

## 34. L'ESTUDI DE LES COMUNITATS BENTÒNIQUES DE LES ILLES MEDES: METODOLOGIA I RELACIÓ DE MOSTRES

Joandomènec Ros\* i Josep Maria Gili\*\*

### Resum

Hom passa revista en aquest article a la metodologia emprada al llarg de l'estudi de les illes Medes, en especial en les tasques bionòmiques i topogràfiques, però també en l'estudi florístic i faunístic. Hom prengué mostres del bentos sobre roca d'aquestes illes del litoral gironí emprant l'escafandre autònom, al llarg de 19 transectes subaquàtics, entre 0 i 50 m de profunditat; altres mostres suplementàries foren fetes en coves submarines i en fons durs i tous, i unes altres 4 provenen de pesques de ròssec. Hom emprà simultàniament mètodes de mostratge estàndard (puntual), visual i fotogràfic, i en comparà els resultats. Es prengueren mostres de totes les comunitats sobre substrat dur de les illes, del mediolitoral al circalitoral (coral·ligen), passant per l'infralitoral i les coves, a més de l'alguer de *Posidonia*. Hom aixecà els perfils batimètrics i topogràfics dels transectes, de les coves i dels fons de les illes en general (mitjançant metodologia subaquàtica rutinària i l'ús d'ecosondador i taquímetre, així com fotografia aèria). Sobre el mapa així obtingut se superposaren les unitats bionòmiques. Hom comenta els avantatges i els inconvenients de la metodologia emprada i s'ofereix una llista de les mostres i de llur localització sobre un mapa de les illes.

### Summary

**The survey of the benthic communities of Medes Islands (Catalonia): methodology and sample list.**

The methodology associated with the taxonomic (floristic and faunistic), bionomic and topographic survey of the hard bottoms of the Medes Islands is reviewed. The rocky benthos of these islands off the Catalan littoral was sampled using scuba-diving equipment, along 19 underwater transects and between 0 and 50 meters deep; other supplementary samples were taken on submarine caves and hard and soft bottoms, and

\* Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

\*\* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

other 4 came from trawling nets. Standard (or "punctual"), photographic and visual sampling procedures were used simultaneously, and the results compared and examined, in the several communities studied, from the mediolittoral to the circalittoral (coralligenous) étages, through the infralittoral (phtophilic algae, *Posidonia* meadows) and submarine caves. The latter were charted, the profile of the transects raised and the general bottom topography obtained through echo-sounding and aerial surveying. On the obtained map the bionomic units were plotted. The procedure and the pros and cons of these methods are discussed and a map and a list of the sample stations is given.

## Introducció

Gairebé tots els articles d'aquest llibre relacionats amb el coneixement del poblament vegetal i animal dels fons marins de les illes Medes, així com de les comunitats que aquests poblaments constitueixen, han sorgit d'almenys dos de tres programes d'estudi duts a terme successivament en l'arxipèlag gironí, tal com hom diu en un altre lloc.\* El gros de les mostres en què es basen els resultats florístics i faunístics prové del programa "Comunitats terrestres i marines de les illes Medes" (1977-78); algunes dades prèvies procedeixen de l'"Estudi ecològic de les comunitats bentòniques de substrat dur de la zona superior de la plataforma continental mediterrània espanyola" (1972-75); i altres de posteriors, finalment, de l'"Estudi de les comunitats bentòniques de les illes Medes" (1981-83).

Ha semblat adient explicar breument quina ha estat la metodologia de mostratge emprada per a l'obtenció de les mostres generals, de les quals ha sorgit el material de què s'han nodrit els diferents especialistes i que, en definitiva, està a la base de la meitat d'aquest llibre. Aquesta metodologia ha estat exposada en altres llocs, gairebé sempre parcialment (ROS, 1975; GILI, 1980, 1982a, 1982b; GILI i ROS, 1982; ZABALA, 1984), però de vegades amb més detall (ROS *et al.*, 1976; ZABALA *et al.*, 1982; GILI *et al.*, 1982). Aquí la resumirem, tot ampliant-la pel que fa a la cartografia submarina i donant la relació de les mostres obtingudes (OLIVELLA *et al.*, 1982).

És ben conegut que l'ús de mètodes de mostratge directes ha suposat per a l'estudi del bentos litoral un gran pas endavant en relació, per exemple, amb el bentos profund, on els mètodes indirectes continuen essent indispensables i gairabé únics per al mostratge dels grans fons. Aquests mètodes directes, que van des de la simple observació visual per part de capbussadors o d'observadors i/o recol·lectors litorals fins a l'ús d'aparells d'alta complexitat per poder accedir a grans profunditats, tenen en l'escafandre autònom l'instrument indispensable per al mostratge de les comunitats li-

\* Vegeu la *Presentació* d'aquest volum (N. del S. de R.).

torals, entre 0 i 60 metres de fondària (PÉRÈS, 1966; RIEDL, 1967; ROS, 1971, 1982, etc.).

Alhora que obria un món de possibilitats a la recerca bentònica (HOLME i MCINTYRE, 1971; WOODS i LYTHGOE, 1971, etc.), l'escafandre autònom ha palesat la gran complexitat dels ambients bentònics en tant que sistemes susceptibles d'ésser copsats pel científic. Per un cantó hi ha una dificultat física, inherent al material emprat i a les pròpies limitacions fisiològiques de l'home (fred, narcosi, fatiga, etc.) que treballa en un ambient hostil. Per un altre, les comunitats bentòniques sobre substrat dur (que són les especialment estudiades en immersió) solen ésser molt complexes i diverses, amb fronteres no sempre evidents i amb una ràpida seriació de poblaments, reflex dels gradients ambientals que les condicionen.\* L'heterogeneïtat a petita escala en la distribució, composició i estructura d'aquestes comunitats ha fet realment difícil el disseny d'una metodologia de mostrejatge que preservi els principis d'aleatorietat i representativitat que tota mostra ha de tenir si, efectivament, ha d'ésser una part alíquota de la comunitat de la qual s'extreu i que és la que hom vol conèixer (MARGALEF, 1974).

