

Cartografia bionòmica dels fons marins adjacents a les illes del Toro i d'es Malgrat (SW de Mallorca, illes Balears)

Benjamí REVIRIEGO, Joan MORANTA i Josep COLL

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Reviriego, B., Moranta, J. i Coll, J. 1996. Cartografia bionòmica dels fons marins adjacents a les illes del Toro i d'es Malgrat (SW de Mallorca, illes balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 187-203. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'han catalogat i cartografiat les principals comunitats bentòniques litorals (entre 0 i 50 m de profunditat) dels fons marins adjacents a l'illa del Toro i a l'illa d'Es Malgrat (SW de Mallorca, Mediterrani occidental). Els fons marins estudiats són una mostra representativa de les principals comunitats bentòniques de mar oberta del Mediterrani occidental i es troben en un bon estat de conservació. La informació aquí exposada adquireix particular interès des del moment en que existeix la intenció de declarar aquests paratges reserves marines.

Paraules clau: cartografia bentònica, bionomia, reserves marines, Mallorca, Mediterrani occidental.

BIONOMIC CARTOGRAPHY OF THE MARINE BOTTOMS OF EL TORO AND ES MALGRAT ISLANDS (SW OF MALLORCA, BALEARIC ISLANDS). A Checklist and a cartography of the main benthic littoral communities (between 0 and 50 m depth) of the El Toro and Es Malgrat islands (SW Mallorca, Western Mediterranean) are presented. The studied marine bottoms are a representative sample of the benthic communities of the Western Mediterranean in exposed shores, and they show good conservation conditions. This information is particularly interesting as these areas may be proposed to be future marine reserves.

Keywords: benthic cartography, bionomy, marine reserves, Mallorca, Western Mediterranean.

Benjamí REVIRIEGO, Joan MORANTA i Josep COLL. Laboratori de Biologia Marina, Departament de Biologia Ambiental, Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km 7,5. 07071 Palma de Mallorca. Illes Balears. Espanya.

Recepció del manuscrit: 30-ago-96; revisió acceptada: 6-nov-96.

Introducció

Malgrat la importància que les àrees marines protegides tenen en la gestió del litoral d'altres indrets del

Mediterrani, a les Balears fins fa ben poc no es disposava de cap reserva marina. Davant d'aquest fet i dels exem-

ples recents provinents de la costa catalana i llevantina, un grup de persones començaren a treballar la idea de la creació de reserves marines a Balears.

Les illes del Toro i d'Es Malgrat, situades al SW de l'illa de Mallorca, dins del litoral del terme municipal de Calvià (Fig. 1), podrien ser uns indrets adequats per l'establiment d'una reserva marina. L'interès d'aquests paratges resideix, bàsicament, en la seva elevada diversitat de les comunitats biòtiques i paisatges submarins.

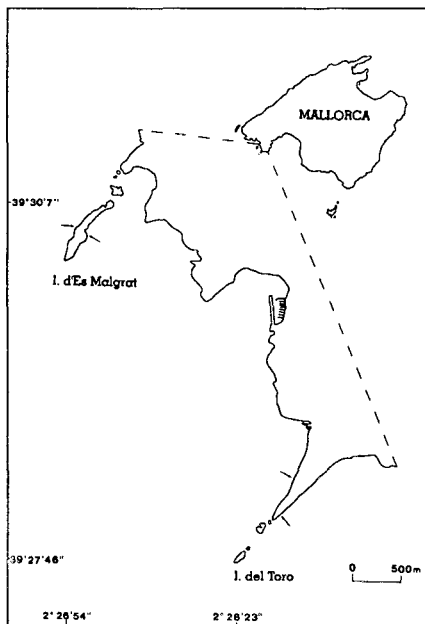


Fig. 1. Localització de les zones estudiades en el context de l'illa de Mallorca. Les fletxes senyalen la situació dels transectes representats a les Figs. 3, 4, 5 i 6.

Fig. 1. Location of the study area in the island of Mallorca. Arrows indicate the situation of sections showed in Figs. 3, 4, 5 and 6.

Abans de fer qualsevol proposta, però, es considerarà imprescindible fer un estudi bionòmic de les comunitats bentòniques. L'objectiu d'aquest treball és la descripció i cartografiat de les principals comunitats bentòniques d'aquestes zones.

Metodologia

La feina de camp es desenvolupà del maig al setembre de l'any 1994, ambdós mesos inclosos.

a) Bionomia

Les descripcions del bentos de l'illa del Toro i de l'illa d'Es Malgrat s'han fet a partir de les agrupacions d'organismes bentònics atorgant la categoria de comunitat segons les espècies dominants.

La tipificació de les diverses comunitats s'ha realitzat principalment seguint els criteris de Ballesteros *et al.* (1993).

La pauta de treball que s'ha seguit ha estat basada en la realització de transectes perpendiculars a la línia de costa. S'han realitzat quatre transectes a la zona del Toro i dos a la zona d'Es Malgrat. Aquests transectes s'establien mitjançant un cap de 200 m, numerat metre a metre, que era estès seguint les irregularitats del fons (Zabala *et al.*, 1982; Ros i Gili, 1984). En algunes ocasions es varen prendre fotografies per tenir un registre de l'aspecte de les comunitats. La presa de dades de longitud i fondària permetia elaborar el perfil topogràfic del transecte.

Després d'assignar cada interval de cada transecte a una comunitat determinada en funció de les espècies dominants es procedia a realitzar un

pelat exhaustiu de dos quadrats de 20x20 cm en zones representatives de cada comunitat en cada transsecte. Paral·lelament, s'anotava la macroflora i macrofauna present dins un àrea aproximada d'un metre quadrat. Aquest mostratge complementari es feia per tal d'evitar una subvaloració dels organismes que, degut a la seva mida i/o distribució, escapaven al mostratge per pelat (Zabala *et al.*, 1982).

L'àrea mostrejada, superior a l'àrea mínima establerta per les comunitats d'algues fotòfiles (Peres i Picard, 1964; Bellan-Santini, 1969; Ballesteros, 1984; Ros i Gili, 1984), va ser elegida per unificar l'esforç de mostratge amb les comunitats més esciòfiles, caracteritzades per un 'patchiness' accentuat i que requereixen una àrea major (Ballesteros, 1984; Zabala *et al.*, 1982).

Les mostres obtingudes a cada transsecte eren introduïdes dins bosses de malla molt fina. Posteriorment es fixaven amb formol al 4% tamponat amb bicarbonat sòdic, o amb alcohol al 70%. Seguint aquesta metodologia es varen recol·lectar un total de 42 mostres puntuals.

