cilindriche. I massi cubici, costruiti nel mese di luglio in banchina, sono stati assemblati sul fondo nel mese di ottobre. Per ragioni operative e logistiche, tuttavia, dopo la maturazione dell'impasto essi erano stati temporaneamente depositi alla profondità di -4, -6m, sul fondale compreso fra il molo di levante e il vecchio porto. Al momento dell'assemblaggio, pertanto, essi erano ricoperti da un fitto feltro di fouling che ebbe l'effetto di accelerare lo sviluppo successivo del benthos superficiale, e di offrire pabulum e rifugio alle specie ittiche, soprattutto di taluni piccoli blennidi.

Nel complesso, la costruzione delle barriere e le difficoltà connesse con la scarsa disponibilità economica sono state un'opportunità preziosa per la messa a punto e il controllo di tecnologie originali che saranno di grande valore nella futura sperimentazione.

## **Metodologie dell'indagine**

Dati sul popolamento dei substrati sono stati raccolti sui massi immersi nel bacino portuale fin dai primi giorni seguenti l'affondamento. Le osservazioni sono state compiute sull'intera superficie, e data l'ineguale distribuzione del film biologico, l'attenzione è sta-

---

<sup>7</sup>L'analisi condotta sulla barriera è stata verificata solo parzialmente, in quanto i massi cilindrici sono stati spazzati via dalle reti a strascico a pochi mesi dalla formazione delle piramidi, mentre le piramidi cubiche hanno resistito restando pressoché intatte. Tecnologie particolari sono state messe in opera sia nella costruzione che nel trasporto e posa sul fondo dei massi e di cilindri, che hanno consentito notevoli risparmi sui costi e sensibili riduzioni dei tempi operativi (Provenzano e Riggio, 1982).

ta portata soprattutto su quelle aree sulle quali la colonizzazione aveva luogo con maggiore successo, in particolare lungo gli spigoli e al limite delle gallerie. Prelievi qualitativi sono stati fatti per l'identificazione delle specie più rappresentative.

Per lo studio degli insediamenti biotici sui massi delle piramidi è stata seguita la metodologia bionomica in uso, già adottata nei precedenti lavori sulla costa palermitana (Riggio e Ardizzone, 1979; 1980). Sono stati eseguiti rilevamenti quantitativi in immersione con Ara, asportando con mazza da 1.5kg e con scalpello campioni di materiale superficiale delle dimensioni di 20x20cm dal centro delle facce verticali di un singolo masso, per la profondità necessaria a raggiungere la matrice di calcestruzzo non colonizzata. Periodicamente, sono stati compiuti rilievi anche sulle facce sommitali a pendenza nella e lungo i corridoi interni ricavati dalla sovrapposizione dei blocchi a piramide.

Si è evitato finora il campionamento presso i bordi, che avrebbe introdotto possibili brusche variazioni nelle densità dei popolamenti.

Il rilevamento contemporaneo sulle facce di uno stesso masso artificiale è una procedura usata da lungo tempo nelle indagini preliminari sulle barriere, e giustificata non solo dalla necessità di disporre di un numero maggiore di informazioni, ma soprattutto dal fatto che i popolamenti su facce contigue di uno stesso blocco, anche di piccole dimensioni, divergono sempre in misura più o meno sensibile a seconda dall'esposizione geografica, dell'illuminazione e dell'impatto delle correnti.

Nei casi estremi, come sono i massi delle barriere frangiflutti, le condizioni microclimatiche di facce vicine possono cambiare tanto – a causa dell'accavallarsi disordinato dei blocchi – da favorire l'insediamento di una vasta gamma di popolamenti bentonici; in taluni casi questi si distribuiscono secondo un gradiente luce-oscurità o di idrodinamismo da calmo a vorticoso.

Condizioni analoghe, anche se più semplici, si stabiliscono in una piramide, in cui l'ordinamento è rigorosamente geometrico. E' necessario tenere ben conto della differenza di condizioni ambientali fra il versante nord e sud della piramide; fra le quattro facce di

ogni cubo e fra l'interno e l'esterno. A tal fine sono state segnate esposizione e pendenza di ogni singolo rilevamento effettuato e si è presa nota delle condizioni locali di illuminazione.

Il rilevamento sistematico sulle piramidi è stato iniziato nel mese di marzo. Il primo rilievo è stato compiuto sulla parete nord della piramide di ponente. Un secondo rilievo è stato effettuato nella seconda metà di maggio sulla parete opposta della stessa piramide. Il materiale biologico raccolto ad ogni rilievo è stato studiato preliminarmente in laboratorio a fresco od eventualmente surgelato a  $-20^{\circ}\text{C}$  ed esaminato dopo scongelamento; è stata fatta una mappatura sommaria della copertura e della distribuzione dei gruppi principali di organismi segnando le superfici relative occupate. Gli organismi di minori dimensioni sono stati raccolti dopo lavaggio dei campioni in acqua di mare e setacciatura differenziata. Si è quindi proceduto allo scarto manuale effettuato alla stereolente, infine alla identificazione dei taxa ed alla conta degli individui; per le forme sessili (cioè attaccate al substrato) si è proceduto effettuando una stima percentuale della copertura. La colonizzazione in queste prime fasi è stata opera di pochi gruppi tassonomici; anche il censimento delle specie ha fornito numeri molto bassi, ad eccezione delle alghe e degli anellidi policheti che, come nel fouling portuale, hanno mostrato decise caratteristiche pioniere. I briozoi e i gasteropodi sono stati anch'essi presenti ma con un minor numero di specie. I dati bionomici sono illustrati nelle tabelle A e B.

La significatività di questi primi risultati è molto accresciuta attraverso il confronto effettuato con il popolamento di un masso frangiflutti isolato, esterno alla banchina di levante del porto di Terrasini dove esso è immerso alla profondità di circa 9 m. Tale confronto è stato realizzato applicando le medesime metodologie sudescritte, nell'ottobre 1981. La tabella bionomica riferita al masso in questione è riportata unitamente a quella della piramide.

### **I popolamenti della barriera artificiale: la colonizzazione iniziale**

Nell'acqua relativamente eutrofica del bacino portuale esterno di Terrasini (ma che può considerarsi oligotrofica se raffrontata al-

**Tab. A - Terrasini - BARRIERA DI PONENTE**

DATA DEL PRELIEVO: 17/3/1982

TAXA	ESPOSIZIONE				
	NUMERO DI INDIVIDUI				
POLICHETI	Nord	Sud	Est	Ovest	Interno
1 <i>Harmothoe impar</i>					1
2 <i>Platynereis dumerili</i>					5
3 <i>Eunice vittata</i>					1
4 <i>Amphitrite johnstoni</i>					1
5 <i>Serpula vermicularis</i>					1
6 <i>Pomatoceros minutus</i>		1			
7 <i>Vermiliopsis infundibulum</i>		1			1
8 <i>Sphirobranchus polytrema</i>			6		
9 <i>Spirorbis militaris</i>	1		1		
GASTEROPODI					
1 <i>Turboella</i> sp.			2		1
2 <i>Apicularia similis</i>	1				
3 <i>Apicularia guerini</i>	1				
4 <i>Rissoa violacea</i>		1			

**Tab. B - Terrasini - BARRIERA DI PONENTE**

DATA DEL PRELIEVO: 17/3/1982 - MESI DI IMMERSIONE : 7

TAXA	ESPOSIZIONE				
	COPERTURA IN %				
ALGHE	Nord	Sud	Est	Ovest	Interno
1 <i>Sphacelaria cirrhosa</i>				1	1
2 <i>Halopteris filicina</i>					1
3 <i>Ulva rigida</i>		1			
4 <i>Cladophora gemina</i>				1	
5 <i>Derbesia</i> sp.					1
6 <i>Jania rubens</i>			1		
7 <i>Fosliella farinosa</i>		1		1	1
8 <i>Bonmemaisonia asparagoides</i>				1	
9 <i>Asparagopsis armata</i>		1			
10 <i>Ceramium codii</i>					1
11 <i>Callithamnion granularum</i>	1				
12 <i>Dasya rigidula</i>				1	
13 <i>Chondria</i> sp.					1
14 <i>Laurencia obtusa</i>				1	1
15 <i>Brongniartella byssoides</i>					1
16 <i>Lophocladia lallemandi</i>	30%	5%	4%	10,2%	
17 <i>Herposiphonia tenella</i>					1
18 <i>Polysiphonia dichotoma</i>					
19 <i>Polysiphonia corticata</i>					

la media delle acque adriatiche o dell'alto Tirreno o delle stesse acque del Golfo di Castellammare presso Alcamo Marina), le prime trasformazioni sulle superfici dei massi apparivano già a meno di una settimana dall'immersione, sotto forma di un feltro evanescente di colore smeraldino tappezzante le aree più illuminate. Nel controllo delle gallerie o lungo gli spigoli il primo film biologico aveva l'aspetto di una sottilissima lanugine piumosa che si infittiva sulle sporgenze del calcestruzzo ed intorno alle trabecole del polistirolo fuso impiegato nella formazione dei tunnels (v. Provenzano e Riggio, 1982).

All'esame microscopico il feltro primario risultava costituito soprattutto da colonie dell'idroide *Clytia johnstoni* Aud., sviluppate direttamente sul substrato o sui filamenti di alghe Vaucheriales, frammiste a glebe batteriche, colonie di alghe verdi unicellulari e di diatomee del genere *Licmophora*. Il popolamento si accresceva rapidamente: dopo due settimane sulle sporgenze e gli spigoli delle gallerie erano insediate le prime colonie di briozoi con *Aetea anguina* (L.) fra le forme reptanti e *Caberea boryi* Hincks fra le colonie ramificate.

Sui bordi in ombra si scorgevano i tubuli di *Josephella marenzelleri* (Caull. et Mesn.), mentre sulle pareti illuminate comparivano in gran numero individui puntiformi di *Pileolaria militaris* Clap. e *P. pseudomilitaris* (Thiriot-Quévieux).

A poco più di un mese dall'immersione, nella seconda decade di settembre, le trasformazioni sulle pareti verticali esterne consistevano soprattutto in una crescita massiccia del feltro algale nel quale comparivano ciuffi di Ulvales, e fra i talli si elevavano briozoi a portamento frondoso dei generi *Bugula* e *Scrupocellaria*. Oltre agli Spirorbini, i Policheti Serpulidi erano rappresentati da *Pomatoceros triqueter* (L.) e *Hydroides* spp. Il popolamento sciafilo delle gallerie si complicava soprattutto sulle minuscole sporgenze interne con l'aggiunta di *Spirobranchus polytrema* (Phil.), dai lunghi tubi forati, di *Vermiliopsis infundibulum* (Phil.), di spugne calcaree dei generi *Sycon* e *Leuconia*, e di foraminiferi fra cui *Elphidium crispum* L. e vari Miliolidae erano le forme più comuni. *Aetea* spp., *Caberea boryi* e *Crisia* sp. invadevano le pareti. In sintesi, si osservava lo sviluppo

iniziale di un tipico concrezionamento sciafilo in cui le forme stolonifere striscianti, i Erunners di Buss (1979) e le specie a tubo calcareo costituivano una trama ed un'impalcatura basale su cui si sarebbe modellato il popolamento successivo. Le gallerie erano anche rifugio di giovani blennidi e di qualche gobide; fra le specie ittiche la castagnola *Chromis chromis* (L.) e l'occhiata *Oblada melanura* (L.) apparivano costantemente attratte dai massi. La faccia sommitale, ricca di sedimento, era frequentemente pascolata da piccoli branchi di triglie.