A aquesta problemàtica, pròpia de qualsevol estudi taxocenòtic, s'hi afegeix la complexitat d'un poblament constituït per grups sistemàtics (i, sobretot, estratègics, en el sentit d'estratègies bionòmiques; MACARTHUR i WILSON, 1972) molt diversos. Efectivament, la mostra ha de representar igualment bé la coberta algal que els animalons que viuen entre les frondes; tant els macròfits com llurs epífits; els individus com les colònies; les espècies sèssils com les vàgils; les fràgils com les robustes; les grans com les petites, etc.

En programes de recerca previs (Programa de bentos: ROS *et al.*, 1976; Programa Medes: ZABALA *et al.*, 1982; Programa Blanes: BIBILONI *et al.*, 1982; etc.) hom ha posat a prova una estratègia de mostrejatge que s'ha demostrat vàlida en general i que és la que hom exposarà aquí. Cal dir que el procediment amb què hom ha establert una àrea mínima de mostrejatge vàlida alhora per a tots els grups vegetals i animals del macro-mesobentos no és tan rigorós com el que s'empra per a obtenir aquest paràmetre quan hom ha de mostrejar una única taxocenosi (vegeu, per exemple, BOUDOU-RESQUE, 1971; NIELL, 1977; etc.). En som conscients, però creiem que, ultra respectar la representativitat dels diferents grups taxonòmics abans esmentada, aquesta àrea mínima suposa un compromís entre la bondat dels resultats obtinguts i l'esforç necessari per a aconseguir-los; en tot cas, des del punt de vista qualitatiu els resultats no han sofert en absolut.

A ZABALA *et al.* (1982) hom exposa amb detall els raonaments que portaren a escollir el triple mètode de mostrejatge explicat més avall, basat

\* Vegeu *Introducció general a la bionomia bentònica*, en aquest mateix volum. (N. del S. de R.).

en l'establiment de transsectes. La necessitat de situar exactament sobre aquests transsectes la localització de les mostres permeté d'establir-ne amb una certa exactitud la batimetria, així com l'aixecament cartogràfic de les coves. Posteriorment, una metodologia més acurada possibilità la realització d'un mapa batimètric dels fons de les illes, sobre el qual hom disposà la cartografia bionòmica.

## Metodologia

El mostratge del bentos de les illes Medes el féu un equip de biòlegs emprant l'escafandre autònom. Entre dos i cinc escafandristes (amb base en una embarcació pneumàtica amb motor fora borda, i convenientment equipats) exploraren al llarg dels anys 1977, 1978 i 1979 els diferents fons de les set illes i illots de l'arxipèlag, dins el marge de profunditat accessible en escafandre (0 a 50 metres) i específicament els fons durs (amb mostres suplementàries en els tous).

En total hom seleccionà 44 zones de mostratge: 19 transsectes sobre fons oberts, que constitueixen la part principal de l'estudi; 19 estacions suplementàries sobre fons oberts (3 estacions de fondària, 12 estacions de mostratge visual i macrofauna, 2 estacions en l'herbei de *Posidonia* i 2 estacions en fons detrítics constaners); 2 transsectes dins les coves, i 4 pesques de ròssec sobre fons inaccessibles en immersió. La selecció seguí el criteri que, per llur situació i fisionomia, els transsectes i les estacions puntuals fossin, *a priori*, representatius de les comunitats de les illes; la situació d'aquestes zones apareix a la fig. 3.

L'estudi de cadascuna d'aquestes zones se solia fer en dues jornades consecutives. En primer lloc, hom establia un transsecte de 100 m de llarg i 1 m d'ample, delimitat per una corda de 100 m de longitud que hom estenia seguint els relleus topogràfics des del nivell superficial (0 m) de la riba fins a una fondària que depenia del pendent de la costa en cada zona (però que era de 30 m per terme mitjà), i en direcció perpendicular a la línia de costa. Aquesta corda estava marcada metre a metre mitjançant xapes de PVC numerades (1-100). A més d'una indispensable referència per a situar les mostres i les obsevacions al llarg del transsecte, la corda numerada serví per a estimar l'extensió de les diferents comunitats en el mostratge visual i per a dur a terme a distàncies constants el mostratge fotogràfic. A més, hom aixecava el perfil del fons emprant un profundímetre d'immersió per conèixer la profunditat (amb una precisió de  $\pm 0,5$  m) i una brúixola per a conèixer l'orientació del transsecte en cada xapa. Sobre l'espai del fons marí així delimitat, hom duia a terme tres tipus de mostratge diferents.

### 1) Mostratge estàndard o puntual:

Al llarg del transecte així establert s'extreien una o més mostres (mostres paral·leles, en aquest cas) de cada comunitat o fàcies detectades; hom feia l'extracció mitjançant el pelat exhaustiu d'una superfície quadrada de 20x20 o bé de 40x40 cm. En alguns casos, a més, hom recollia selectivament la macrofauna i la macroflora d'una superfície de 100 x 100 cm en la qual estigués continguda la mostra anterior (la primera part del mostratge recull el poblament de l'àrea considerada mínima, mentre que la segona assegura l'obtenció de la macrofauna i la macroflora que per la seva grandària i/o vagilitat pogués escapar a la primera).

Per a cada mostra hom consignava data, situació, profunditat, inclinació del substrat, orientació, natura del substrat i comunitat (o fàcies) de què formava part; les característiques de les mostres així obtingudes apareixen a la taula II.

Les mostres eren recollides en una bossa de teixit (de xarxa de malla fina) i transportades a terra, on eren fixades amb formol (5%). En el laboratori hom procedia a la separació per grups taxonòmics, i aquests eren distribuïts entre els diferents especialistes. La determinació (i altres observacions) dels exemplars dels diferents grups es féu al microscopi o sota la lupa binocular; l'estima quantitativa es féu comptant els individus o bé seguint altres mètodes (vegeu taula I).

D'aquesta manera hom féu 154 mostres, de les quals 104 corresponien als diferents transectes, 30 a estacions puntuals, 4 a pesques de ròssec i 20 a l'interior de coves i túnels (taula II).