El fet que la porció vegetal (algues) fora la més important a la major part de les mostres i que aquesta és l'emprada per a la classificació de la majoria de comunitats de substrat dur dintre dels primers 50 m de fondària (Ballesteros *et al.*, 1993) va dur a dedicar-li un major esforç. Així, el component animal resta certament infravalorat en aquest estudi.

A partir de l'estudi de les mostres s'ha efectuat una selecció de les espècies d'algues més importants dins cada comunitat, assignant-les un valor

semiquantitatiu que representi la seva abundància. Així, s'han distingit:

—espècies dominants: són les que caracteritzen la comunitat degut a la seva abundància.

—espècies abundants: són espècies que apareixen amb alta freqüència i amb un recobriment considerable.

—espècies comunes: són aquelles que apareixen regularment en la comunitat encara que amb una freqüència i recobriment variable entre diferents mostres.

—espècies presents: són aquelles que presenten una freqüència d'aparició baixa.

b) Cartografia.

La cartografia de base emprada s'elaborà a partir dels mapes topogràfics 1:5000 editats per la Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori (vol de 1989). En el cas de la zona del Toro es varen adjuntar els mapes 722 bis (8-2, el Toro) i el 723 (1-2, Rafaubetx). Per a la zona d'Es Malgrat es varen adjuntar els mapes 722 bis (8-1, Cala de ses Penyes Roges) i 697 (8-8, Platja de Santa Ponça).

Posteriorment, degut a la precisió establerta amb la metodologia emprada, s'ampliaren els mapes originals a una escala 1:2500 mitjançant la utilització d'un pantògraf.

Per al posicionament sobre la carta de tots els punts d'interès localitzats sobre el terreny s'empraren dos sistemes, el compàs magnètic i el sextant utilitzat en posició horitzontal. Ambdós mètodes varen ser comprovats prèviament a terra ferma, on la precisió de les mesures era de ± 15 m.

S'utilitzaren fotogrames aeris per obtenir els perfils i situació d'algunes unitats de mida gran en aigües somes, com taques d'arena, prades de *Posidonia oceanica*, esculls de roca. Tota aquesta informació va ser confirmada i completada *in situ*, mitjançant la recollida de mostres amb draga i l'observació directa en immersió. Per a realitzar aquesta darrera tasca es varen emprar dos sistemes diferents: transsectes i recorreguts en immersió.

El mètode dels transsectes, àmpliament utilitzat en altres treballs de cartografia litoral (Zabala *et al.*, 1982; Ramos, 1985; Pérez-Ruzafa *et al.*, 1988; Herrera *et al.*, 1993; Ramos *et al.*, 1993) ha estat el més emprat. El transsecte era definit per un cap de 400 m de longitud, llatat i numerat cada cinc metres, que era fondejat perpendicularment a la costa, des d'una embarcació. Prèviament a la instal·lació del cap llatat es posicionaven el punt d'inici (costa) i posteriorment, l'extrem, que no s'emplaçava a més de 50 m de profunditat.

Aquest transsecte era recorregut posteriorment en immersió, anotant-se els canvis en els tipus de fons i les comunitats bentòniques, les comunitats i les espècies dominants, i la profunditat en intervals de cinc metres al llarg de tot el transsecte.

Amb aquestes dades es procedia a realitzar el perfil topogràfic de cada transsecte. La distància a la línia de costa de cada punt del transsecte sobre la carta s'obtenia calculant la X a l'equació $L^2 = P^2 + X^2$ on L=longitud sobre el transsecte i P=profunditat.

Es varen realitzar un total de 17 transsectes a la zona del Toro i 11 a

la zona d'Es Malgrat. A part d'aquests transsectes perpendiculars a la costa, a la zona d'Es Malgrat es varen fer dos transsectes de 600 m de longitud paral·lels a la costa, que varen ser recorreguts mitjançant propulsors submarins.

A la zona del Toro es varen realitzar també recorreguts en immersió (ajudats en ocasions per un aquaplà) entre capcers prèviament posicionats i situats preferentment en els espais que restaven entre els transsectes perpendiculars. La tasca del submarinista consistia en anar amollant boiarins llatats cada cop divisava límits entre diferents tipus de fons. Posteriorment aquests boiarins eren posicionats.

Es varen prendre 21 mostres de sediment a la zona del Toro i 11 a la d'Es Malgrat. Per això, es va utilitzar una draga de doble cullera. Prèviament a la utilització de la draga es fondejava l'embarcació i es prenia la posició amb el sextant i la fondària mitjançant un ecosondador. Un cop al laboratori es va realitzar una anàlisi granulomètrica del sediment segons la metodologia establerta per Krumborn (descrita a Corrales *et al.*, 1977). En funció de les fraccions granulomètriques dominants en les mostres, aquestes s'assignaren a una de les tres categories següents: arenes fines, arenes mitjanes i arenes gruixades.

Per a l'elaboració de la batimetria, el posicionament de les isòbates es va fer a partir de les dades conjuntes dels transsectes, de les mostres puntuals de draga i de recorreguts amb ecosondador entre punts prèviament situats a la carta.

Comunitat	Codi	Núm.	Límits	Estatge
Algues fotòfiles de modus batut	AFMB	1	0 -1	Infralitoral superior
Algues fotòfiles no pasturades	AFNP	2	-1 -21	Infralitoral superior
Algues fotòfiles mitjanament pasturades	AFMP	3	-1 -22	Infralitoral superior
Algues hemiesciòfiles de zones inclinades	AHZI	4	-1 -35	Infralitoral inferior
Algues hemiesciòfiles de zones poc inclinades	AHZP	5	-15 -35	Infralitoral inferior
Algues esciòfiles	AE	6	-1 -40	Infralitoral-circalitoral superior
Algues esciòfiles erectes de fondària	AEEF	7	-34 -38	Infralitoral inferior-circalitoral superior
Coral-ligen dominat per algues incrustants amb algues esciòfiles	CAI	8	-36 -45	Infralitoral inferior-circalitoral superior

Taula 1. Principals comunitats bentòniques sobre substrat dur inventariades als fons marins de l'illa del Toro i l'illa d'Es Malgrat. S'indiquen els límits batimètrics entre els quals han estat trobades i l'estatge al que pertanyen. La numeració correspon a la de la taula 2.

Table 1. Main benthic communities on hard substrata of El Toro and Es Malgrat islands, with their bathymetric limits and benthic zone. Numbers as in table 2.