Sei mesi più tardi, nel rilevamento eseguito a marzo, la situazione appariva notevolmente modificata. I massi erano in gran parte – ed irregolarmente – ricoperti da una sparsa lanugine di alghe filamentose, nel cui intrico erano visibili tubuli e gusci calcarei di forme animali dotate di scarsa o nulla mobilità: fra questi policheti, briozoi e gasteropodi. Le alghe erano rappresentate da 18 specie, distribuite con maggior frequenza sulla parete ovest e, fatto abbastanza sorprendente, sulla superficie interna in ombra. Tale distribuzione è in rapporto con l'elevata sciafilia della maggior parte delle specie ritrovate, fra le quali *Lophocladia lallemandi* (Mont.) Schm. era dominante. Essa rivestiva oltre il 30% della superficie sulla parete nord ed oltre il 25% sulla parete opposta, seguita da uno scarso 20% sulla parete est. Va segnalata l'elevata termofilia di *L. lallemandi*, specie di origine orientale con predilezione per i substrati ombrosi. Tale ritrovamento è un'ulteriore testimonianza della crescente diffusione di questa specie e del ruolo che hanno le forme orientali nella colonizzazione del Mediterraneo centrale.

I policheti erano rappresentati quasi esclusivamente dai Sedentari: i Serpulidi prevalevano con *Spirobranchus polytrema*, *Pileolaria militaris*, *Vermiliopsis infundibulum* e *Pomatoceros triqueter*, maggiormente addensati sulle pareti in ombra di un corridoio fra i massi.

Gli Erranti erano soltanto Nereidi, con *Platynereis dumerili* (Aud. et M. Edw.) legata al popolamento algale e juvenili di *Eunice vittata* (D. Ch.). Entrambi si ritrovavano sulla faccia più interna.

I Gasteropodi, 6 specie, erano quasi esclusivamente Rissoidae infedati al feltro algale, con prevalenza dei generi *Apicularia* e *Rissoa*, e con densità molto basse. Erano assenti i Bivalvi.

Gli unici Briozoi erano concentrati soprattutto sulla faccia esposta a ponente e sulla superficie interna, ma con una certa differenziazione degli insediamenti: sulla faccia in ombra comparivano infatti colonie incrostanti di *Schizoporella unicornis* Marcus, assenti dalle altre facce del masso, dove prevalevano piuttosto le forme frondose e reptanti. I Poriferi erano presenti con *Sycon* sp., che può considerarsi una forma pioniera, senza particolari addensamenti.

Le forme vagili erano soltanto Crostacei: pochi *Copepodi Arpacticoidi*, l'isopode *Anthuride Cyathura carinata* (Kro.), il Tanaidaceo *Leptochelia savignyi* (Kro.), anfipodi gammaridi, tutte forme ad ampia frequenza e distribuzione geografica.

Nel trimestre intercorso fra i mesi di marzo e di maggio, il popolamento si trasformava qualitativamente. Sui bordi dei massi dei piani superiori si impiantavano fitti insediamenti di alghe brune del genere *Cystoseira*, che si spingevano anche sulle facce verticali, seppure con minore densità. Erano branchi di *Chromis chromis* ed *Oblada melanura*, insieme con esemplari di *Serranus hepatus* (L.) e *S. cabrilla* (L.).

I rilievi effettuati su un masso della stessa piramide esaminata in precedenza, a sei mesi dall'assemblaggio sul fondo e ad otto mesi dall'immersione, mostravano una diminuzione del numero e della copertura delle specie algali, discese a 13 rispetto alle 18 precedenti. E' difficile giudicare se si tratti di un fatto stagionale o di una variazione casuale: la posizione del nuovo masso campionato, posto all'angolo sud e con una buona corrispondenza alle esposizioni del masso campionato a marzo, lo escluderebbe. In ogni caso, è significativo il fatto che il numero non sia aumentato. Anche la composizione specifica e la densità dei ricoprimenti era variata: *L. lallemandi*, ad esempio, era presente soltanto sulle facce est ed ovest ed in percentuale ridotta. *Cystoseira* sp. si ritrovava sulla sola faccia di ponente, più esposta. La copertura complessiva delle altre specie era inferiore all'1%.

Diversa era invece la condizione dei popolamenti animali. Il numero di specie di Policheti era aumentato notevolmente.

Escludendo infatti le specie che erano state ritrovate in marzo su quest'ultima superficie interna, il numero delle forme tardo-primaverili era più che raddoppiato.

Va anche sottolineato un cambiamento nella composizione specifica, con un incremento degli Erranti – rappresentati soprattutto da Sillidi e Nereidi – mentre i Serpulidi erano pressochè costanti.

I Molluschi Gasteropodi comparivano con una specie in meno rispetto al campionamento precedente, ma con forme decisamente nuove, fra cui *Bittium reticulatum* Da Costa, sarebbe diventata specie dominante in assoluto. Notevole era l'assenza dei Rissoidi.

Anche i Briozoi diminuivano di numero ma cresceva la copertura di *Schizobrachiella sanguinea* Norm. Aumentava infine il contingente delle forme vagili, con la comparsa dei primi crostacei Decapodi – prevalentemente paguri – ospiti in conchiglie vuote di *Bittium reticulatum*, e di postlarve e juvenili di brachiuri. Essi si aggiungevano alle forme già elencate di Isopodi e Tanaidacei, anch'essi in aumento.

I Poriferi si mantenevano costanti, con la diffusa presenza di *Sycon* sp. su tutte le facce e con la comparsa di *Leuconia* sp. sulla faccia sud. Il confronto dei due rilievi – primaverile precoce ed avanzato – mostrava nel complesso una stabilità del numero di specie che era la risultante di incrementi o diminuzioni compensative fra i vari gruppi tassonomici. Tale risultato trova in parte spiegazione nei fenomeni inerenti la successione bentonica, in parte era dovuto a differenze casuali nel popolamento dei vari massi. Mentre taluni cambiamenti sono infatti sicuramente riferibili all'evoluzione dei popolamenti, ed in tale categoria di fenomeni va incluso l'aumento delle forme vagili, altri sono certamente la conseguenza di fluttuazioni casuali.

Tale fenomeno va peraltro considerato del tutto normale, se si tiene conto del fatto che la colonizzazione dei substrati è legata al reclutamento di massa delle larve planctoniche e che le probabilità di fissazione e sopravvivenza degli stadi giovanili sono massime in una fase di bassa maturità del sistema, mentre esse diminuiscono progressivamente a mano a mano che lo spazio viene utilizzato e la competizione interspecifica diviene più pressante. Sarà il reclutamento successivo, con il nuovo arrivo di forme larvali di specie a crescita eretta, ramificata e tridimensionale, a permettere la formazione di nuove nicchie ecologiche, con la creazione di ulteriori nuo-

ve possibilità di reclutamento larvale, secondo un processo esponenziale che ha termine quando tutte le nicchie potenziali siano state saturate.

Tale limite è stabilito in ultima analisi dal grado di trofismo delle acque, dalle condizioni idrodinamiche e dall'area disponibile per la fissazione delle larve o spore, quelle che Odum (1973) denomina «disseminule». Tale capacità è in gran parte funzione sia della scabrosità del substrato che della presenza di marcate discontinuità superficiali.

Va infine ricordato che le fasi iniziali di una colonizzazione sono opera di organismi legati alla strategia "r", responsabile di fluttuazioni numeriche vaste ed imprevedibili, e che le dimensioni individuali degli organismi sono inversamente proporzionali al loro numero: tale principio si verifica perfettamente con le popolazioni planctoniche, e soprattutto col fitoplancton (Margalef, 1968).

Il periodo occorrente per l'evoluzione di biocenosi su substrati artificiali è funzione di alcune condizioni principali. Una di queste è la distanza dalla costa. Nel caso di Terrasini, con una distanza del «reef» artificiale di circa 600 m dalla linea di battigia e di 300-400 m dalla linea più prossima di scogli sommersi, è stato calcolato un periodo di maturazione di un triennio, che si allunga al quinquennio per gli anfratti in ombra all'interno della piramide.

Un'altra condizione ambientale importante è la natura geologica dei substrati: è esperienza comune che i basalti colonnari e le rocce vetrose in generale sono prive o quasi di insediamenti bentonici a causa della levigatezza della superficie. Viceversa, certe rocce effusive degassificate sono molto ricche in virtù della loro porosità. I substrati calcarenitici, come quelli presenti a Palermo e su gran parte delle coste della Sicilia occidentale, sono i più densamente colonizzati ed ospitano una massa di forme concrezionanti (Costa et al., 1983-84).

In relazione al fattore luce, i substrati in ombra mostrano una riduzione del popolamento algale compensato da una crescita progressiva delle forme concrezionanti, che in casi limite finiscono col riprodurre veri e propri popolamenti delle grotte oscure o semi oscure, ma che nel nostro caso si arrestano ad uno stadio immaturo. L'alta sedimentazione e torbidità che bloccano la successione ecologica sui massi di Terrasini producono effetti ancor più marcati nelle pi-

ramidi costruite un decennio dopo sui fondali fangosi al largo di Alcamo Marina (Riggio, 1992).

### **Analisi dello sviluppo dei popolamenti su substrati artificiali nell'area costiera di Terrasini**

La descrizione dell'impianto e sviluppo dei popolamenti su un modello di secca rocciosa è la premessa indispensabile per la formulazione di un modello di evoluzione degli insediamenti biotici nell'area mediterranea meridionale. A questo fine va applicato un procedimento induttivo, nel quale cioè i risultati particolari ottenuti dall'esame di un singolo caso vengono impiegati per raggiungere conclusioni più generali. Le informazioni già ottenute sono state confrontate con quelle tratte da un masso frangiflutti esterno al porto di Terrasini, ed immerso da circa 8-9 anni.

Come già accennato nei paragrafi introduttivi, le condizioni del masso, area, pendenza delle facce, esposizione, erano pressochè corrispondenti a quelle degli elementi della barriera. Non coincidevano invece la profondità, minore rispetto alla piramide, e le condizioni del sito di immersione. In questo caso del masso isolato andava considerata la vicinanza alla costa, l'idrodinamismo di superficie e gli apporti eutrofizzanti dall'area portuale.

Questi ultimi fattori erano tuttavia compensati da fenomeni ad andamento opposto. La minore profondità di immersione, infatti, era in parte neutralizzata dalla torbidità delle acque portuali; l'eutrofizzazione si rifletteva sull'afflusso di forme nitrofile o sulla densità dei sestonofagi<sup>\*</sup>.

Una fonte di eutrofizzazione delle acque al largo del porticciolo, praticamente nell'area delle piramidi, è la condotta sottomarina per lo smaltimento delle acque fognarie, posta ad oltre 500m ad ovest delle barriere, ma che impatta sulle piramidi con le correnti di fondo provenienti da Ovest. Una fonte minore di eutrofizzazione è

---

<sup>\*</sup>*sestonofagi* sono gli organismi che si nutrono di *seston*, termine che indica il materiale particolato organico ed inorganico in sospensione nelle acque. La frazione inorganica va sotto il termine di *tripton*.

il collettore fognario dell'abitato di Cinisi, posto a ridosso di Punta Molinazzo, che ha un'influenza con le correnti da levante, frequenti in estate. Data comunque la presenza di correnti di fondo oscillanti in entrambe le direzioni ed attive in tutti i mesi dell'anno, è probabile una leggera eutrofizzazione costante della barriera. In tal caso la differenza rispetto ai massi dell'avamporto sarebbe molto ridotta, e la barriera frangiflutti del porto di Terrasini (almeno nella sua parte esterna) potrebbe considerarsi un modello in scala di una barriera artificiale al largo: questa è l'ipotesi di partenza. Lo studio di fattibilità di barriere artificiali lungo la costa palermitana aveva del resto utilizzato con un procedimento induttivo lo studio dei substrati artificiali già esistenti (Riggio e Ardizzone, 1980).