### 2) Mostratge visual (transectes visuals):

Seguint el recorregut del transecte, un mostrejador confeccionava diferents inventaris de les principals espècies identificables a simple vista (escrivint-los amb llapis greixós sobre fulles de PVC). Cada inventari es limitava a la fracció del transecte que presentés un poblament homogeni (a criteri de l'observador), és a dir, que hom suposava representatiu de la comunitat o fàcies corresponent. Les xapes de la corda marcaven els límits dels poblaments inventariats.

L'estima quantitativa era feta tenint en compte la densitat (individus, peus o colònies/m<sup>2</sup>) i/o la superfície de recobriment (en %; vegeu taula I per a dades complementàries). Hom confeccionà així, en els 21 transectes, un total de 176 inventaris, representatius dels 27 poblaments (comunitats,

Taula I. Algunes de les unitats més emprades en el mostratge i el cens dels organismes del bentos marí litoral; en el programa d'estudi de les illes Medes s'empraren gairebé tots els mètodes d'estima, directa i indirecta, simultàniament o bé successivament (vegeu els capítols corresponents).

Grup taxonòmic	Nombre (d'individus o de colònies)	Abundància	Recobriment	Presència/ Recobriment Biomassa
Algues	+ (excepcional)	+ (1- 4)	+ (incrustants)	pesada
Esponges	+ (excepcional)	+ (1- 4)	+ (0,1 - 100 cm <sup>2</sup> )	pesada
Cnidaris	+	+	+ ( % superfície)	estimada
Poliquets	+		+ (serpúlids, etc.)	estimada
Mol·luscs	+	+ (recompte/unitat de temps)	+ (bancs: mitílids, etc.)	estimada
Crustacis	+	+ (recompte/unitat de temps)		estimada
Briozous	+		+	+ (1-10, 1-10) estimada
Equinoderms	+	+ (recompte/unitat de temps)		pesada
Tunicats	+		+ (colonials)	pesada

fàcies, etc.) trobats. ZABALA *et al.* (1982) estimen que aquest tipus de mostratge és ràpid i barat, preserva l'estructura de la comunitat i permet una observació "global" (no limitada a la mostra representativa) de la comunitat. En canvi, és selectiu (quant a les espècies identificables *de visu*; el nombre d'espècies identificables visualment varia segons els grups, però és baix, de l'ordre del 25%, de mitjana, de les espècies identificades amb el mètode de mostratge puntual); subjectiu (quant a la capacitat de l'observador per a discernir les espècies i per a atorgar-los estimes d'abundància i/o recobriment adients), i no replicable.

### 3) Mostratge fotogràfic (transsectes fotogràfics):

Prenent també com a referència bàsica la corda abans indicada, hom procedia a fotografiar el fons, des d'una distància fixa (1 m), i amb l'eix focal orientat perpendicularment al pla del fons. L'àrea coberta amb l'equip fotogràfic emprat (càmeres Nikonos II i III, amb objectius de 35 i 28 mm i flashos electrònics) era d'aproximadament 1 m<sup>2</sup>, la qual cosa facilità molt

Taula II. Relació i característiques més importants de les mostres generals, paral·leles i de coves del programa "Comunitats terrestres i marines de les illes Medes (Girona)" (modificat d'OLIVELLA *et al.*, 1982) i d'altres de posteriors. La primera columna de la taula identifica cada mostra pel seu nombre; la segona indica l'estació, és a dir, si la mostra fou obtinguda al llarg dels transectes (T), en el Túnel Llarg de la Meda Petita (TL: parets i sostres; ST, sòl), en la Cova de la Vaca (CV), o bé en fons de major profunditat (B), de detrític costaner (D), d'herbei de *Posidonia* (P), en estacions de mostratge parcial (V) o en pesques de ròssec (PF). (La localització dels transectes i de les mostres profundes es fa a la fig. 3; la de les mostres de les coves es trobarà a les figs. 4 i 6 del capítol *Les coves submarines de les illes Medes*, en aquest mateix volum.) La tercera columna indica la profunditat a què es prengué la mostra, i la quarta la superfície d'aquesta (en dm<sup>2</sup>). La cinquena columna indica si les mostres són paral·leles (A, B, etc.), si es recol·lectà només la macrofauna i macroflora (M), així com la situació d'aquestes al llarg de la corda-guia estesa a l'interior del Túnel Llarg, segons la xapa numerada (X), o bé indicant els metres cap a l'interior de la Cova Petita de la Vaca, des de l'entrada (I). A les columnes sisena i setena hom indica la inclinació del substrat i l'orientació de la mostra, respectivament, i a la vuitena el tipus de comunitat predominant en el lloc d'extracció de la mostra (bé que cal suposar que la mostra és representativa de la comunitat, serà l'estudi posterior de les dades taxonòmiques d'aquella el que confirmarà o rebutjarà aquesta hipòtesi d'entrada); la descripció d'aquestes comunitats es trobarà a GILI i ROS (1982) i en els capítols que segueixen. En la novena columna hom assenyala la data de mostratge.

Nº mostra	Estació	Profunditat, m	Superfície de mostratge, dm <sup>2</sup>	Submostra	Inclinació	Orientació	Tipus de comunitat	Data
1	T-1	5	4	A	H	NW	Algues fotòfiles	190677
2	T-1	5	4	B	H	NW	Algues fotòfiles	190677
3	T-1	10	4	A	I	NW	Precoral-ligen de <i>Codium</i>	190677
4	T-1	10	4	B	I	NW	Precoral-ligen de <i>Codium</i>	190677
5	T-1	15	4	A	H	NW	Coral-ligen d' <i>Eunicella</i>	190677
6	T-1	0,2	4	A	V	NW	<i>Trottoir</i>	190677
7	T-2	5	4	A	I	SE	Algues fotòfiles	040777
8	T-2	10	4	A	V	SE	Algues fotòfiles	040777
9	T-2	10	4	B	V	SE	Algues fotòfiles	040777
10	T-2	10	4	C	V	SE	Algues fotòfiles	050777
11	T-2	15	4	A	I	SE	Precoral-ligen d' <i>Alcyonium</i>	040777
12	T-2	15	4	B	I	SE	Precoral-ligen d' <i>Alcyonium</i>	040777
13	T-3	5	4	A	I	N	Algues fotòfiles	120277
14	T-3	5	4	B	I	N	Algues fotòfiles	120277
15	T-3	10	4	A	I	N	Precoral-ligen de <i>Codium</i>	120277
16	T-3	10	4	B	I	N	Precoral-ligen de <i>Codium</i>	120777
17	T-3	15	4	A	V	N	Coral-ligen de <i>Paramuricea</i>	120777