Resultats

a) Comunitats

Les principals comunitats bentòniques de dominància algal localitzades als fons marins estudiats es presenten a la taula 1. Les principals espècies d'algues que les componen es troben llistades a la taula 2, on s'especifica d'una manera semiquantitativa la seva abundància per a cada comunitat. S'ha de fer constar que certes comunitats han escapat al mètode de mostreig per transectes utilitzat a l'estudi de bionomia, tot i que han estat observades durant la realització dels transectes de cartografia. Per aquest motiu, encara que no es disposi d'inventaris exhaustius dels organismes que les componen, se'n fa una petita descripció. És el cas

de la comunitat de coves semifosques i la comunitat de *Cystoseira zosteroides*.

Les comunitats bentòniques sobre substrat dur distingides per davall del nivell del mar en aquest estudi, s'inscriuen dins l'estatge infralitoral i en la transició entre infralitoral inferior i circalitoral.

La comunitat d'algues fotòfiles de modus batut (AFMB, 1) s'estén entre la superfície del mar i 1 m de profunditat, als llocs exposats amb un hidrodinamisme relativament important. És caracteritzada per *Cystoseira mediterranea*, que constitueix un estrat arborescent, acompanyada de *Laurencia papillosa*, *Corallina granifera*, *Jania rubens*, *Valonia utricularis*, *Padina pavonica*, *Polysiphonia* spp. i *Herposiphonia* spp. En els llocs on el pendent és molt

Taula 2. Abundàncies semiquantitatives de les principals espècies d'algues a cada comunitat (d=dominant, a=abundant, c=comú, p=present).

Table 2. Relative abundance of the main algal species on each community (d=dominant, a=abundant, c=common, p=present).

	1	2	3	4	5	6	7	8
CHLOROPHYTA								
<i>Anadyomene stellata</i>			p					
<i>Cladophora hutchinsiae</i>	p							
<i>Codium bursa</i>					a			
<i>Dasycladus vermicularis</i>					p			
<i>Flabellia petiolata</i>			p	c	p	d		
<i>Halimeda tuna</i>		p	p	c				
<i>Palmophyllum crassum</i>						c		
<i>Valonia utricularis</i>	p	p						
PHAEOPHYTA								
<i>Aglaozonia chilosa</i>								p
<i>Cladostephus hirsutus</i>					p		d	
<i>Colpomenia sinuosa</i>		p						
<i>Cystoseira balearica</i>		d	p		p			
<i>Cystoseira compressa</i>		p						
<i>Cystoseira ercegovicii</i>		c						
<i>Cystoseira mediterranea</i>	d							
<i>Cystoseira sp.</i>					p			
<i>Dictyopteris membranacea</i>		c	p	a	p		p	c
<i>Dictyota dichotoma</i>		p	p		p			c
<i>Dictyota dichotoma var. intricata</i>		c	a		c			p
<i>Dilophus fasciola</i>		p						
<i>Dilophus ligulatus</i>		p						
<i>Dilophus mediterraneus</i>	p	p						
<i>Halopteris filicina</i>		c	c	d	d	p	d	d
<i>Halopteris scoparia</i>	p	c	c		p			
<i>Halopteris variegata</i>			p					
<i>Loborhiza variegata</i>			p					
<i>Nereia filiformis</i>						p		
<i>Padina pavonica</i>	c	p	a		c	c		
<i>Sargassum vulgare</i>	p	a	p					
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		p	p		c			
<i>Sphacelaria spp.</i>			p		p			
<i>Stilophora rhizodes</i>		p						
<i>Stictysiphon adriaticus</i>					p			
<i>Taonia atomaria</i>		p						
<i>Zanardinia prototypus</i>					a			

(continuació)

	1	2	3	4	5	6	7	8
RHODOPHYTA								
<i>Acrodiscus vidovichii</i>								p
<i>Amphiroa rigida</i>		p						
<i>Amphiroa</i> spp.		p	c	p	p	c		
<i>Ceramium rubrum</i>	p							
<i>Ceramium</i> spp.					p			
<i>Corallina elongata</i>		c	d	a	c			p
<i>Corallina granifera</i>	c	a	a	p	p	p		p
<i>Eupogon planus</i>								p
<i>Gloiocladia furcata</i>					p			
<i>Gracilaria</i> sp.					p		a	
<i>Gymnothamnion elegans</i>			p			c		p
<i>Herposiphonia tenella</i>	p	p	p					
<i>Jania rubens</i>	d	p	d		a			
<i>Jania</i> spp.					p		c	
<i>Laurencia obtusa</i>	p	p						
<i>Laurencia papillosa</i>	a							
<i>Lithophyllumduckeri</i>					p		d	
<i>Lithophyllum frondosum</i>						a		
<i>Lithophyllum dp.</i>			p					
<i>Mesophyllum lichenoides</i>		p	p		c	a		d
<i>Metapeysonnelia feldmanni</i>		p	p		p	a		
<i>Osmundaria volubilis</i>					p	a	d	
<i>Peyssonnelia</i> spp.		p	p	d	c	d	p	a
<i>Phyllophora crispa</i>		p			p		c	p
<i>Phymatolithon calcareum</i>		p	p					
<i>Polysiphonia</i> spp.	p				p	d		a
<i>Polysiphonia subulifera</i>						d	c	c
<i>Rhodymenia ardissoni</i>		p	p		p	c	a	c
<i>Rodriguezella</i> sp.					p			
<i>Rodriguezella strafforellii</i>					p	a		c
<i>Tricleocarpa oblongata</i>					p		p	

accentuat *C. mediterranea* és absent i la comunitat està constituïda per les espècies acompanyants. L'animal més abundant en aquesta comunitat és el cirrífede *Balanus perforatus*.

La comunitat d'algues fotòfiles no pasturades (AFNP, 2) s'estén entre els

límits batimètrics d'1 a 20 m. Està constituïda per un estrat arborescent dominat per *Cystoseira balearica*, *Sargassum vulgare* i *Dictyopteris membranacea*, que poden ser acompanyades per *Cystoseira compressa* i *C. ercegovicii*. Un estrat arbusti inferior

està compost per *Halopteris scoparia*, *Dilophus fasciola*, *Dictyota dichotoma* var. *intricata* i *Padina pavonica*. Hi són presents també *Corallina granifera* i *Jania rubens*, l'esponja *Ircinia fasciculata*, els cnidaris *Balanophyllia europaea* i *Anemonia sulcata* i l'equinoderm *Paracentrotus lividus*. A l'ombra de la frondositat algal i constituint un estrat incrustant es troben les esponges *Crambe crambe* i *Cliona celata*, el briozou *Myriapora truncata* i els bivalves *Ostrea edulis* i *Arca* sp.