Al fine di rendere i risultati pienamente confrontabili, nello studio del masso campione sono state impiegate le stesse metodiche che sarebbero state poi applicate alla piramide; la faccia n. 6, in ombra e debolmente inclinata, è stata campionata sulla volta di una cavità ricavata dalla sovrapposizione parziale di tre blocchi frangiflutti.

## I popolamenti sui frangiflutti

L'analisi dei popolamenti del masso frangiflutti, compiuta nell'ottobre 1981, ha mostrato la presenza dei seguenti gruppi tassonomici: alghe, poriferi, idrozoi, sipunculidi, policheti, crostacei peracaridi e decapodi, molluschi gasteropodi e bivalvi, briozoi. Presenze minori sono state quelle di Antozoi, echinodermi ed ascidiacei. Il numero totale di specie censite nei gruppi maggiori è stato di 160 (escludendo gruppi dalla determinazione particolarmente laboriosa, come anfipodi, Isopodi, decapodi ed altri). Segue un'analisi in dettaglio.

LE ALGHE - L'analisi particolareggiata dell'insediamento sulle facce più illuminate mostra la presenza di 40 specie algali con predominanza di *Halopteris filicina* (Grat.) Kütz., *Dictyopteris membranacea* (Stackh.) Batt., *Jania rubens* (L.) Lam. e *Lophocladia lallemandi*. L'ultima specie è, come abbiamo visto, largamente rappresentata anche sui massi della piramide, mentre *D. membranacea* è assente dai campionamenti (ma è probabilmente presente lungo i bordi) e le altre due si ritrovano solo sporadicamente.

Secondo il modello risultante doveva prevedersi un'ulteriore

espansione delle specie suelencate, data la loro diffusione su tutti i substrati artificiali della costa palermitana, e specialmente di *D. membranacea*, che è senza dubbio la più frequente. I risultati invece hanno mostrato una corrispondenza solo parziale.

GLI INVERTEBRATI : I PORIFERI - I poriferi sono 9 specie, raggruppate in due popolamenti distinti fra la faccia 4 e la 6, in ombra, con solo *Lissodendrix* sp. presente sulla faccia 5. Essi sono per lo più forme sciafile tipiche dei concrezionamenti; mancano tuttavia le specie tipiche delle grotte o degli anfratti semioscuri, come *Spirastrella cunctatrix* Schm., che è stata raccolta in abbondanza sulle barriere frangiflutti di Capo Gallo e di Isola delle Femmine. L'assenza di specie tipiche di acque molto pure, come il madrepora rio *Astroides calycularis*, ritrovato sui massi frangiflutti a Scàuri nell'isola di Pantelleria, è colpa della sia pur debole torbidità.

I POLICHETI - Dei 38 policheti censiti, i sillidi e gli eunicidi sono i più rappresentati, con 18 specie: *Syllis hyalina* Gr. ed *Eunice vittata* D. Ch. sono in particolare comuni a tutte le facce. Seguono i serpulidi con 8 specie, 4 delle quali sono presenti anche sui massi della piramide. Anche per i policheti la componente sciafila concrezionante si accompagna ad un contingente di forme erranti a larga valenza ecologica ed a numerose specie tipiche di fondali instabili, indicatrici di intensa sedimentazione.

I BRIOZOI - I briozoi sono 13, raggruppati in maggior numero e percentuale sulla faccia in ombra, dove sono parte notevole del concrezionamento di base. Quattro specie fra le più comuni, *Amathia lendigera* (L.), *Caberea boryi* (Aud.), *Crisia* sp. e *Schizobrachiella sanguinea* (Norm.), sono presenti su tutte le facce e sono forme a larga distribuzione e ad alta valenza ecologica. Come si è già accennato, esse rivestono un ruolo notevole nella strutturazione delle comunità pioniere, contribuendo alla formazione di un reticolo che moltiplica l'area di base. Esse si ritrovano anche in stadi avanzati del popolamento dove costituiscono sempre una fitta trama che cementa gli elementi isolati dei concrezionamenti, vale a dire i gusci di bivalvi, tubi calcarei di serpulidi, talli di alghe incrostanti, pietruzze e ciottoli, ecc. La similitudine coi popolamenti a briozoi della piramide è piuttosto bassa: delle 11 specie contate su quest'ulti-

ma a marzo, 4 sono infatti assenti dal masso frangiflutti. Due di esse, tuttavia, *Aetea sica* (Couch) e *A. truncata* Lands., sono abitatrici di coltri sedimentarie e fangose, dato questo che indica un ritmo sedimentario più intenso.

I MOLLUSCHI - Una componente importante dei popolamenti esaminati è la fauna a gasteropodi, che conta 21 specie sul masso frangiflutti contro le 6 specie campionate a marzo e le 4 a maggio sui substrati della barriera. Forme dominanti sul masso frangiflutti sono *Apicularia guerini* (Recl.), *Rissoa* sp. e *Bittium reticulatum* Da Costa: tutte e tre sono ad ampia valenza ecologica e tipiche del feltro algale. Le specie restanti sono anch'esse a larga distribuzione e si ritrovano per lo più su due sole facce. Tre infine sono limitate ad una sola faccia. Non è stato censito alcun bivalve, e tale assenza caratterizza fortemente le barriere di Terrasini rispetto a quelle adriatiche e nord tirreniche, dove i bivalvi costituiscono i primi e più stabili colonizzatori.

### **Considerazioni sui popolamenti**

Il confronto con la barriera mostra una sostanziale difformità dei popolamenti, che tende ad attenuarsi con la maturazione degli insediamenti sulle piramidi.

Dall'analisi sommaria su riportata si ricava il quadro di un popolamento abbastanza diversificato ma non eccessivamente ricco, risultante dalla coesistenza competitiva di gruppi di specie tipiche dei fondali mobili con associazioni di forme dei concrezionamenti sciafili. Tale caratteristica sembra comune agli insediamenti biotici già esaminati sulla piramide e può in definitiva ritenersi in accordo con la situazione ambientale in situ.

Il numero di 200 specie censite va considerato piuttosto basso rispetto ad altri substrati campionati lungo la costa palermitana. A determinare tale relativa povertà biologica concorrono i fattori principali già accennati:

- a) l'ubicazione delle piramidi al centro di una vasta spianata di substrati mobili poco colonizzati;
- b) l'impatto di correnti torbide e l'abrasione dei massi basali ad opera della sabbia;

c) le difficoltà di reclutamento larvale dai calcari marnosi a ponente del porto, dai quali provengono le correnti più frequenti.

Il confronto coi dati di località a levante di Terrasini – Capo Gallo, Sferracavallo, Isola delle Femmine e Punta Raisi – mostra biodiversità in genere più elevate. Capo Gallo si distingue per i substrati dolomitici, per l'esposizione interamente a nord, che seleziona associazioni spiccatamente sciafile e per i fondali ripidi e accidentati (Riggio e Raimondo, 1992). Facies bionomiche molto simili a quelle dei substrati naturali si ritrovano sulle superfici dei massi artificiali posti al riparo di strutture costiere (Lamia e al., 1981).

I popolamenti censiti a Sferracavallo sono soprattutto influenzati dall'alto livello di eutrofizzazione provocato dai numerosi scarichi fognari dell'abitato. Tale condizione, mentre da un lato deprime i popolamenti algali non nitrofilo ed ostacola lo sviluppo di concrezionamenti, dall'altro favorisce la crescita dei filtratori e delle faune detritivore oltre che di quelle abitatrici della coltre sedimentaria superficiale.

Condizioni intermedie si trovano su taluni substrati di bassa profondità lungo la costa di Punta Raisi, dove il reclutamento dalle vicine piattaforme calcarenitiche, l'idrodinamismo accentuato e l'eutrofizzazione determinata dagli scarichi domestici concorrono ad esaltare la ricchezza e diversità dei popolamenti sia dei substrati artificiali che di quelli naturali (Riggio e Ardizzone, 1981).

### **Confronto con altre aree**

Nel quadro biodinamico esaminato, possono cogliersi analogie con i patterns di sviluppo conosciuti per la costa ligure-provenzale, e particolarmente con gli insediamenti descritti da De Bernardi (1980) per le barriere sperimentali del Principato di Monaco. Affinità specifiche risultano pure dalla monografia della Bellan-Santini (1969), dai lavori di Relini e Sarà (1976), Pisano (1979), Sarà (1979), ecc., che nell'evoluzione dei popolamenti di substrato duro rivelerebbero l'esistenza di un trend comune fra i versanti opposti del bacino Tirrenico.

Tale analogia non implica una convergenza biogeografica, ma è piuttosto da riferire alla similarità della morfologia costiera, al reclutamento larvale, ad analogie idrodinamiche e del trofismo delle acque. Si registrano in realtà parecchie differenze biogeografiche in

gran parte riferibili al gradiente latitudinale: fra queste si sottolinea la maggior frequenza sulle coste sicule di Poriferi e Antozoi e di forme concrezionanti in genere, contro una più folta rappresentanza degli Idrozoi e dei Bivalvi alle latitudini del medio ed alto Tirreno.

Va infine sottolineata ancora una volta l'assenza di banchi di mitili dalle coste siciliane (tranne che per insediamenti limitati, come quelli nel Golfo di Castellammare, a Gela, Scoglitti, ecc.) anche in condizioni di "normale" eutrofizzazione (Riggio et al., 1992). Tale assenza rende poco attendibile un confronto fra i popolamenti della costa sicula con quelli dei bacini tirrenico centrale e settentrionale. L'assenza dei mitili caratterizza anche le aree più a sud<sup>9</sup> del bacino mediterraneo centrale.

## **Pesci e cefalopodi della barriera**

La sequenza dei popolamenti condiziona fortemente le produttività secondarie: la già sottolineata assenza di banchi di mitili dalla costa siciliana, e la rarità dei bivalvi in genere, sono una remora allo sfruttamento diretto delle barriere, e ciò ne diminuisce l'efficacia sul piano economico. In acque tirreniche settentrionali, più eutrofiche, l'insediamento massiccio di sestonofagi e soprattutto di specie eduli come il mitilo e l'ostrica, accorciando e semplificando il percorso delle catene alimentari, consente il sostentamento di stocks di specie ittiche pregiate come la spigola e l'orata, o di crostacei di grossa taglia come l'astice.

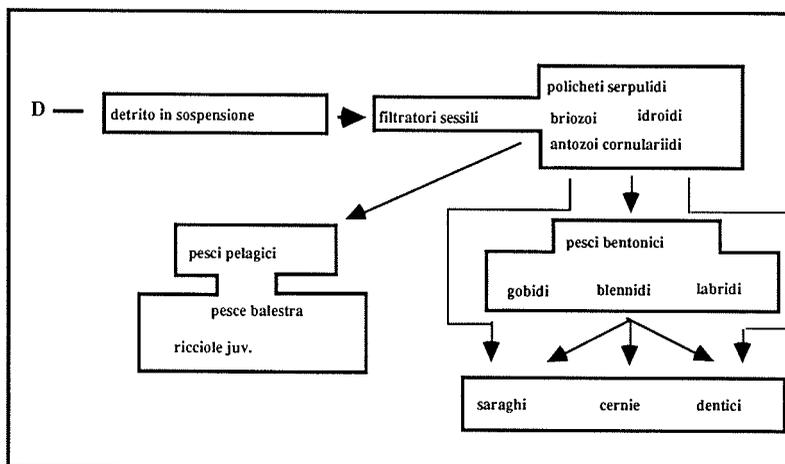
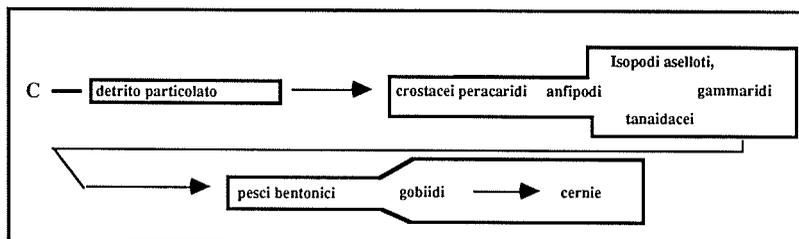
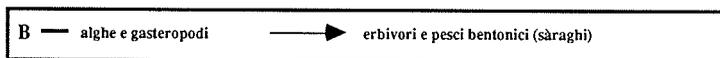
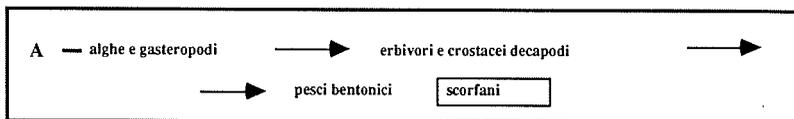
La dispersione di energia viene minimizzata attraverso un riciclo della materia organica operata da altre specie saprofaghe eduli come il *Nassarius mutabilis* (L.) (il bombolino delle coste adriatiche). Questa è infatti la condizione che favorisce le alte rese produttive delle barriere del Cònero e delle altre barriere adriatiche.