Nº mostra	Estació	Profunditat, m	Superfície de mostratge, dm <sup>2</sup>	Submostra	Inclinació	Orientació	Tipus de comunitat	Data
18	T-3	15	4	B	V	N	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	120777
19	T-3	20	4	A	V	N	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	120777
20	T-3	20	4	B	V	N	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	120777
21	T-4	5	4	A	I	N	Algues fotòfiles	130777
22	T-5	15	4	A	V	SE	Precoral·ligen d'algues esciàfiles	140777
23	T-2	20	4	A	V	SE	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	160777
24	T-2	30	4	A	I	SE	Coral·ligen d' <i>Eunicella</i>	140777
25	T-2	30	4 +100	MA	I	SE	Coral·ligen d' <i>Eunicella</i>	140777
26	T-2	30	4 +100	MB	I	SE	Coral·ligen d' <i>Eunicella</i>	140777
27	T-2	10	4 +100	MA	V	SE	Algues fotòfiles	140777
28	T-4	5	4	B	I	N	Algues fotòfiles	180777
29	T-4	10	4	A	V	N	Algues fotòfiles	180777
30	T-4	10	4	B	V	N	Algues fotòfiles	180777
31	T-4	20	4	A	V	N	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	180777
32	T-4	20	4	B	V	N	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	180777
33	T-4	35	4	A	V	N	Coral·ligen profund	180777
34	T-4	35	4	B	I	N	Coral·ligen profund	180777
35	T-3	0	4	A	V	N	<i>Trottoir</i>	240877
36	T-3	0	4	B	H	N	<i>Trottoir</i>	240877
37	T-1	0	4	A	H	N	<i>Trottoir</i>	240877
38	T-1	0	4	B	V	N	<i>Trottoir</i>	240877
39	T-7	0	4		I	SW	<i>Trottoir</i>	250877
40	T-6	30	4	A	H	W	Coral·ligen d' <i>Eunicella</i>	260877
41	T-6	30	4	B	H	W	Coral·ligen profund	260877
42	T-6	20	4	A	V	W	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	260877
43	T-6	20	4	B	V	W	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	260877
44	T-6	10	4	A	V	W	Precoral·ligen de <i>Codium</i>	260877
45	T-6	10	4	B	V	W	Precoral·ligen de <i>Codium</i>	260877
46	T-7	20	4	A	H	SW	Praderia de <i>Posidonia</i>	270877
47	T-7	20	4	B	H	SW	Praderia de <i>Posidonia</i>	270877
48	T-7	10	4	A	H	SW	Praderia de <i>Posidonia</i>	270877
49	T-7	10	4	B	H	SW	Praderia de <i>Posidonia</i>	270877
50	T-7	5	4	A	V	SW	Algues fotòfiles	270877
51	T-7	5	4	B	H	SW	Algues fotòfiles	270877
52	T-8	3	4	A	V	SW	Algues fotòfiles	280877
53	T-8	4	4	B	H	SW	Algues fotòfiles	280877
54	T-8	4	4	C	H	SW	Algues fotòfiles	280877
55	T-8	4	4	D	H	SW	Algues fotòfiles	280877
56	T-8	3	4	E	H	SW	Algues fotòfiles	280877
57	T-8	4	4	F	H	W	Algues fotòfiles	280877
58	T-5	6	16		V	E	Algues fotòfiles	141177
59	T-5	15	16	A	H	E	Precoral·ligen de <i>Codium</i>	141177



Nº mostra	Estació	Profunditat, m	Superfície de mostratge, dm <sup>2</sup>	Submostra	Inclinació	Orientació	Tipus de comunitat	Data
60	T-5	20	16		H	E	Coral-ligen d' <i>Eunicella</i>	141177
61	T-19	5	16		V	NW	Algues fotòfiles	151177
62	T-19	6	16		E	NW	Algues fotòfiles	151177
63	T-19	8	16		H	NW	Precoral-ligen de <i>Codium</i>	151177
64	T-5	20	16	B	V	E	Precoral-ligen d'algues esciòfiles	141177
65	T-13	4	16		H	N	Algues fotòfiles	101277
66	T-13	9	16		H	N	Precoral-ligen de <i>Codium</i>	101277
67	T-13	12	16		H	N	Praderia de <i>Posidonia</i>	101277
68	T-18	3	16		V	NW	Precoral-ligen d' <i>Alcyonium</i>	110178
69	T-18	6	16		H	NW	Algues fotòfiles	110178
70	T-18	15	16		V	NW	Precoral-ligen d'algues esciòfiles	110178
71	T-18	20	16		H	NW	Praderia de <i>Posidonia</i>	110178
72	T-15	0,5	16		V	W	Algues fotòfiles	150278
73	T-15	5	16		H	W	Praderia de <i>Posidonia</i>	150278
74	T-15	6	16		E	S	Precoral-ligen d'algues esciòfiles	150278
75	T-15	0	16		V-H	W	<i>Trottoir</i>	150278
76	T-9	40	16		V	E	Coral-ligen profund	210278
77	T-9	15	16		V	E	Precoral-ligen d' <i>Alcyonium</i>	210278
78	T-9	5	16		V	E	Algues fotòfiles	210278
79	B-1	27	16		V	SE	Extraploms	220278
80	T-9	20	16		V	E	Precoral-ligen d'algues esciòfiles	280278
81	T-9	30	16		V	E	Coral-ligen d' <i>Eunicella</i>	150378
82	T-10	5	16		V	SE	Algues fotòfiles	250378
83	T-10	15	16		I	SE	Precoral-ligen de <i>Codium</i>	250378
84	T-10	25	16		H	SE	Coral-ligen d' <i>Eunicella</i>	250378
85	T-17	20	16		H	S	Praderia de <i>Posidonia</i>	060478
86	T-17	10	16		H	S	Algues fotòfiles	060478
87	T-17	27	16		V	S	Sobreploms	130478
88	T-17	6	16		V	S	Algues fotòfiles	130478
89	T-17	15	16		V	S	Precoral-ligen d' <i>Alcyonium</i>	130478
90	T-14	20	16		H	N	Coral-ligen d' <i>Eunicella</i>	230578
91	T-14	15	16		H	N	Praderia de <i>Posidonia</i>	230578
92	T-14	7	16		I	N	Algues fotòfiles	230578
93	T-7	0	16		V	SW	<i>Trottoir</i>	200478
94	T-16	30	16		I	N	Coral-ligen profund	270578
95	T-16	30	16		I	N	<i>Cladocora caespitosa</i>	270578
96	T-16	19	16		V	N	Coral-ligen de <i>Paramuricea</i>	280578
97	T-16	15	16		V	N	Precoral-ligen d' <i>Alcyonium</i>	280578
98	T-16	6	16		V	N	Algues fotòfiles	290578
99	T-12	20	16		V-H	N	Coral-ligen d' <i>Eunicella</i>	290578
100	T-12	5	16		V	N	Algues fotòfiles	290578
101	T-12	35	16		V	N	Coral-ligen de <i>Paramuricea</i>	290578