La comunitat d'algues fotòfiles mitjanament pasturades (AFMP, 3) es pot entendre com un estat explotat de l'anterior comunitat, on hauria desaparegut l'estrat arborescent per efecte dels herbívors. Les espècies algals dominants són *Corallina elongata* i *Jania rubens*, acompanyades per *Dictyota dichotoma* var. *intricata*, *Padina pavonica*, *Halopteris scoparia*, *Corallina granifera*, *Sphacelaria cirrosa* i *Anadyomene stellata*. *Ircinia fasciculata* i *Paracentrotus lividus* són els animals més característics de la comunitat.

La comunitat d'algues hemiesciòfiles de zones inclinades (AHZI, 4) es localitza entre 1 i 35 m de profunditat, sobre substrat en fort pendent. Les algues dominants de la comunitat són *Halopteris filicina* i *Dictyopteris membranacea*, com a estrat arbustiu, per davall de les quals creixen *Corallina elongata* i *Peyssonnelia* spp. També són comunes *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna*.

La comunitat d'algues hemiesciòfiles de zones poc inclinades (AHZP, 5) s'ha localitzat entre 15 i 35 m de fondària, a indrets on el substrat presenta poc pendent. Està dominada per

Halopteris filicina acompanyada d'altres espècies que canvien en funció de la profunditat. Així, fins als 25 m es troben *Padina pavonica*, *Cladostephus hirsutus* i *Cystoseira balearica* i l'esponja *Sarcotragus spinosula*. Més avall, entre 25 i 30 m, a les espècies anteriors s'afegeix *Codium bursa*, i a partir dels 30 m es fan abundants també *Dictyopteris membranacea* i *Dictyota dichotoma*.

La comunitat d'algues esciòfiles (AE, 6) es troba a indrets que reben una baixa quantitat de llum, ja sigui per la fondària, ja per el pendent, l'orientació o la rugositat del substrat. Està dominada per: *Peyssonnelia* spp., *Flabellia petiolata* i *Polysiphonia* spp. Són freqüents altres algues com: *Rodriguezella strafforelli*, *Mesophyllum lichenoides*, *Metapeyssonnelia feldmanni* i *Palmophyllum crassum*. Entre els animals característics d'aquesta comunitat destaquen: les esponges *Oscarella lobularis*, *Spirastrella cunctatrix* i *Phorbis tenacior*; el cnidari *Caryophyllia inornata* i el briozou *Myriapora truncata*.

La comunitat d'algues esciòfiles erectes de fondària (AEEF, 7) es localitza sobre pedres soltes en fons sedimentaris a partir de 34 m de profunditat. Per davall d'un estrat elevat d'*Osmundaria volubilis* i *Phyllophora crispa*, que dominen la comunitat, són abundants *Halopteris filicina* i *Lithophyllum duckeri*.

Un aspecte particular de la comunitat AEEF que s'ha localitzat sobre fons rocosos o de sediment gruixut a partir de 35 m de profunditat està dominat per *Cystoseira zosteroides*, que apareix acompanyada per *Cystoseira spinosa* i *Lithophyllum duckeri*. Destaca

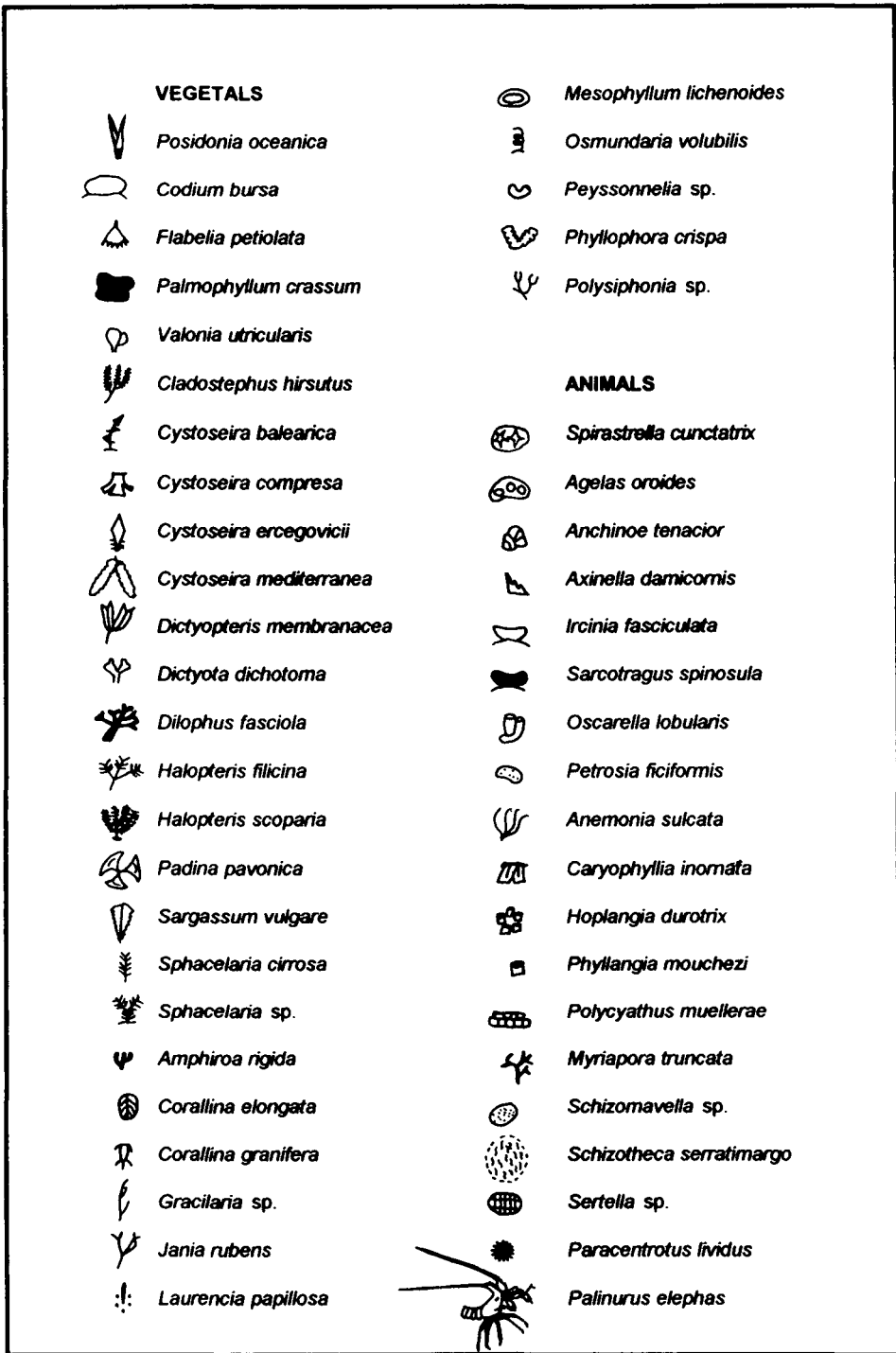


Fig. 2. Llegendra corresponent a les Figs. 3, 4, 5 i 6.
 Fig. 2. Legend for Figs. 3, 4, 5 and 6

la presència de colònies del gorgoniaci *Eunicella singularis*.