Nel caso di Terrasini e dei substrati esaminati lungo i siti più

---

<sup>9</sup> non sono riportati ad esempio mitili per il lago di Tunisi (Zaouali, 1981) nè per il porto di Alessandria (Ghobashy, 1976). Non è d'altronde da escludere la possibilità di una colonizzazione a mitili in futuro, in relazione a modificazione del regime idrologico come viene testimoniato da M.me Zaouali per il lago di Biserta (dove però la colonizzazione è ad opera di *Modiolus barbatus* L.), e da Enrico Gargiulo (in verbis) per la penisola sorrentina.

limpidi della costa palermitana, invece l'energia si converte in popolamenti autotrofi, dai quali essa fluisce attraverso trame alimentari lunghe e tortuose prima della conversione in biomasse sfruttabili. I possibili schemi dei percorsi energetici nelle comunità di substrato duro nella fascia costiera siciliana, sono i seguenti:



Dai quattro scenari delineati si osserva che prima di ottenere una produzione ittica soddisfacente si dovrà stabilire una complessa rete trofica, nella quale le perdite laterali di energia sono spesso imponenti. D'altronde, negli anfratti in ombra, le popolazioni potenziali di sestonofagi e sospensivori sono soprattutto composte da poriferi e forme concrezionanti, poco o nulla appetite da pesci e crostacei di importanza economica. Una tale situazione tende ad uno stato stabile con un'alta diversità specifica ed una bassa produttività biologica. Ciò equivale a dire che le barriere artificiali nelle aree meridionali oligotrofiche si prospettano idonee più alla protezione e restauro di fondali degradati o alla protezione di comunità danneggiate, che alla produzione tout court.

Una delle cause della maggiore produttività delle barriere artificiali è l'attrazione esercitata dai corpi sommersi sulle popolazioni di pesci, a prescindere dalle reali capacità dell'impianto di fornire rifugio o alimento. Tale fenomeno, che va sotto il nome di tigmatattismo ed è ben noto anche a pescatori e subacquei, può assumere proporzioni imponenti, concentrando i pesci in prossimità delle strutture artificiali al punto da fornire immagini sovradimensionate del reale beneficio sulla pesca di un «reef» artificiale. Per tale motivo accanto alle scogliere si distinguono i FAD (fishing attracting devices) che hanno l'unica funzione di attrarre i pesci, o più tecnicamente, di esercitare un *tigmatattismo*.

Fenomeni tigmatattici concorrono con gli altri fattori a favorire la pesca sulle secche naturali, in prossimità di banchine portuali ed isole artificiali; le barriere migliorano le rese di pesca se non altro a causa di tale potere di concentrazione degli stocks che ne facilita la ricerca e la cattura.

Nel corso della ricerca condotta, il potere di attrazione sui pesci si è manifestato fin dall'immersione dei cubi nel porto di Terrasini, ed ancor prima della comparsa del film biologico sulle superfici. La prima specie a mostrare una spiccata attrazione è stata la castagnola, *Chromis chromis* L., osservata in buon numero fin dal 3° o 4° giorno di immersione. L'attrazione è stata talmente forte da indurre esemplari di castagnola a non staccarsi dai massi neanche durante il trasporto in immersione fino al luogo di assemblaggio, seguendo i bloc-

chi fino al sito della posa. Oltre la castagnola, uno spiccato tigmotattismo è stato esibito anche dall'occhiata, *Oblada melanura* L., che si è rapidamente insediata fra le piramidi. Successivamente è stata verificata su scala ben maggiore con specie del pesce azzurro, in primis la riciola, *Seriola dumerili*, presso le piramidi di Alcamo Marina.

A prescindere dall'attrazione tigmotattica, e ad un mese circa dall'immersione, i blocchi venivano visitati da branchi di salpe, *Boops salpa* L., e della triglia di fango, *Mullus barbatus* L., grufolanti nel sedimento depositato sulle facce superiori, mentre i buchi fornivano rifugio occasionale a blennidi e gobidi.

Le osservazioni compiute nell'arco primaverile successivo, sulle piramidi, mostrano un aumento deciso sia della diversità che della consistenza dell'ittiofauna: all'occhiata e alla castagnola, si aggiungono principalmente branchi vaganti di saraghi (sarago fasciato, *Diplodus vulgaris* G. St. Hilaire e lo sparaglione, *D. annularis*), di labridi e di serranidi. I labridi sono stati rappresentati soprattutto da *Labrus bimaculatus* L., il tordo fischietto dai colori smaglianti e, dal tordo vero, *L. turdus* L., particolarmente frequenti presso il bordo dei massi superiori. Nella piramide di Terrasini i serranidi sono più numerosi che in altri siti, e soprattutto alcuni, come la perchia, *Serranus cabrilla* L. e lo sciarrano, *S. scriba* L., sembrano frequentatori abituali della piramide.

Vanno ancora segnalati la boga, *Boops boops* L., la ménola, *Spicara maena* L. e lo zerro, *S. smaris* L. Anche le cavità e i buchi sono diventati sede di forme dell'ittiofauna stanziale. Sul bordo delle anfrattuosità sono frequenti gli esemplari di *Tripterygion tripteronotus* Risso, fra le colonie di *Schizoporella*. Gli spazi interni e le gallerie scavate nei massi sono state presto occupate dal grongo, *Conger conger* L.<sup>10</sup> Con l'avanzare della primavera, le piramidi sono diven-

---

<sup>10</sup>Uno di questi, pescato con fucile subacqueo, pesava circa 4kg. Il contenuto stomacale mostrava la presenza di più esemplari di *Trachurus trachurus* L. Un altro esemplare di grongo, di peso simile al precedente, è stato pescato durante un'osservazione successiva. Il contenuto stomacale mostrava anche in questo caso la presenza di un *Trachurus*, di una ménola e dello zerro. Tali reperti dimostrerebbero l'attrazione ai massi anche di specie pelagiche non rilevate all'osservazione diretta, o forse, piuttosto, l'abitudine del grongo di predare di notte lontano dalla tana.

tate luogo di ovideposizione di cefalopodi. A partire da aprile sono stati osservati ammassi cospicui di uova di *Sepia officinalis* L., attaccata al bordo delle gallerie, e fitti grappoli di capsule ovariali di calamari pendenti dalla volta delle stesse gallerie e dalle cavità fra i blocchi.

La cernia, *Epinephelus guaza* L. e le aragoste, *Palinurus elephas*, sono anch'esse fra i primi ospiti della barriera. La prima è comparso fin dai primi mesi dall'assemblaggio dei massi; le seconde si insediano nei buchi con esemplari della taglia di due centimetri. Non si osservano galateidi, *Scyllarus latus*, nonostante la loro presenza sui blocchi della barriera frangiflutti del porto: è probabile che il reef non sia ancora maturo per il loro insediamento e mantenimento. Tali osservazioni sono state suffragate dalle ricerche successive.

## Le barriere e la Posidonia

*Last but not least*, nell'area intorno alle barriere artificiali di Terrasini, a distanza di circa un settennio dalla posa, è stata verificata una ricomparsa della *Posidonia oceanica*. Tale osservazione è di estremo interesse ai fini del restauro dei fondali, e fornisce delle indicazioni preziose ai fini del risanamento e del miglioramento dei substrati mobili intorno ad aree protette. Si è infatti realizzato in via del tutto spontanea un processo di riforestazione che viene ormai da anni praticato sulle coste francesi e italiane, ma i cui risultati sono spesso controversi <sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Da Riggio (1992): "...Il reimpianto di fanerogame marine va distinto dalla coltivazione di alghe (che non sono fanerogame!) a scopo commerciale, praticata soprattutto nell'estremo oriente. Contrariamente ai ripopolamenti classici, il reimpianto di fanerogame non si propone l'incremento di biomasse commestibili od altrimenti utili, ma tende a migliorare la qualità dell'ambiente, ad elevare, sia pure indirettamente, la biodiversità, a consolidare fondi mobili instabili soggetti ad un'erosione accelerata.: si tratta, in altri termini, di una *riforestazione sottomarina*, attuata con metodologie e finalità non diverse da quelle dei rimboschimenti di terraferma.

Il termine *rimboschimento* ha un senso in quanto implica la manipolazione di piante superiori (dotate cioè di fiori, foglie e radici), a struttura molto più complessa rispetto alle alghe. Le fanerogame marine comprendono una cinquantina di specie della famiglia delle Najadacee (ordine delle Potamogetonacee), che hanno ricolonizzato gli ambienti costieri e lagunari di entrambi gli emisferi al termine di una lunga evoluzione nelle acque

La fanerogama presso le barriere nasce presumibilmente da grossi segmenti di rizomi distaccatisi dalle *mattes* esistenti intorno a Capo Molinazzo o al largo della zona portuale di Terrasini. Questi segmenti sarebbero stati scagliati dalle correnti e dai marosi all'interno dei cilindri cavi residuati della costruzione delle prime piramidi<sup>12</sup>,

---

dolci e salmastre. Esse si distribuiscono nelle fasce tropicali e temperate e sono caratterizzate dal fusto rizomatoso dal quale si distaccano fasci di foglie sottili nastriformi e radici che si ramificano in profondità.

Le fanerogame marine vivono su bassi fondali mobili sabbiosi o sabbio-fangosi dai quali traggono gli elementi nutritivi attraverso un apparato radicale molto sviluppato e che non si limita ad un semplice organo di ancoraggio, come avviene invece per le alghe. In qualche caso possono radicare su rocce, laddove esistano accumuli di sedimento; analogamente alle fanerogame terrestri più evolute, esse esigono un suolo arricchito di sostanze organiche e di composti dell'humus, per la cui formazione è necessario un lungo periodo di maturazione che si svolge nel corso di una *serie* (ovvero: di una successione ecologica) marino. Radicandosi al fondo esse diventano un potente agente di consolidamento dei sedimenti e contrastano efficacemente l'erosione. Alcuni generi, come *Ruppia* e *Zanichellia*, prediligono le acque salmastre e vivono sul fondo delle lagune costiere o delle vasche "fredde" nelle saline. Altri, come *Posidonia* e *Thalassia*, sono esclusivamente marini. L'ultimo genere è circumtropicale.