Nº mostra	Estació	Profunditat, m	Superfície de mostratge, dm <sup>2</sup>	Submostra	Inclinació	Orientació	Tipus de comunitat	Data
102	B-2	36	16		H	S	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	150778
103	B-2	34	16		V	S	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	150778
104	B-2	34	16		I	S	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	160778
105	B-2	36	16		V	S	Coral·ligen profund	160778
106	ST-1	24	100		I	N	Sorra	300778
107	ST-2	22	100		H	N	Sorra	300778
108	ST-3	22	100		H	N	Sorra	300778
109	ST-4	15	100		H	E	Sorra	300778
110	B-3	48	16		V	SE	Coral·ligen profund	300978
111	B-3	48	16		V	SE	Coral·ligen d' <i>Eunicella</i>	300978
112	B-3	45	16		V	SE	Coral·ligen de <i>Paramuricea</i>	300978
201	TL	16	16	X-20	H	-	Sòl cova	160978
202	TL	14	16	X-20	V	-	Paret cova	160978
203	TL	12	16	X-20	T	-	Sostre cova	160978
204	TL	15	16	X-1	T	-	Sostre cova	160978
205	TL	14	16	X-1	V	-	Paret cova	190978
206	ST	18	16	X-1	H	-	Sòl cova	190978
207	ST	21	16	X-40	H	-	Sòl cova	190978
208	TL	15	16	X-40	T	-	Sostre cova	190978
209	TL	18	16	X-40	V	-	Paret cova	210978
210	ST	24	16	X-65	H	-	Sòl cova	210978
211	TL	19	16	X-65	V	-	Paret cova	210978
212	TL	15	16	X-65	T	-	Sostre cova	210978
213	CV	5	16	4 I	T	-	Sostre cova	240679
214	CV	10	16	7 I	V	-	Paret cova	240679
215	CV	5	16	15 I	T	-	Paret i sostre cova	080779
216	CV	7	16	20 I	V	-	Paret cova	080779
217	V-1	10	100	M	I	NE	Algues fotòfiles	200680
218	V-2	15	100	M	H	S	Precoral·ligen d'algues esciòfiles	140780
219	V-3	45	100	M	V	E	Coral·ligen profund	100580
220	V-4	15	100	M	I	E	Precoral·ligen d'algues esciòfiles	100580
221	V-5	15	100	M	I	S	Precoral·ligen de <i>Codium</i>	120680
222	V-6	20	100	M	H	NE	Coral·ligen d' <i>Eunicella</i>	180680
223	V-7	20	100	M	H	SW	Superfície experimental	190680
224	V-8	15	100	M	V	E	Precoral·ligen d'algues esciòfiles	130780
225	V-9	40	100	M	V	SE	Coral·ligen profund	050580
226	V-10	15	100	M	H	S	Algues fotòfiles	060580
227	V-11	20	100	M	H	SW	Coral·ligen d' <i>Eunicella</i>	090580
228	V-12	10	100	M	I	N	Algues fotòfiles	310480
229	P-1	7	(mates)		-	-	Praderia de <i>Posidonia</i>	161181
230	P-1	12	(mates)		-	-	Praderia de <i>Posidonia</i>	080182
231	P-1	12	(mates)		-	-	Praderia de <i>Posidonia</i>	120282

Nº mostra	Estació	Profunditat, m	Superfície de mostratge, dm <sup>2</sup>	Submostra	Inclinació	Orientació	Tipus de comunitat	Data
232	P-1	10	(mates)	-	-	-	Praderia de <i>Posidonia</i>	210482
233	P-2	6	(mates)	-	-	-	Praderia de <i>Posidonia</i>	171181
234	P-2	10	(mates)	-	-	-	Praderia de <i>Posidonia</i>	171181
235	D-1	30	100	-	-	-	Detrític costaner	200282
236	D-1	30	100	-	-	-	Detrític costaner	210282
237	D-2	35	100	-	-	-	Detrític costaner	070382
238	D-2	35	100	-	-	-	Detrític costaner	080382
239	PF-1	50	(ròssec)	-	-	-	Sorra i fang	200781
240	PF-2	50	(ròssec)	-	-	-	Sorra i fang	200781
241	PF-3	60	(ròssec)	-	-	-	Sorra i fang	200781
242	PF-4	60	(ròssec)	-	-	-	Sorra i fang	200781

l'elaboració de les dades (vegeu més endavant). Hom impressionava un nombre variable de diapositives (Kodachrome o Ektachrome 64) segons l'homogeneïtat (1 carret = 36 diapositives = 1 "mostra"/3 metres de transsecte) o heterogeneïtat (2 carrets = 72 diapositives = 2 "mostres"/3 m) dels transsectes; la "freqüència" de mostratge es feia així proporcional a la complexitat del transsecte (GILI, 1982). Es fotografiaren 12 dels 19 transsectes, amb un total de 950 fotografies—mostra.