La comunitat de coral·ligen d'algues incrustants amb algues esciòfiles (CAI, 8) és dominada per les rodofícies *Mesophyllum lichenoides* i *Peyssonnelia* spp. També són abundants les feofícies *Halopteris filicina* i *Dictyopteris membranacea*, així com *Polysiphonia* spp. La comunitat apareix en taques aïllades cap als 36 m de profunditat, però és entre 40 i 45 m on adquireix entitat.

La comunitat de coves semifosques es localitza als extraploms on pràcticament no hi arriba suficient llum com per que hi visquin vegetals, de tal manera que dominen totalment els animals sèssils. Les espècies més freqüents en aquesta comunitat són les esponges *Spirastrella cunctatrix*, *Phorbast tenacior*, *Agelas oroides*, *Axinella damicornis* i *Oscarella lobularis*, els cnidaris *Polycyathus muelleriae*, *Caryophyllia imornata*, *Phyllangia mouchezi* i

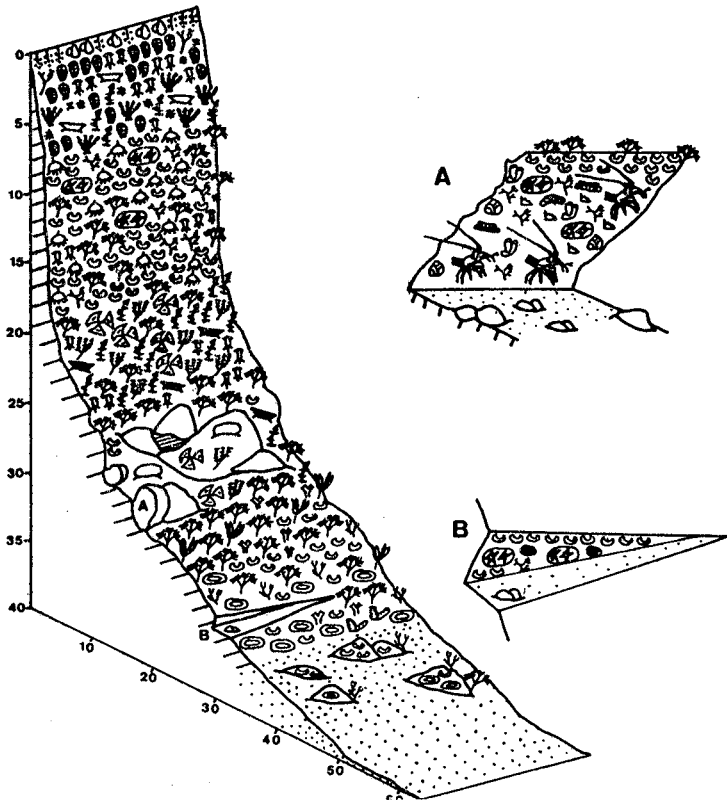


Fig. 3. Transsecte 1.
Fig. 3. Section 1.

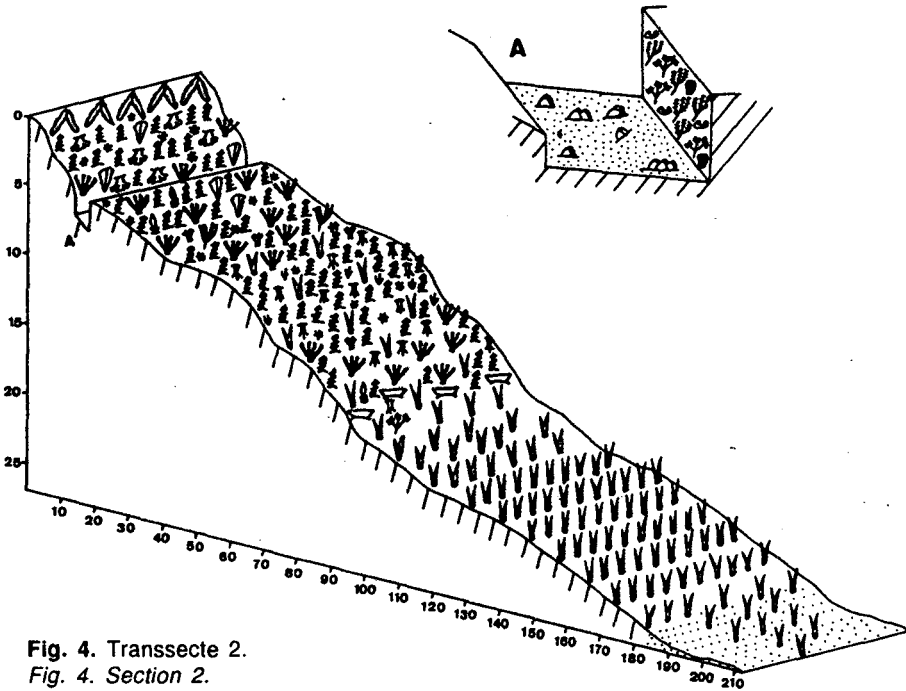


Fig. 4. Transsecte 2.
Fig. 4. Section 2.

Hoplanguia durotrix, els briozous *Myriapora truncata*, *Sertella* sp., *Schizotheca serratimargo* i *Schizomavella* sp. També és relativament abundant el crustaci *Palinurus elephas*.

Com a complement de les descripcions bionòmiques es presenten quatre dels transsectes realitzats, escollits com a més representatius dels fons marins estudiats (Figs. 3 a 6). La llegenda d'aquests transsectes es troba a la Fig. 2.