A partire dagli anni '60 sono stati tentati "rimboschimenti" sottomarini, utilizzando sia frammenti di rizomi, sia zolle contenenti una o più piante, sia ancora semi, allo stato naturale o dopo trattamento. Sono stati compiuti anche esperimenti di germinazione e crescita in acquario, seguiti o meno da trapianto su fondali liberi. Attualmente si ricerca la messa a punto di linee genetiche nuove, più adatte alla coltivazione. Un'esauriente rassegna sull'argomento è riportata da MEINESZ et al. (1990).

La maggior parte degli interventi sono stati realizzati dal '75 in poi sulle coste nordamericane dell'Atlantico. Le specie più utilizzate sono: *Halodule wrightii* Asch., *Syringodium filiforme* Kütz., *Thalassia testudinum* Banks ex Koenig e *Zostera marina* L. Nel Mediterraneo sono state impiegate *Cymodocea nodosa* Ucr., *Ruppia maritima* L. e soprattutto *Posidonia oceanica* Del.. Quest'ultima, endemica del Mediterraneo, occupa i bassi fondali sabbiosi in acque limpide, calde e luminose, prive di inquinamenti e di altri grossi disturbi antropici: oltre che in Sicilia, i suoi popolamenti più estesi si ritrovano ancora al largo della Sardegna e della Corsica e sui bassi fondi del Golfo di Gabès e della Sirte, oltre che nel bacino orientale.

Benchè si ritrovino singole piante isolate, la crescita normale della *Posidonia* è in forma gregaria, a densità tali da formare una "prateria" continua, interrotta soltanto da "canali" che delimitano degli "isolotti di vegetazione", ai quali i francesi danno il nome di "mattes". La "prateria" deve il suo nome all'aspetto di distesa erbosa uniforme alta fino a un metro, ma in genere compresa fra i 50 e gli 80 cm. In realtà essa ha molte caratteristi-

dove si sarebbero ancorati alla sabbia e ai ciottoli giacenti al fondo dei tubi; avrebbero quindi emesso le radici crescendo in direzione plagiotropica. Una volta occupata l'area circoscritta disponibile, i rizomi sono fuoriusciti ed hanno ramificato sulla superficie sabbiosa, dove hanno creato nuclei di espansione della prateria a *Posidonia*

---

che "anomale": è una prateria per l'alta produttività e l'arricchimento in ossigeno delle acque; è una foresta per la complessità della sua struttura e l'altissima diversità biologica.

Il degrado del posidonieto porta alla sostituzione con una specie affine, la *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch., (in Sicilia detta volgarmente *gramigneddu*), a portamento molto più rado ed incapace di trattenere i sedimenti come fa la *Posidonia*. Le due specie si alternano in un processo di *successione ciclica*, che può occupare secoli. Negli ultimi decenni la distruzione dei posidonieti ha assunto ritmi parossistici che richiamano la distruzione della foresta tropicale, con la quale essi hanno molte affinità. La loro distribuzione adesso è pericolosamente diradata: la pesca a strascico, lo scarrocciamento delle ancore, gli inquinamenti, gli apporti terrigeni dovuti alla cementificazione degli alvei, hanno tutti contribuito all'indebolimento ed alla scomparsa di questo splendido ecosistema, vero e proprio polmone costiero del Mediterraneo, al quale sono legati la stabilità e produttività dei suoi bassi fondali (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1983; MAZZELLA et al., 1986; Calvo, 1989). Da questo grave stato di sofferenza nasce la necessità di una protezione dei posidonieti, e, in seconda istanza, della loro ricostituzione con mezzi artificiali.

I primi trapianti mediterranei furono effettuati nei primi anni 70 nel dipartimento francese del Var utilizzando talee di *Posidonia* infisse nei fori di lastroni in cemento. Negli anni seguenti Jacques COOPER (1976; 1977; 1982) iniziò il rimboscimento di vasti tratti di fondale nel Golfo di Giens e intorno all'isola di Hyères, impiegando talee rizomatose e semi germinati in acquario. MEINESZ (1978) trapiantò a Beaulieu zolle di *Cymodocea nodosa* e *Zostera noltii*, frammiste all'alga *Caulerpa prolifera*, ottenendo un aumento significativo della superficie ricoperta. Il reimpianto di *Posidonia* in un'area non colonizzata fornì invece risultati variabili a seconda della profondità e delle modalità dell'esperimento (MEINESZ, 1987).

Trapianti di *Posidonia oceanica* sono stati effettuati in un'area degradata del Golfo di Palermo (GIACCONE e CALVO, 1981), fissando le talee all'interno di anfrattuosità naturali o interrando in vasi di cemento. Questi ultimi tentativi hanno avuto la riuscita migliore. Altri tentativi sono meno documentati. Un certo interesse per futuri interventi potranno avere anche i rizomi modificati, adattati alla riproduzione vegetativa, raccolti dall'Autore da piante accrescentisi su roccia lungo la costa meridionale della Sicilia e nelle isole Pelagie.

In conclusione, l'interesse del reimpianto di fanerogame marine nasce dalla messa in opera di tecnologie subacquee e dall'acquisizione di conoscenze biologiche, più che dai risultati reali finora ottenuti. Se l'ambiente infatti non è in condizioni ottimali, l'impianto eventuale va incontro ad insuccesso o a successo molto parziale, e non giustifica lo sforzo. Va pertanto riveduto l'obiettivo originario di impiegare il trapianto tout court per il re-

nella pianura sabbiosa circostante. L'osservazione compiuta a Terrasini viene suffragata da altre osservazioni analoghe compiute sui reefs artificiali nella baia di Carini: in questi ultimi è stato constatato l'impianto diretto dei rizomi nella massicciata di ciottolame alla base delle piramidi. Tutte le informazioni finora raccolte contraddicono un vecchio pregiudizio circa l'incompatibilità fra i reefs e il posidonieto. Al contrario, è sempre più evidente che i substrati duri e le secche artificiali giocano un ruolo essenziale nell'ancoraggio ed attecchimento dei rizomi della fanerogama, e che senza le barriere, o dei loro opportuni surrogati rocciosi, la riuscita del "rimboschimento" a *Posidonia* diventa estremamente aleatoria. Tutto ciò rappresenta un'indubbia innovazione nelle idee correnti sulla *Posidonia* e sui metodi più atti al suo reimpianto, che merita opportune verifiche sperimentali ed applicative.

## Discussione e conclusioni

Lo sviluppo degli insediamenti biotici sulle piramidi di Terrasini offre una chiave interpretativa del ruolo potenziale delle barriere artificiali nella valorizzazione della fascia costiera e nel possibile rilancio della piccola pesca in Sicilia. Lo studio dei popolamenti pionieri permette inoltre di tracciare un quadro preliminare dei patterns di colonizzazione tipici di un'area decisamente a sud del bacino Tirrenico, con caratteristiche ambientali e biogeografiche che la distaccano dai distretti settentrionali più conosciuti e classicamen-

---

stauro di fondali degradati. Alcune osservazioni mostrano un'accentuata tendenza della *Posidonia oceanica* e delle specie affini ad insediarsi spontaneamente sui substrati adatti, a patto che sussistano le condizioni ambientali opportune. Una ricolonizzazione "spontanea" di *Posidonia* è stata ad esempio accertata all'interno dei tubi cavi immersi fra le "piramidi" di Terrasini, e sparpagliati dalle reti radenti (RIGGIO e PROVENZANO, 1982).

Tale dato prova l'importanza della fissazione dei rizomi nel sedimento per lo sviluppo successivo della pianta e il ruolo fornito da substrati solidi protettivi. Il trapianto può quindi accelerare un processo in corso o potenzialmente in corso, ma non può creare esso solo un posidonieto laddove le condizioni locali non lo consentono. Resta in definitiva confermato l'assunto iniziale, che al di fuori di un risanamento dell'ambiente, nessun serio tentativo di ripopolamento è possibile".

<sup>12</sup> Comunicazione personale dei D.ri M. Toccaceli, F. Badalamenti e M. Gristina.

te studiati dai biologi marini, e la avvicinano alle aree, in gran parte inesplorate, del Mediterraneo meridionale siculo-africano e del Canale di Sicilia.

Benchè i dati riportati siano lontani dal fornire un'immagine esauriente della situazione, essi, confrontati criticamente coi risultati di indagini precedenti compiute sulla costa palermitana e con le informazioni raccolte nelle acque adriatiche e joniche, permettono di precisare alcuni punti di base per l'impostazione del problema più vasto della colonizzazione dei substrati duri nel Mediterraneo, e per la fattibilità della costruzione di «reefs» in zone diverse.

E' anzitutto evidente la grande differenza, già sottolineata, fra i popolamenti pionieri osservati a Terrasini e quelli riportati sia per i fondali tirrenici e adriatici. L'analisi bionomica in questi ultimi distretti riporta concordemente successioni di popolamenti eterotrofici con predominanza dei sestonofagi e sospensivori, che in certi casi diventano il popolamento esclusivo (Bombace, 1980; Relini e al., 1976; 1977; Relini e Matricardi, 1977).

La barriera di Terrasini ha invece confermato il ruolo primario della colonizzazione algale sulle coste sicule, anche in condizioni eutrofiche, e che sulle superfici illuminate raggiunge uno stato stabile nelle facies fotofile a *Dictyopteris membranacea* e *Halopteris filicina*, vicariate da *Sargassum* spp. e *Cystoseira compressa* (Esp.) Gerl. & Nizam. in condizioni di maggiore trofismo. In tale tipo di colonizzazione la luce assume il ruolo di fattore pilota, insieme, ovviamente, con l'idrodinamismo. Vistose transizioni nella composizione dei popolamenti sono infatti evidenti in corrispondenza dei salti bruschi di luminosità che si verificano nel passaggio fra superfici esposte e superfici in ombra. Variazioni nei popolamenti sono state osservate in relazione al gradiente di luminosità stabilito fra la base della piramide e la sua zona sommitale.

L'esperienza dedotta dalle indagini già compiute permette di interpretare la situazione osservata a Terrasini come il risultato di una riproduzione semplificata delle biocenosi sciafile concrezionanti che tipizzano gran parte dei fondali duri della costa nord-occidentale della Sicilia in acque non inquinate od eutrofiche. La semplificazione sarebbe il risultato dell'impatto delle correnti torbide prove-

nenti dagli scarichi dell'abitato e dal Golfo di Castellammare (ma in misura ridotta anche da punta Molinazzo a levante), che tuttavia a Terrasini sono molto meno intense rispetto all'area disastata di Alcamo Marino, Trappeto, e generalmente della parte centro-orientale del Golfo di Castellammare.

La torbidità che caratterizza le acque di Terrasini nei periodi invernali o di maltempo – e che non si presenta durante lunghi periodi di calma del mare – sarebbe solo in parte dipendente da fenomeni di eutrofizzazione, come dimostra la scarsa presenza sulla piramide di animali filtratori e di sospensivori, che invece si ritrovano in qualche misura sui massi frangiflutti. E' comunque molto probabile nel caso della costa sicula settentrionale l'intervento di fattori biogeografici verosimilmente legati alla latitudine, che favorirebbero la presenza massiccia di alghe, policheti e forme dei concrezionamenti sciafili vicarianti i mitili e gli altri bivalvi, che sono rari.

L'impatto del materiale particolato in sospensione nelle correnti, che nelle località del Golfo di Castellammare (ed anche lungo la costa fra Cefalù e Milazzo) blocca l'evoluzione degli insediamenti ad uno stadio pioniero, a Terrasini frena lo sviluppo dei ricchi concrezionamenti osservati in altre parti della costa palermitana

Sulle parti in luce non investite dalla sabbia (nei massi dei piani più elevati) ha luogo tuttavia l'impianto dei precursori del *Posidonium oceanicae* (Badamenti et al., 1985; Riggio et al. 1985). Le previsioni fatte tre anni dopo la posa dei massi sono state in buona parte verificate dalla colonizzazione in corso. Se quest'ultima continuerà coi ritmi attuali, la fanerogama presumibilmente circonda le piramidi entro pochi anni, e potrà eventualmente risalire sulle superfici e nelle linee di separazione dei massi.