Cada fotografia així obtinguda generava un inventari fotogràfic, que s'obtenia al laboratori en projectar les diapositives sobre una pantalla reticulada per un quadriculat de 100 rectangles iguals. S'obtenia (després de l'estudi per part de diferents especialistes de la imatge projectada) la identificació de cada espècie, el nombre d'espècies, el nombre d'individus o peus i la superfície ocupada per cada espècie (en percentatge del total). Aquestes dades eren immediatament referibles a densitat i a tant per cent de recobriment. ZABALA *et al.* (1982) estimen que aquest tipus de mostratge comparteix amb l'anterior molts dels avantatges i alguns inconvenients, però guanya en objectivitat, en poder ésser contrastada entre diferents especialistes la identificació de formes dubtoses, en poder replicar les observacions (sobre les mateixes "mostres", que es poden guardar per a fer-ne arxius normalitzats). També, el mostratge fotogràfic es pot fer teledirigit, a profunditats privades al mostrejador del bentos (altres possibilitats de la fotografia poden consultar-se a GEORGE, 1980, i GILI, 1982a). El nombre d'espècies identificables mitjançant llur fotografia varia també segons els



Fig. 1. Una escena del mostratge del bentos de les illes Medes. Un dels bussos de l'equip estén la corda al llarg del fons (en aquest cas una paret vertical, a l'entrada de la Cova de la Vaca); aquesta corda defineix un transsecte al llarg del qual hom portarà després a terme el triple mètode de mostratge descrit al text. Fotografia, J. M. Gili.

Fig. 2. Una altra escena del mostratge del bentos, posterior seqüencialment a la de la fig. 1. Sobre el transsecte ja establert, un bus agafa una mostra puntual (melada prèviament sobre la roca), mentre que l'altre anota sobre un full de plàstic (PVC) les espècies que pot reconèixer visualment, la distribució batimètrica de les diferents comunitats (el de la fotografia és un fons d'algues fotòfiles) i altres dades d'interès. Fotografia, J. M. Gili.



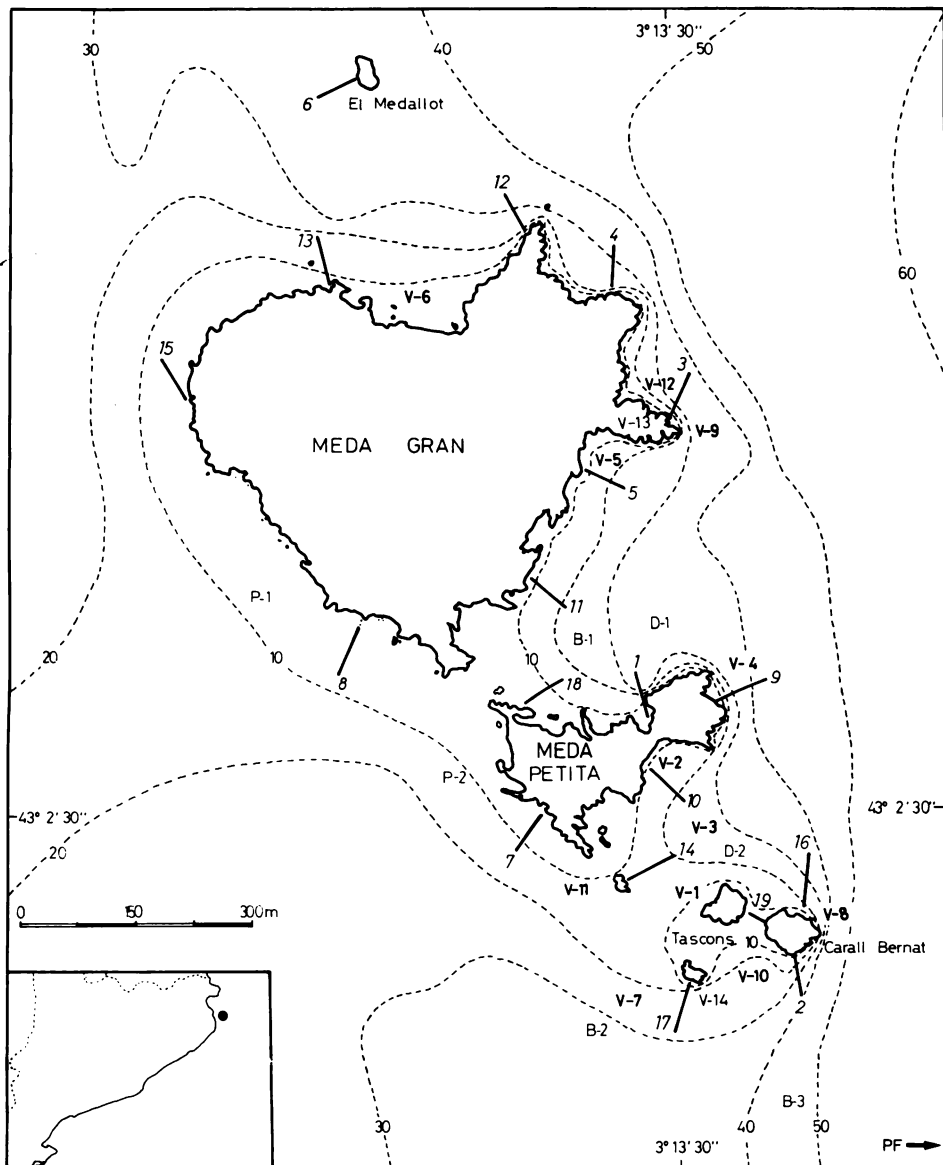
grups (en alguns, els de formes més petites —hidraris, crustacis, mol·luscs, poliquets, etc.— les espècies observades en les fotografies no arriben al 3% de les trobades en el mostratge estàndard), i per terme mitjà no passa del 25 %.