El transsecte 1 (Fig. 3) constitueix un exemple del tipus de fons dominant al sector de llevant de l'illa del Toro, amb un perfil abrupte i un fort pendent. El transsecte s'inicia davall Es Munt de Pedres i s'estén en direcció 140°, amb una longitud de 91 m i una profunditat

màxima de 40 m. Entre 0 i 1 m es localitza la comunitat AFMB encara que, a causa del fort pendent, *Cystoserya mediterranea* és absent i la comunitat està formada per les espècies acompanyants. Entre 1 i 7 m apareix la comunitat AFNP. A la paret vertical que hi ha a partir dels 7 i fins els 17 m es troba la comunitat AE. A partir d'aquesta cota s'estén la comunitat AHZP fins als 32 m, on és substituïda per la d'AE fins als 36 m. Aquí comença un fons sedimentari del que sobresurten alguns blocs colonitzats per la comunitat CAI. Entre 24 i 30 m de profunditat es troba una zona de grans blocs amb nombroses balmes ocupades per les comunitats AE i CSF (detall A). Cap als

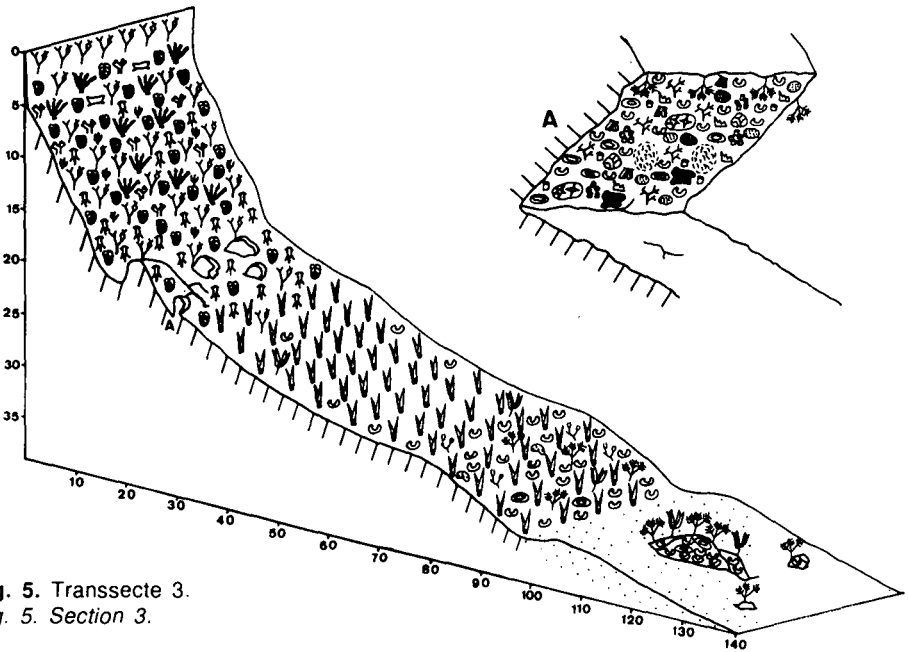


Fig. 5. Transsecte 3.
Fig. 5. Section 3.

34 m de fondària es troba una altra balma amb les mateixes comunitats (detall B).

El transecte 2 (Fig. 4), de 220 m de longitud i 27 m de profunditat màxima, representa el paisatge submari dominant al sector de ponent de l'illa del Toro, amb una part rocosa inicial de pendent suau seguida de fons sedimentari. S'estén en direcció 300°. En el primer metre es troba la comunitat AFMB, substituïda per la comunitat AFNP fins als 16 m, on comença la prada de *Posidonia oceanica*. Cap als 7 m de profunditat es localitza una encletxa ocupada per la comunitat AHZI (detall A).

El transecte 3 (Fig. 5) es troba a la part ponent de l'illa d'Es Malgrat, té una longitud de 160 m i profunditat

màxima de 39 m, i s'estén en direcció 320°. La comunitat AFMB ocupa el primer metre de profunditat, seguida de la comunitat AFMP fins als 22 m, on també es localitza un petit extraplom amb la comunitat CSF (detall A). Des dels 22 fins als 34 m hi ha una prada de *Posidonia oceanica* poc densa, arrelada en el sediment acumulat entre els blocs rocosos existents. Aquesta prada es fa molt clara a partir dels 30 m, on es combina amb la comunitat AE. Els blocs aïllats entre el fons d'arena que apareixen a partir de 36 m són recoberts per la comunitat CA1.

El transecte 4 (Fig. 6) es situa a la part de llevant de l'illa d'Es Malgrat i té una profunditat màxima de 35 m i una longitud de 200 m. La seva direcció és 152° des del Racó de s'Al-

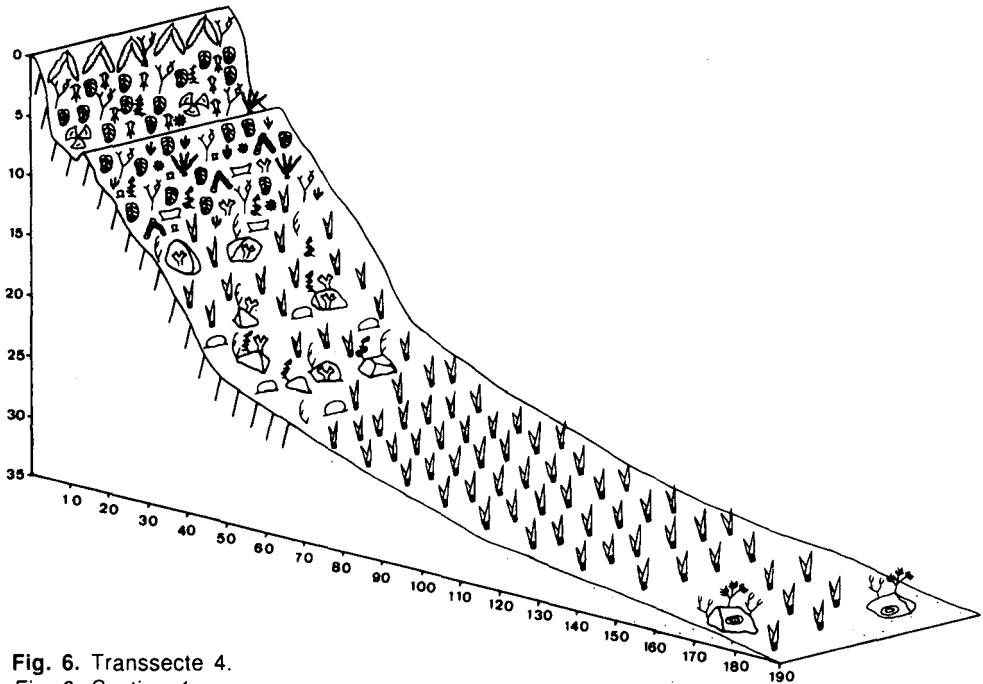


Fig. 6. Transsecte 4.
Fig. 6. Section 4.

madrava. El primer metre és ocupat per la comunitat AFMB seguida de la comunitat AFMP, que arriba fins 14 m. Des d'aquesta cota i fins 25 m apareix la comunitat AHZP. A partir de 25 m el fons és d'arena, ocupada per la prada de *Posidonia oceanica*, amb alguns blocs rocosos recoberts per les comunitats AHZP i AE.

b) Cartografia

La cartografia bionòmica bentònica dels fons marins adjacents a l'illa del Toro i a l'illa d'Es Malgrat acompanya aquest treball com a annex. A continuació es comentaran alguns dels trets més destacables.