I risultati ottenuti a Terrasini, la ricchezza dei dettagli sulla colonizzazione primaria, il confronto con le altre barriere e con le secche naturali, ci consentono infine di rivedere molti concetti e pregiudizi sulle barriere e sul loro possibile ruolo nella conservazione e protezione dei fondali costieri. Va ribadito con forza un diniego all'uso delle barriere nelle aree protette dato che la protezione di un'area esclude qualsiasi intervento, tanto più se massiccio e di-

spendioso come in questo caso. Nulla tuttavia vieta che i reefs vengano utilizzati alla periferia delle zone A dei parchi marini e delle riserve, o all'interno delle zone B. Va anzi precisato il ruolo insostituibile che esse hanno per:

- a - il recupero dei fondali degradati;
- b - il blocco meccanico della pesca a strascico;
- c - il sostegno ad iniziative di maricoltura;
- d - il rilancio delle attività di piccola pesca artigianale.

In più, le ricerche compiute dimostrano la validità dei reefs nella protezione del posidonieto e la sua utilità estrema nei rimboschimenti a *Posidonia oceanica*. Tale osservazione fa una volta per tutte giustizia del preconcetto diffuso che le barriere artificiali sarebbero uno dei pericoli alla sopravvivenza della prateria. Infine non va trascurata la funzione che i reefs, opportunamente costruiti e localizzati a basse profondità, facilmente accessibili ai sommozzatori o a sommergibili, possono avere per fini educativi e per la sperimentazione e l'insegnamento della biologia marina. In questo caso, come già da anni si opera nel Principato di Monaco, le barriere possono essere sede di visite turistiche e portare un contributo non indifferente alla conoscenza di prima mano dell'ecosistema marino, che è premessa indispensabile alla sua conservazione.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLEMAND D. et M.C. GRILLO, 1990 - La biocalcification chez le corail rouge, *Corallium rubrum*. 2. approches biochimique et physiologique. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 32, 1: 148.
- ARCULEO M., G. BOMBACE, G. D'ANNA, S. RIGGIO, 1990 - Evaluation of fishing yields in a protected and an unprotected coastal area of N/W Sicily. *General Fisheries Council for the Mediterranean - FAO Fisheries Rep. no. 428 FIPL/R428*, : 70 - 83.
- ARCULEO M., G. D'ANNA, S. RIGGIO, 1992 - Le barriere artificiali nel Golfo di Castellammare (Sicilia N/W). *Atti del IV Convegno*

- Siciliano di Ecologia - Impatto 3R*, Porto Palo (SR),. 26 - 28 febbraio 1988, : Ibid: 273 - 285.
- ARDIZZONE G.D, CHIMENZ C., BELLUSCIO A., 1982 - Benthic Communities on the artificial reef of Fregene (Latium). *Journée Etude Récifis artif. et Mariculture suspend.*, C.I.E.S.M.M. (Cannes): 55 - 57.
- ARDIZZONE G.D, CHIMENZ C., BELLUSCIO A., 1989 - The development of epibenthic communities on artificial reefs in the central Mediterranean Sea. *Bulletin of marine Science*, 44 (2): 592-608.
- BADALAMENTI F, GIACCONE G., GRISTINAM., RIGGIO S., 1985 - An eighteen month survey of the artificial reef off Terrasini (SICILY): the algal settlements. *Oebalia*, XI, N.S.: 417 - 425.
- BADALAMENTI F, R. CHEMELLO, M. GRISTINA, M. TOCCACELI, S. RIGGIO, 1992 - Studi e sperimentazioni sulle barriere artificiali in Sicilia. *Atti del IV Convegno Siciliano di Ecologia - Impatto 3R*, Porto Palo (SR),. 26 - 28 febbraio 1988, : 259 - 272.
- BALDUZZI A. , S. BELLONI, F. BOERO, R. CATTANEO, M. PANSINI E R. PRONZATO, 1982 - Prime osservazioni sulle barriere artificiali della riserva sottomarina di Monaco. *Naturalista sicil.*, S. IV, VI (Suppl.), 3: 601 -605.
- BELLAN SANTINI D., 1969 - Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 63 (47), 294 pp.
- BOMBACÈ G., 1973 - Progetto per la realizzazione di barriere artificiali nel mare di Ancona. *Gazzettino della Pesca*, n. 1, A. XX, Ancona.

- BOMBACE G., 1977 - Aspetti teorici e sperimentali concernenti le barriere artificiali. pp.29 - 41. In: Cinelli F., E. FRESI and L. MAZZELLA. Atti. IX Congresso della Società Italiana di Biologia Marina. Ischia, 19-22 maggio 1977, Ischia (Napoli).
- BOMBACE G. , 1980 - Paper on experiments on artificial reefs in Italy. F.A.O. - G.F.C.M./XV/80/21: 1 - 12.
- BOMBACE G., 1982 - Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive. *Naturalista sicil.*, S. IV, VI (Suppl.). 3: 573 - 591.
- BOMBACE G. , 1989 - Artificial reefs in the Mediterranean Sea. *Bulletin of marine Science*, 44 (2): 1023- 1042.
- BOUDOURESQUE C. et A. MEINESZ, 1983 - Découverte de l' herbier de posidonie. GISP - *Parc national de Port Cros*, Cahier no. 4: 79 pp.
- BUSS L. W., 1979 - Habitat selection, directional growth and spatial refuges: why colonial animals have more hiding places. pp. 459 - 498. in: *Biology and systematics of colonial organisms*. B. Rosen and G. Larwood Eds. Academic Press, London.
- CALVO S., 1989 - Importance et sauvegarde des herbiers sous marins. *Colloques phytosociologiques, XIX Végétation et qualité de l'environnement cotier en Méditerranée*. 21 - 29.
- CATTANEO-VIETTI R. & G. BAVESTRELLO, 1993 - Esperienze di allevamento del corallo rosso nella riserva marina del Principato di Monaco. *Il corallo rosso in Mediterraneo: Arte, Storia e Scienza. Red Coral in the Mediterranean Sea: Art, History and Science*. F. Cicogna & R. Cattaneo-Vietti (Eds). Min. Ris. Agr. Al. For. - Roma: 243 - 255.
- COOPER J., 1982 - Reimplantation de *Posidonia oceanica*, et protection des implants. *Bull. Ecol. Fr.*, 13(1): 65 - 73.

- COOPER G., 1976 - La Posidonie, plante étonnante la peche ou la mariculture...? *Association - Fondation G. Cooper*, cahier no. 1: 57 pp.
- COOPER G., 1977 - Giens - les - Posidonies. *ibid.*, cahier no. 2 - dec. '77, 118 pp.
- COSTA C., S. RIGGIO, G. GIACCONE, 1983/84 - Note bionomiche sulle comunità di substrati naturali ed artificiali lungo la costa di Vergine Maria (Golfo di Palermo). *Nova Thalassia*, 6, suppl., : 663 - 669.
- D'ANNA G., G. GIACCONE, S. RIGGIO, 1985 - Lineamenti bionomici dei banchi di mitili di Balestrate (Sicilia occidentale). *Oebalia*, XI, NS.: 389 - 399.
- DEBERNARDI E., 1980 - Reserve sous-marine de Monaco. Note sur la construction et l'immersion de récifs artificiels. CGPM, FAO, Symposium sur l'aménagement des ressources vivantes de la zone littorale en Méditerranée, 18-20 Sept. 1980, Plame de Mjorque: 1 - 21.
- DUVAL C. et J. CANTERA, 1983 - Données préliminaires sur la faune de mollusques de modules artificiels immergés dans la région de Marseille. Journ. Etud. Récifs artif. et Maricult. suspend. C.I.E.S.M.M., Cannes. (1982): 89 - 92.
- ELTON C., 1968 - *Animal Ecology* - 3rd Ed., Methuen, Oxford.
- FABI G., L. FIORENTINI and S. GIANNINI, 1989 - Experimental shellfish culture on an artificial reef in the Adriatic Sea. *Bulletin of Marine Science*, Vol. 44 (2): 923 -
- FRADÀ ORESTANO C. et S. CALVO, 1989 - L'impact des activités anthropiques sur les herbieres de *Posidonia oceanica* (L.). Del. Le long des cotes siciliennes. *Colloques phytosociologiques, XIX Végétation et qualité de l'environnement cotier en Méditerranée*. 523 - 531.

- GHOBASHY, A.F.A., 1976 - Seasonal variation and settlement behaviour of the principal fouling organisms in the eastern Harbour of Alexandria, *Proceeding of the 4th International Congress on Marine Corrosion and Fouling*, Antibes-Juan Les Pins, pp. 213-220.
- GIACCONE G., 1978 - Effects on Phytobenthos of marine domestic Wasterwater Disposal, *Progress in Water Technology*, 4: 51-58.
- GRILLO M.C. et D. ALLEMAND , 1990 - La biocalcification chez le corail rouge, *Corallium rubrum*. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 32: 21
- HUVÉ P., 1953 - Etude expérimentale du peuplement de surfaces rocheuses immergées en Méditerranée occidentale. *Cr. hebdomadaire Séanc. Acad. Sci. Paris*, 2136: 419-422.
- LAMIA P., P. MORANA, S. RIGGIO, A. ROMEO, 1982 - Il contributo della fotografia subacquea nella documentazione scientifica dei popolamenti bentonici. Studio degli insediamenti biotici su massi di barriera frangiflutti. *Naturalista Sicil.*, S. IV, VI (Suppl.), 1: 162 - 166.
- LEFEVRE J.R., C. DUVAL, , M. RAGAZZI et J. DUCLERC, 1984 - Ré-cifs artificiels. Analyse bibliographiques. IFREMER: 1 - 47.
- MARGALEF R., 1968 - Perspectives in ecological theory. Chicago University Press.
- MAZZELLA L. et al., 1986 - Le praterie sommerse del Mediterraneo. Ed. Laboratorio di Ecologia del Benthos, Ischia: 59 pp.
- MEINESZ A., 1978 - Etude expérimentale de bouturage de certains végétaux sous-marins dans les ports et les plages artificielles. Société hydrotechnique de France. XVe Journée de l'Hydraulique, Toulouse, Fr.: 1 - 4.

MEINESZ A., G. CAYE, F. LOQUES ET S. MACAUX, 1990 - Analyse bibliographique sur la culture des phanerogames marines. Posidonia newsletter, GIS Posidonie, 3 (1) : 1 - 57.

ODUM E. P., 1973 - Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Co. 3rd Edition.

ODUM H. T., 1983 - Systems Ecology. John Wiley & Sons. N. York, 644 pp.

PERES J. M., 1961 - Océanographie biologique et biologie marine. Tome 1 er: la via benthique. Presses Universitaires de France, Paris, 541 pp.

PERES J. M. et J. PICARD, 1964 - Nouveau manuel de Bionomie benthique de la mer Méditerranée. Rec. TRav. Stat. Mar. Endoume., 31 (47): & - 37.

PIERCE J. R., 1963 - La teoria dell'informazione. EST Mondadori, Milano.

PISANO E., 1979 - Osservazioni preliminari sui briozoi di substrati artificiali immersi nel piano infralitorale del promontorio di Portofino (Mar Ligure). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, ser. B, 86, suppl.: pp. 220-222.

PROVENZANO G. e S. RIGGIO, 1982 - Tecnologie impiegate per la realizzazione di barriere artificiali lungo la costa palermitana.

Atti UU.OO. sottoprogetti CNR "Risorse Biologiche" e "Inquinamento", ROMA, 10 - 11 novembre 1981: 119 - 154.