Els mateixos autors conclouen que cap dels tres mètodes de mostratge és excel·lent ni aconsegueix els resultats que s'obtenen de la combinació intel·ligent de tots tres. El mostratge "puntual" sembla indispensable per a treballs sistemàtics i bionòmics; el mostratge fotogràfic resulta insubstituïble per a treballs a distància, en profunditat o per a treballs a gran escala que necessitin registres ràpids normalitzables. El mostratge visual és el més idoni per a cartografiar i caracteritzar prèviament grans zones (sobre les quals després hom pot distribuir les mostres puntuals o fotogràfiques) (ZABALA *et al.*, 1982).

Per a l'estudi del Túnel Llarg i de la Cova de la Vaca (GILI *et al.*, 1982) hom emprà igualment els tres mètodes, modificant-ne el procediment general en funció de l'existència de més substrats a mostrejar: sòl, parets i sostres; i, sobretot, del risc suplementari que comporta el treball en coves submergides, per la qual cosa els temps invertits s'escursaren. A la corda llastada dels anteriors transectes, hom hi afegí una corda que surava i era aplicada contra el sostre (substituint-ne les xapes per suros). L'aixecament cartogràfic i batimètric de les coves de les illes Medes es féu aprofitant aquestes cordes de base, sobre les quals transversalment hom disposà altres cordes que permeteren, emprant cintes mètriques enrotllables i profundímetres d'immersió, aixecar cadascun dels talls (vuit, en total) que possibilitaren l'elaboració de la perspectiva axonomètrica del Túnel Llarg (fig. 4 a GILI *et al.*, 1982) i la cartografia de la Cova Petita (fig. 2, *ibíd.*).\*

Quan, en una etapa posterior del treball cartogràfic, hom volgué determinar la batimetria general dels fons de les illes, resultà evident que el sistema emprat per a establir els transectes era inadequat, tant per la precisió relativament feble obtinguda com per l'enorme esforç que representava per a l'equip aixecar cadascun dels perfils. Cal dir, d'antuvi, que l'aixecament d'aquests perfils (representats a GILI i ROS, 1982) i les múltiples immersions efectuades al llarg dels anys de l'estudi en els fons de l'arxipèlag havien palesat la poca fiabilitat de les cartes hidrogràfiques de la marina: no tan sols les indicacions sobre tipus de fons (pedra, sorra, "cascall", "algues", etc.) no eren informatives per a la nostra tasca, sinó que la complexitat i heterogeneïtat física del sòl submergit de les illes, amb abundants niells, pedres, forats, etc., no eren reflectides en absolut en les dites cartes. Calia, doncs, abans d'intentar situar les unitats bionòmiques sobre el mapa del fons, confeccionar-lo de la manera més acurada possible.

\* Vegeu també *Les coves submarines de les illes Medes* en aquest mateix volum (N. del S. de R.).



**Fig. 3.** Localització, sobre el mapa de les illes Medes, de les estacions de mostrejat: transectes (numerats i amb indicació de l'orientació), zona de mostres paral·leles (A), estacions de fondària (B), estacions de mostrejat parcial (V), de detritic costaner (D) i d'alguer de *Posidonia* (P). Les mostres de ròssec (PF) procedeixen de fons a 50 i 60 metres, més a l'est de les illes. Vegeu-ne l'explicació en el text i a GILI i ROS (1982).

Les immersions i els perfils indicats havien permès una primera correcció de les cartes nàutiques. Hom cregué convenient efectuar uns altres transectes, aquests amb l'ajuda d'un ecosondador, per tot l'arxipèlag. La informació inicial prové, doncs, d'uns perfils batimètrics obtinguts efectuant recorreguts entre punts fàcilment distingibles (enfilacions) d'una i altra illa, o dels diferents illots. L'ecosondador emprat fou un JMC 202, instal·lat sobre una embarcació pneumàtica que hom feia navegar molt a poc a poc entre cadascuna de les esmentades enfilacions.

Malgrat la cura amb què hom intentà mantenir els diferents rumbos i la sincronització corresponent entre posició en superfície i profunditat en cada moment, i també degut a la gran superfície que no era possible cobrir amb enfilacions d'illa a illa, resultà evident que aquest sistema no era el més adient. Hom rebutjà moltes dades i repregué l'ecosondatge entre enfilacions pre-establertes, però aquest cop la posició de l'embarcació en cada moment era determinada per un observador situat en un punt elevat de les illes, mitjançant l'ús d'un taquímetre. Sincronitzant adequadament les lectures d'aquest amb el registre de l'ecosondador es tenien dades fiables, alhora posicionals en superfície i batimètriques.

Les posicions dels rumbos successius primer, i les lectures de l'ecosondador després, es transportaren a un mapa de base prèviament obtingut a partir de fotografies aèries de la zona; amb aquestes fotografies fou possible dibuixar el mapa més acurat de les illes de què hom disposa fins ara, a una escala 1:2.000. Una vegada situats sobre el planell els diferents punts topogràfiats, i els perfils batimètrics dels rumbos establerts seguint aquests punts, s'anaren delimitant les corresponents corbes de nivell, de cinc en cinc metres. El resultat n'és el mapa batimètric de les illes.

Cal dir, que en la mesura del possible, l'existència de discontinuïtats, desviacions rares de les corbes de nivell o la presumible existència de "pedres" (elevacions o niells) sobre el fons fou comprovada en immersions successives; la fidelitat de la situació sobre el mapa permetia aquestes "visites de comprovació", la qual cosa ens indicava la fiabilitat del procediment topogràfic. La comprovació, posteriorment, de l'existència dels "accidents" submarins detectats en el planell, confirmà plenament la fiabilitat del mètode en conjunt. La precisió assolida és de  $\pm 0,5$  m.