En el sector més septentrional de la zona de l'illa del Toro, és a dir al

Clot des Moro i Cala Rifaubetx, dominen els fons tous amb arenes de mida de gra fi-mitjà i gruixat respectivament i prades de *Posidonia oceanica*. Pròxims a la línia de costa es troben nombrosos blocs rocosos.

A Ponent, el gradient batimètric és més suau i els tipus de fons esmentats arriben fins l'illot d'Es Pans. Al llarg de tot aquest tram hi ha una successió d'arenals i prades de *Posidonia oceanica*, que inicialment es presenta sobre el sediments per després fer-ho sobre una plataforma rocosa que és contínua a partir del Munt de Pedres cap al sud. Des de l'illot d'Es Pans fins a l'illa del Toro el pendent del fons és més accentuat. Això provoca que a partir dels 30-35 m de fondària apareguin tres

tipus de comunitat molt característiques: la d'algues hemiesciòfiles, la d'algues esciòfiles sobre grans plataformes de roca, i fons de detrític costaner amb petites taques de maèrl. A les zones rocoses menys inclinades, fins i tot sobre el detrític, entre 37 i 45 m de fondària, apareix la comunitat de *Cystoseira zosteroides*, on es troba també qualcun exemplar d'*Eunicella singularis*.

En el sector de Llevant de l'illa del Toro i la major part del Banc d'Eivissa, el fons és molt abrupte, assolint-se fondàries entre 25 i 35 m molt prop de la costa. Això fa que el paisatge submarí estigui dominat per parets verticals de 15-20 m i que prop de la costa apareixin fons de sediment. A les parets verticals esmentades es pot trobar un mosaic de comunitats fotòfiles i esciòfiles i extraploms, en funció del pendent en cada punt.

A la plataforma rocosa de l'illa del Toro i Toretó, entre 0 i 10 m de profunditat, es desenvolupa una comunitat molt rica d'algues fotòfiles no pasturades amb *Cystoseira balearica*, *Sargassum vulgare* i *Dictyopteris membranacea*, com a espècies més representatives.

Una de les característiques més importants de tot el sector de Llevant és la gran abundància de blocs rocosos. Els fons de blocs s'estenen gairebé des de l'illa del Toro fins a Cala Rofa entre 20 i 30 m de fondària i assoleixen especial importància entre el Munt de Pedres i Cala de s'Ast.

Els blocs de més fondària que apareixen a l'illa del Toro, entre 40 i 45 m de profunditat, presenten una comu-

nitat de coral.ligen d'algues incrustants ben desenvolupada, encara que aquesta no és molt extensa ja que els fons sedimentaris comencen a dominar en aquesta profunditat.

A la zona més propera a la Cala de s'Ast, de 20 a 30 m de fondària hi apareix una extensa prada poc densa de *Posidonia oceanica*.

A la zona de l'illa d'Es Malgrat també es dóna la diferenciació entre els sectors Nord i Sud i el de Llevant i Ponent. Tot el sector Nord, que comprèn des de la Cala de ses Pedreretes fins al Racó de s'Almadrava, tant a Llevant com a Ponent, està dominat per fons sorrencs amb extenses prades de *Posidonia oceanica*. Ací es troba un element singular constituït per uns baixos de roca situats entre l'illa d'Es Conills i la costa, que té una cota inferior a 5 m, on destaca la comunitat d'algues fotòfiles i l'abundància d'enclotxes amb comunitats esciòfiles. Tots els fons de poca fondària situats entre la Punta de na Foradada, la Cala de ses Pedreretes i es Morro d'En Pere Joan es caracteritzen per la gran abundància de blocs rocosos amb comunitat d'algues fotòfiles i mates de *Posidonia oceanica*.

En el sector Sud de l'illa d'Es Malgrat hi apareixen comunitats d'algues hemiesciòfiles i esciòfiles i petits enclavaments coral.lígens poc extensos. És molt interessant la barra rocosa que es perllonga des de la punta de l'illa cap al Sud, situada entre 25 i 37 m de fondària. En aquest lloc es troben bons exemples de la comunitat de coves semifosques que es desenvolupa als extraploms.

Discussió

Els fons marins de l'illa del Toro i de l'illa d'Es Malgrat presenten una bona mostra de la majoria de comunitats bentòniques infralitorals de la Mediterrània Occidental, així com algunes del circalitoral superior, a causa de la diversitat de condicions ambientals propiciada per l'existència de fons tous i roquissars, combinats amb un marge ample de profunditats i una abrupta topografia submarina. Aquesta diversitat d'ambients es dona especialment a la zona del Toro, ja que els factors esmentats de batimetria i topografia són més extrems que en el cas de l'illa d'Es Malgrat. En els dos casos hi ha diferències apreciables entre els sectors Nord i Sud i els de Llevant i Ponent.

Les comunitats infralitorals en l'àrea estudiada i la seva distribució vertical coincideixen amb les donades per l'illa de sa Dragonera (Coll i Moreno, 1993) i l'arxipèlag de Cabrera (Ballesteros et al., 1993). L'estatge infralitoral presenta una amplitud batimètrica considerable, conseqüència de la transparència de les aigües de Balears (Ballesteros i Zabala, 1993), igual que la citada per l'illa de sa Dragonera (38 m) i lleugerament inferior que la citada per Cabrera (40-45 m).

En l'estatge circalitoral, el coral·ligen d'aquesta àrea és de dominància vegetal i no es troben els suspensívors (gorgònies i alcionaris) descrits a indrets de la Costa Brava (Gili i Ros, 1984) i l'illa de l'Imperial de l'arxipèlag de Cabrera (Ballesteros et al., 1993). Des d'aquest punt de vista, el coral·ligen de l'illa del Toro es sembla molt al descrit per a la major part dels fons de Cabre-

ra (Ballesteros et al., 1993) i de l'illa de sa Dragonera (Coll i Moreno, 1993).

Dins aquesta comunitat coral·lígena cal destacar la relativa abundància del vogamarí d'afinitat tropical *Centrostephanus longispinus*. Aquesta espècie, citada per a les aigües de Mallorca sobre fons detrítics de plataforma (Munar i Moreno, 1987) ha estat observada sobre fons coral·lígens i detrítics a l'illa de Cabrera (Munar, 1993) i catalogada com a molt rara.