- RELINI, G., 1974 - La colonizzazione dei substrati duri in mare. Mem. Biol. Marina e Oceanogr. , 4 (4, 5, 6): 201-261.
- RELINI G., 1982 - Le barriere artificiali nel Golfo Marconi (Mar Ligure). Naturalista sicil., S. IV, VI (Suppl.), 3: 593 - 599.
- RELINI G. e G. MATRICARDI, 1977 - Fouling di alcune piattaforme off-shore dei mari italiani. IV: i cirripedi. In: Cinelli F., E. Fressi, e L. Manzella. *Atti. IX Congresso della Società Italiana di Biologia Marina*. Ischia, 19-22 maggio 1977, Ischia (Napoli).
- RELINI G. e M. SARÀ, 1971 - Succession in benthic communities on asbestos panels immersed in the Ligurian Sea. *Thalassia Jugoslavica*, 7 (1): 313-320.
- RELINI G. and L. ORSI RELINI, 1989 - Artificial reefs in the Ligurian Sea (N/W Mediterranean): aims and results. *Bulletin of marine Science*, 44 (2): 743 - 751.
- RELINI G. e L. RELINI ORSI, 1972 - Affondamento di carcasse di automobili ed inquinamenti. Quad. Civ. Staz. Idrobiol., Milano, 3\_4: 31-43.
- RIGGIO S., 1982 - The artificial reefs off Terrasini (northwestern Sicily) after one year submergence. Journée Etude Récifs artif. et maricult. suspend., C.I.E.S.M.M., Cannes: 67 - 70.
- RIGGIO S., 1990 - A short review of artificial Reefs in Sicily. General Fisheries Council for the Mediterranean - FAO Fisheries Rep. no. 428 FIPL/R428, : 70 - 83, 128 - 137.
- RIGGIO S., 1992 - I ripopolamenti in mare. *Atti del IV Convegno Siciliano di Ecologia - Impatto 3R*, Porto Palo (SR),. 26 - 28 febbraio 1988: 223 - 258.

- RIGGIO S. E ARDIZZONE G. D., 1979 - Prospettive dell' impiego di substrati artificiali per il ripopolamento e la protezione dei fondali costieri della Sicilia nord occidentale. Atti Conv. Sci. Naz. P.F. Oceanografia e Fondi Marini, Roma, 5-7 marzo 1979: 157 - 184.
- RIGGIO S. E G. D. ARDIZZONE, 1980 - Eutrofizzazione e comunità bentoniche su substrati artificiali. Indagine preliminare sulle coste della Sicilia nord occidentale. Quad. Lab. Tecn. Pesca, 3 (1 suppl.): 605 - 618.
- RIGGIO S., F. BADALAMENTI, R. CHEMELLO, M. GRISTINA, 1990 - Zoobenthic Colonization of a small artificial Reef in Southern Tyrrhenian: Results of a three - year Survey. (riedizione aggiornata della pubblicazione no. 67). *General Fisheries Council for the Mediterranean - FAO Fisheries Rep. no. 428 FIPL/R428.*: 109 - 119.
- RIGGIO S., G. D' ANNA, M.P. SPARLA, 1992 - Coastal eutrophication and settlement of mussel beds in N/W Sicily: remarks on their significance. *Marine Eutrophication and Population Dynamics. Proceedings of the 25th European Marine Biology Symposium.* : 117 - 120.
- RIGGIO S. E G. DI PISA, 1979 - Indagini preliminari sui patterns di insediamento dei popolamenti bentonici nel porto di Palermo. *Atti Soc. Toscana di Scienze Naturali, Mem., Ser. B, 86, suppl.:* 258 - 262.
- RIGGIO S. e G. DI PISA, 1980 - Osservazioni sui patterns di insediamento di comunità bentoniche portuali in relazione alla geometria del substrato. *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia, N. S., suppl. X:* 291 - 297.

- RIGGIO S. e G. DI PISA, 1981 - The Patterns of Settlement of benthic Harbour Communities in relation to Substratum Geometry. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 27 (2) : 177 - 178.
- RIGGIO S., M. GRISTINA, G. GIACCONE, F. BADALAMENTI, 1985 - An eighteen month survey of the artificial reef off Terrasini (NW Sicily): the Invertebrates. *Oebalia*, XI, N.S.: 427 - 437.
- RIGGIO S. e G. PROVENZANO, 1982 - Le prime barriere artificiali in Sicilia: ricerche e progettazioni. *Naturalista Sicil.*, S. IV, VI (Suppl.), 3: 627 - 659.
- RIGGIO S. e F. M. RAIMONDO, 1992 - Proposta di una riserva costiera per la tutela e la valorizzazione dei biotopi di *Isola delle Femmine e di Monte Gallo* (Palermo). *Quaderni di Botanica Applicata*, 2 (1991) : 59 - 96.
- RUSSEL B. C., 1975 - The development and dynamics of a small artificial reef community. *Helgol. Meers. Unters.* 27: 298 - 312.
- RUSSO G.F., V. ZUPO, S. PIRAINO, L. ULIANICH & F. CICOGNA, 1993 - Allevamento ed aspetti sperimentali della biologia alimentare del corallo rosso. In: *Il corallo rosso in Mediterraneo: Arte, Storia e Scienza. Red Coral in the Mediterranean Sea: Art, History and Science*. F. Cicogna & R. Cattaneo-Vietti (Eds). Min. Ris. Agr. Al. For. - Roma, pp. 159 - 179.
- SARÀ M., 1979 - Il ruolo dei poriferi nell'ecosistema marino litorale. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, ser. B, 86, suppl.: pp. 248-253.
- WILSON O.T., 1925 - Some experimental observations of marine algal succession. *Ecology*, 6: 302.

ZAOUALI J., 1981 - Evolution des peuplements floristique et faunistique (invertébrés) dans le lac Nord de Tunis (Mois de Mai et Juillet 1980). *Rapp. comm. int. Mer Médit.*, 27, 4: 185-187.

ZAOUALI J. et A. LEVY, 1981 - Evolution spatio-temporelle de la microfauve et de la macrofauve dans le lac de Bizerte (Tunisie septentrionale). *Rapp. comm. int. Mer Médit.*, 27, 4: 189-190.

## Problemi del parassitismo in acquacoltura

**Prof.ssa Anna Maria Cognetti Varriale**

*Dipartimento di Patologia Animale, Profilassi ed Igiene  
degli Alimenti, Università di Pisa*

Il gruppo di lavoro del Dipartimento di Patologia animale della Facoltà di Medicina Veterinaria di Pisa da me coordinato svolge da circa tre anni una serie di ricerche sul parassitismo nei pesci finanziate dall'Ispettorato della Pesca Marittima e dal MURST. Tali ricerche interessano alcune specie di cestodi del genere *Bothriocephalus* ed il monogeneo *Diplectanum aequans* con particolare riguardo all'inquadramento sistematico delle specie parassite e agli aspetti della prevenzione e della terapia.

Le relazioni ospite-parassita sono state svolte su tre specie di *Bothriocephalus*: *B. gregarius*, *B. barbatus* e *B. andresi* parassiti intestinali di *Psetta maxima* (rombo chiodato), *Scophthalmus rhombus* (rombo liscio), *Citharus linguatula* (linguattola).

Sono stati presi in considerazione i parametri più significativi in accordo a quanto proposto da Margolis et al. (1982) e da Genchi et al. (1989) quali la prevalenza, l'abbondanza e l'intensità parassitaria.

I risultati hanno messo in risalto che la distribuzione delle tre specie di botriocefali mostra un andamento differente nei rispettivi ospiti con valori di infestazione caratteristici per ogni

coppia ospite/parassita ed un'elevata specificità di tutte e tre le specie parassite nei confronti del proprio ospite.

Per acquisire ulteriori notizie sulle condizioni di sviluppo delle uova sono state effettuate prove sulla schiusa delle uova dei tre botriocefali a diverse condizioni di temperatura e di luce. I risultati hanno messo in evidenza che la schiusa delle uova compresa tra il quinto e l'undicesimo giorno dalla deposizione ed il periodo di schiusa che avviene tra il quinto ed il sedicesimo giorno, dipendono dalle condizioni di luce e di temperatura a cui sono state tenute le uova con risposte differenti nelle tre specie.

Inoltre con la tecnica elettroforetica applicata ai sistemi gene-enzima sono state definite le relazioni tassonomiche tra *B. gregarius*, *B. barbatus* e *B. andresi* che la sola analisi morfologica non evidenziava in maniera sicura.

Un altro settore di ricerca è indirizzato allo studio di *Diplectanum aequans* (Monogenea, *Diplectanidae*), trematode monogeneo responsabile della diplectanosi, malattia parassitaria molto frequente negli allevamenti di *Dicentrarchus labrax* (spigola) ed importante per la sua patogenicità. Il parassita si insedia, dopo una breve fase di parassitosi cutanea, sulle branchie del suo ospite, in cui raggiunge lo stadio adulto in tempi variabili a seconda della temperatura (dati non pubblicati).

I risultati hanno mostrato un gradiente preferenziale di distribuzione decrescente dal primo al quarto arco branchiale con alcune differenze fra le forme giovanili e quelle adulte (Cognetti Varriale et al., 1992b). La ricerca è stata estesa anche alla messa a punto di trattamenti terapeutici idonei contro la diplectanosi. Abbiamo riscontrato che con Neguvon® a bassi dosaggi (0,15-0,20 ppm) e per un tempo di 48 h si ottiene una completa disinfestazione delle postlarve e degli adulti del parassita nei pesci trattati; al contrario con il Ranide® ed il mebendazolo i risultati non sono stati altrettanto confortanti (Cognetti Varriale et al., 1992a).

È stata esaminata inoltre l'influenza della temperatura sulla schiusa delle uova del trematode.

Dopo prove a diverse temperature (30°C, 25°C, 20°C, 15°C, 10°C e 5°C) è stata rilevata la notevole influenza di questo parametro sulla schiusa delle uova: la diminuzione della temperatura prolunga l'inizio della schiusa, soprattutto in corrispondenza di 15°C e 10°C (dati in via di pubblicazione).

Il fatto di aver individuato i tempi di schiusa rispondenti a diverse temperature assume importante significato per l'intervento terapeutico.

Da ricerche in corso risulta che gli esteri fosforici (antiparassitari impiegati contro queste parassitosi) non agiscono sull'embrione racchiuso nell'uovo, ma solo sulla larva natante, sugli stadi giovanili e sugli adulti, per cui si rende necessario un secondo trattamento terapeutico per colpire le larve prima che raggiungano la maturità sessuale. Il tempo intercorrente tra il primo ed il secondo trattamento dipenderà quindi dalla temperatura ambientale.

Applicando un idoneo schema terapeutico, si potrà ridurre l'impiego degli antiparassitari, minimizzando quindi l'impatto ambientale dovuto ai loro residui.

Le metodologie adottate aprono nuove prospettive per affrontare in maniera più concreta le complesse problematiche delle parassitologie dei pesci. I risultati finora ottenuti evidenziano come una approfondita conoscenza di base della biologia e della sistematica dei parassiti sia la condizione necessaria per impostare valide terapie antiparassitarie in acquacoltura.

## BIBLIOGRAFIA CITATA

- COGNETTI-VARRIALE A.M., CECCHINI S. and SAROGLIA M.  
(1992a) Therapeutic trials against the *Diplectanum aequans* (Monogenea), parasite of sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) in intensive farming. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol* 12(6), 204-206.