Una vegada obtingut el mapa batimètric hom establí la naturalesa del fons (roca o substrat dur, cascals, blocs, còdols, sorra, fang) a partir del mateix registre de l'ecosondador i de visites ocasionals; hom comprendrà l'interès d'aquesta primera representació si hom recorda la poca fiabilitat al respecte de les cartes nàutiques i el fet que la naturalesa del fons determina en gran manera, junt amb altres característiques, el tipus de comunitat que s'hi instal·la.

Sobre el mapa batimètric i de tipus de fons així elaborat, i basant la

informació primera en els inventaris bionòmics (puntuals, visuals i fotogràfics) ja obtinguts com ha estat explicat abans (vegeu també GILI & ROS, 1982), hom hi disposà un esbós de mapa bionòmic, que anà perfilant-se mitjançant diferents inventaris visuals i fotogràfics duts a terme expressament per tal d'arrodonir la informació que hom ja posseïa i omplir els buits del mapa entre transsecte i transsecte.

El resultat final és el mapa bionòmic que apareix en apèndix al llibre, que entenem que constitueix una fita important en la recerca del bentos marí a casa nostra (ROS, 1982), per tal com és la primera representació seriosa i acurada (fins al límit que la metodologia exposada ho ha permès, i que no dubtem a qualificar d'òptim) de les comunitats marines d'un segment del litoral català i peninsular.



## BIBLIOGRAFIA

- BIBILONI, M.A. CORNET, C. i ROS, J.D. 1982. Estudio bionómico del litoral de Blanes (Girona) entre Punta de Santa Anna y Cala Sant Francesc. *Oecologia aquatica*, **6**: 185-198.
- BOUDOURESQUE, Ch. F. 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Théthys*, **3(1)**: 79-104.
- GEORGE, J.D. 1980. Photography as a marine biological research tool. In: *The shore environment, I. Methods* (J.H. Price, D.E.G. Irvine & W.F. Farnham, eds.): 45-115. Academic Press. Londres, etc.
- GILI, J.M. 1980. *Estudio sistemático y ecológico de los cnidarios bentónicos de las islas Medes (Girona)*. Tesi de Llicenciatura. Universitat Autònoma de Barcelona.
- GILI, J.M. 1982a. Comentarios sobre el empleo de métodos fotográficos en el estudio del benthos marino. *Actas 1<sup>er</sup> Simp. Ibér. Est. Bentos. Marino*, **II**: 941-960.
- GILI, J.M. 1982b. Fauna de cnidaris de les illes Medes. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, **10**: 1-175.
- GILI, J.M., OLIVELLA, I., ZABALA, M. i ROS, J.D. 1982. Primera contribución al conocimiento del poblamiento bentónico de las cuevas submarinas del litoral catalán. *Actas 1<sup>er</sup> Simp. Ibér. Est. Bentos. Marino*, **II**: 813-836.
- GILI, J.M. i ROS, J.D. 1982. Bionomía de los sustratos duros de las islas Medes (Girona). *Oecologia aquatica*, **6**: 199-226.
- HOLME, N.A. i MCINTYRE, A.D. (Eds.). 1971. *Methods for the study of marine benthos*. IBP handbook 16. Blackwell. Oxford.
- MACARTHUR, R. H. i WILSON, E. O. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press. Princeton.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona.
- NIELL, F.X. 1977. Método de recolección y área mínima de muestreo en estudios estructurales del macrofitobenthos rocoso intermareal de la ría de Vigo. *Inv. Pesq.*, **41(2)**: 509-521.
- OLIVELLA, I., GILI, J.M., CARBONELL, J., i ZABALA, M. 1982. Apéndice. Lista de las muestras del programa "Comunidades terrestres y marinas de las islas Medes. *Actas 1<sup>er</sup> Simp. Ibér. Est. Bentos. Marino*, **II**: 983-987.
- PÉRÈS, J.M. 1966. Le rôle de la prospection sous-marine autonome dans les recherches de Biologie marine et d'Océanographie biologique. *Experientia*, **22(417)**: 1-8.
- RIEDL, R. 1967. Die Tauchmethode, ihre Aufgaben und Leistungen bei der Erforschung des Littorals; eine Kritische Untersuchung. *Helgol. wiss. Meeresunters*, **15**: 294-342.

- ROMERO, J. 1980. *Estudio sistemático y ecológico de las algas bentónicas de las islas Medes (Girona)*. Tesi de Llicenciatura. Universitat de Barcelona.
- ROS, J. D. 1971. La inmersión con escafandra autónoma y la investigación biológica en España. *Inm. y Ciencia*, **2**: 11-17.
- ROS, J. D. 1975. Opisthobranchios (*Gastropoda: Euthyneura*) del litoral ibérico. *Inv. Pesq.*, **39(2)**: 269-372.
- ROS, J. D. 1982. L'estudi del bentos marí a Catalunya: reflexions en complir-se els deu anys del "Programa de Bentos". *Ciència*, **21**: 20-27.
- ROS, J.D., CAMP, J., OLIVELLA, I. i ZABALA, M. 1976. Comunidades bentónicas de sustratos duros del litoral NE español. I. Introducción; antecedentes; material y métodos. *Inm. y Ciencia*, **10-11 (2)**: 13-45.
- WOODS, J. D. i LYTHGOE, J. N. 1971. *Underwater science. An introduction to experiments by divers*. Oxford University Press. Londres.
- ZABALA, M. 1982. Perspectivas en el estudio de superficies experimentales sumergidas en el mar para una mejor comprensión de la sucesión y la organización del espacio en las comunidades bentónicas. *Actas 1<sup>er</sup> Simp. Ibér. Est. Bentos. Marino*, **II**: 837-856.
- ZABALA, M. 1984. Fauna de briozous dels Països Catalans. *Arxius de la Secció de Ciències*. IEC. Barcelona.
- ZABALA, M., OLIVELLA, I., GILI, J. M. i ROS, J. D. 1982. Un intento de tipificación metodológica en el estudio del bentos marino accesible en escafandra autónoma. *Actas 1<sup>er</sup> Simp. Ibér. Est. Bentos. Marino*, **II**: 961-982.