L'estat de conservació d'ambdues zones és alt, especialment a l'illa del Toro, si es compara amb les costes veïnes. A cap de les zones estudiades han aparegut espècies indicadores d'eutrofització (*Ulva* sp. i *Enteromorpha* sp.). S'han de destacar en aquest sentit totes les comunitats de *Cystoseira*, tant superficials (*Cystoseira mediterranea*) com de profunditat mitjana (*Cystoseira balearica* i *C. ercegovicii*), molt sensibles a qualsevol alteració del medi i que estan ben desenvolupades, especialment, a la zona del Toro.

Pel que fa a la prada de *Posidonia oceanica*, es troben diferents graus de conservació depenent de la zona. Dins la cala de ses Pedreretes i a la zona d'es Clot des Moro, la prada es troba malmesa per l'efecte de les àncores del vaixells que hi fondegen.

A més profunditat són especialment interessants els fons de *Cystoseira spinosa* i *C. zosteroides* amb *Eunicella singularis* que apareixen al sector de Ponent del freu.

És interessant la presència d'*Eunicella singularis* en aquests indrets ja que fins ara aquesta espècie no havia estat observada dins el primers 45 m de fondària en el sector Sud Oest

de Mallorca (Coll i Moreno, 1993). Al sector Nord Est en canvi, i degut a unes condicions hidrodinàmiques particulars, *E. singularis* si ha estat observada per damunt d'aquella cota a les zones de Cala Sant Vicenç, Cap de Formentor i badia d'Alcúdia (dades dels autors no publicades).

Agraïments

Aquest treball forma part del projecte *Estudi de les comunitats bentòniques i de la ictiofauna associada a les futures reserves marines de Calvià. Illa del Toro. Illes Malgrats*, desenvolupat per la SHNB i finançat mitjançant el *Plan Futures* per l'Excel·lentíssim Ajuntament de Calvià.

Els autors volen expressar el seu agraïment a Catalina Massuti i a Antoni Font per l'interès demostrat en promoure el projecte. A la Dra. Isabel Moreno, catedràtica de Biologia Marina de la UIB, per la seva disponibilitat. Al Dr. Antoni Martínez, com a president de la SHNB i al Dr. Eduardo Còzar, biòleg de l'Ajuntament de Calvià, per les tasques de coordinació. A la Dra. Maria Antònia Ribera l'ajut en la determinació d'algunes espècies algals. A Irene Mestre la realització de la carta de base. A Natalia Llorente i Bàrbara Aloy per fer l'anàlisi granulomètrica de les mostres de sediment. A Mar Palmer, Rodolfo Rubio, Txema Brotons, Gabriel Morey i Luis Fernández per col·laborar en el treball de camp. A l'empresa de busseig professional *Unidad Costa Norte* pel recolçament logístic.

Bibliografia

- Ballesteros, E. 1984. *Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona. 587 pp.
- Ballesteros, E. i Zabala, M. 1993. El bentos: el marc físic. In: Alcover, J. A., Ballesteros, E. i Fornós, J. J. (eds.). *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. CSIC-Edit. Moll, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2: 663-685.
- Ballesteros, E., Zabala, M., Uriz, M.J., Garcia-Rubies, A. i Turón, X. 1993. El bentos: les comunitats. In: Alcover, J. A., Ballesteros, E. i Fornós, J. J. (eds.). *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. CSIC-Edit. Moll, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2: 687-730.
- Bellan-Santini, D. 1969. Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrate rocheux (Étude qualitative et quantitative de la frange supérieure). *Rec. Trav. Mar. Endoume*, 63 (47): 8-294.
- Coll, J. i Moreno, I. 1993. Contribució al conocimiento de la bionomia bentónica de la isla Dragonera (Mallorca, Mediterráneo Occidental). *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* 11. 313-324.
- Corrales, I., Rosell, J., Sánchez, L., Vera, J.A. i Vilas, L., 1977. *Estratigrafía*. Editorial Rueda, 718 pp.
- Gili, J. M. i Ros, J. D. 1984. L'estatge circalitoral de les illes Medes: el coral·ligen. In: Ros, J., Olivella, I. i Gili, J.M. (eds.). *Els sistemes naturals de les illes Medes*, 677-

705. Arx. Secc. Ciències, 73. Institut d'Estudis Catalans.
- Herrera, R., Montero, D. i Haroun, R. 1993. Bionomia bentònica del litoral de la playa del Cabrón (Gran Canaria). *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 11: 291-298.
- Munar, J. i Moreno, I. 1987. Equinodermos de las Islas Baleares (España). In: Boudouresque, C. F. (ed.). *Coll. intl. Paracentrotus lividus et les oursins comestibles*. GIS Posidonie Publ., Marseille, 241-253.
- Munar, J. 1993. Els equinoderms. In: Alcover, J. A., Ballesteros, E. i Fornós, J. J. (eds.). *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. CSIC-Edit. Moll, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2: 597-606.
- Peres, J. i Picard, J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume.*, 31(47): 5-137.
- Pérez-Ruzafa, A., Pérez-Ruzafa, I.M., Marcos, C. i Ros, J.D. 1988. Cartografía bionómica del poblamiento bentónico de las islas del Mar Menor. I: Islas Perdiguera y del Barón. *Oecologia aquatica.*, 9: 27-40.
- Ramos, A.A. 1985. Contribución al conocimiento de las biocenosis bentónicas litorales de la Isla Plana o Nueva Tabarca (Alicante). In: Ramos, A.A. (ed.). *La Reserva Marina de la Isla Plana o Nueva Tabarca (Alicante)*, 111-147.
- Ramos, A. A., Sánchez-Lizaso, J. L., Aranda-López, A. i Guillen, J. E. 1993. Estudio bionómico de los fondos de la isla de Benidorm (SE Ibérico). *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 11: 339-346.
- Ros, J. i Gili, J. M. 1984. L'estudi de les comunitats bentòniques de les illes Medes: metodologia i relació de mostres. In: Ros, J., Olivella, I. i Gili, J. M. (eds.). *Els sistemes naturals de les illes Medes*, 619-636. Arx. Secc. Ciències, 73. Institut d'Estudis Catalans.
- Zabala, M., Olivella, I., Gili, J. M. i Ros, J. 1982. Un intento de tipificació metodològica en el estudio del bentos marino accesible en escafandra autònoma. *Act. 1^{er} Simp. Ibér. Est. Bentos Mar.*, 2: 961-987.