- COGNETTI-VARRIALE A.M., CASTELLI A., CECCHINI S. and SAROGLIA M. (1992b) Distribution of *Diplectanum aequans* (Monogenea), on the gills of intensively reared seabass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 13(1), 13-16.
- GENCHI C., MADONNA M., MANFREDI M.T. & DI SACCO B. (1989) L'approccio epidemiologico in Medicina Veterinaria: principi metodologici ed esempi applicativi. *Archivio Veterinario Italiano*, 40(3), 149-160.
- MARGOLIS L., ESCH G.W., HOLMES J.C., KURIS A.M. & SCHAD G.A. (1982) The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc Committee of the American Society of Parasitologists) *J. Parasitol.*, 68(1), 131-133.



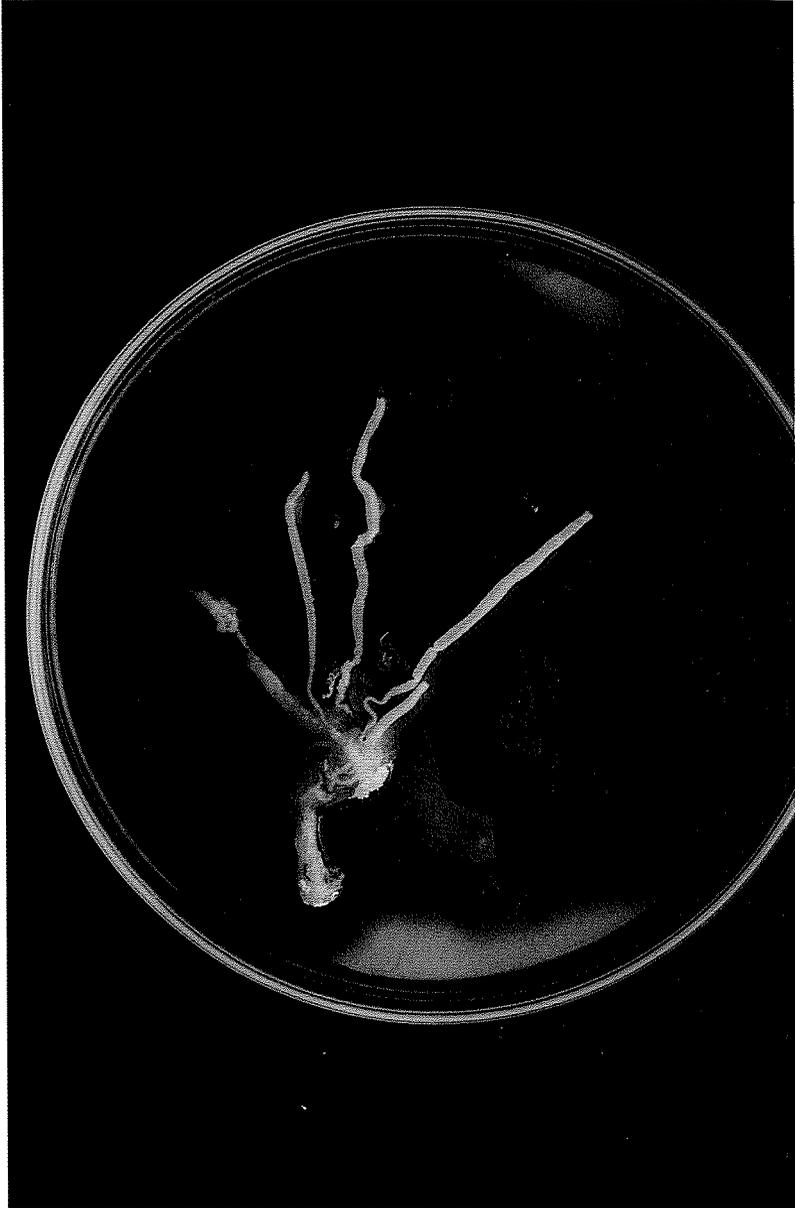
*Diplectanus acquans*



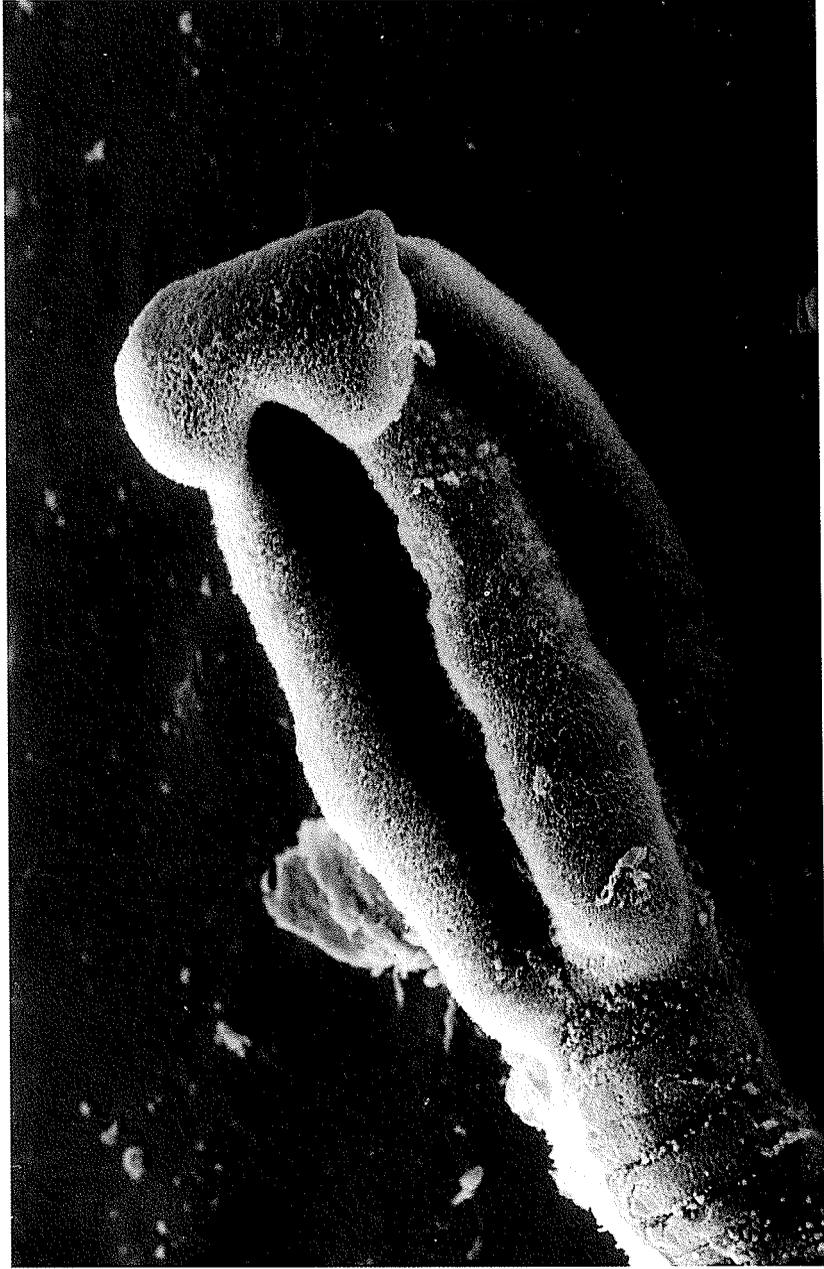
*Diplectanus aequans* sulle branchie di *Dicentrarchus labrax* (spigola)



Intestino di *Psetta maxima* (trombo chiodato) con *Bothriocephalus gregarius*



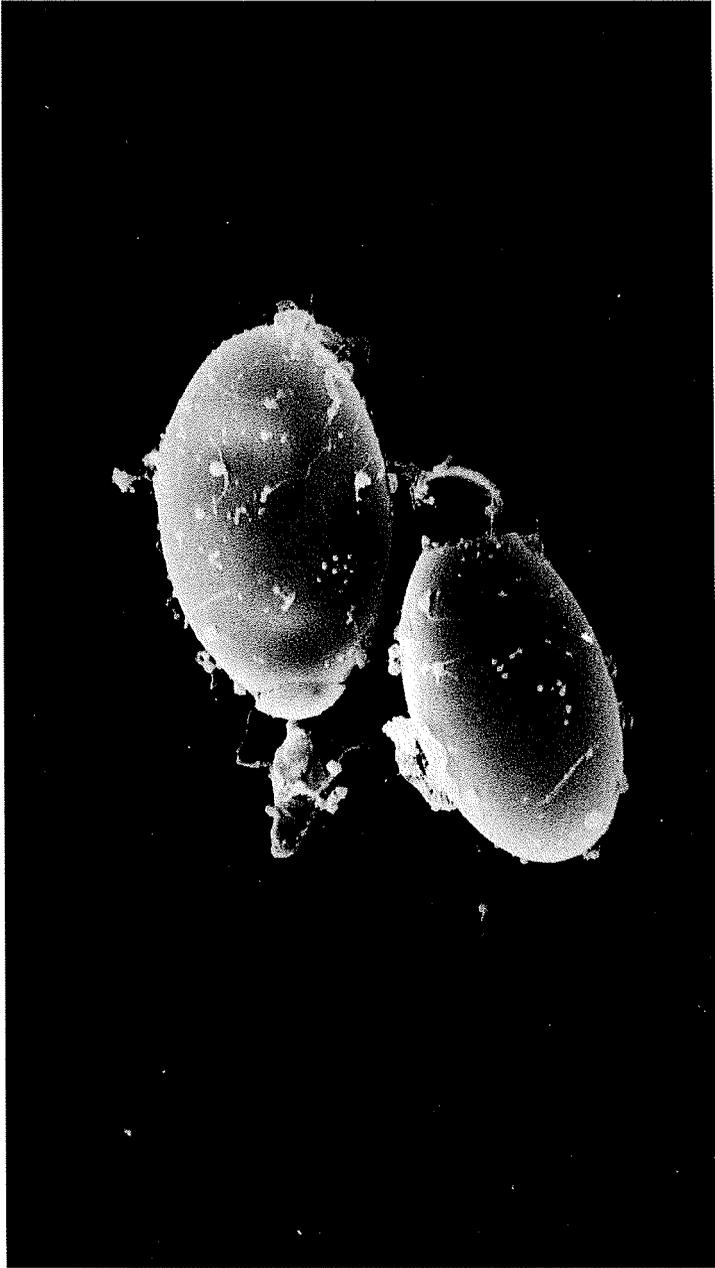
Intestino di *Citharus linguatula* (linguattola) con *Bothriocephalus andresi*



Scolice di *Bothriocephalus gregarius*



Proglottidi gravide di *Bothriocephalus gregarius*



Uova di *Bothriocephalus gregarius*



## I N D I C E

R. PALLOTTA, Saluto .....	Pag. 7
E. INGLE, Acquacoltura Italiana. Analisi della produzione .....	» 9
G. GIACCONE, Acquacoltura con alghe .....	» 21
G. BAVESTRELLO - R. CATTANEO-VIETTI - L. SENES, Problemi attuali nell'allevamento e nella gestione del corallo rosso in Italia .....	» 25
E. GAINO - G. CORRIERO - R. PRONZATO, La spongicoltura in Mediterraneo .....	» 41
A. MAZZOLA, Acquacoltura e ambiente nelle zone umide: valorizzazione e protezione di aree costiere attraverso sistemi di allevamento integrato .	» 61
S. RIGGIO, Barriere artificiali e protezione dell'ambiente costiero: l'esempio dei "reefs" di Terrasini (Sicilia Nord-Occidentale) .....	» 69
A.M. VARRIALE, Problemi del parassitismo in acquacoltura .....	» 119

Publicazione curata dal Dr. Giuseppe Tutone, Segretario Tesoriere dell'Accademia

Segreteria: c/o Azienda Autonoma Provinciale per l'Incremento Turistico - Piazza  
Castelnuovo, 35 - 90141 Palermo - Tel. (091) 6058420 - Fax (091) 331854

Stampa: Grafiche Renna S.p.A. - Palermo