

COMPOSICIÓ I TEXTURA DEL SEDIMENT DE LES PLATGES DEL MIGJORN

Lluís Gómez-Pujol¹, Pau Balaguer¹, Jaume Mateu¹ i Francesc X. Roig²

¹ Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears

² Àrea de Medi Ambient. Consell Insular de Menorca

INTRODUCCIÓ

Encara que des de temps enrera se sap que les arenes de les platges de Menorca són principalment bioclàstiques (Fornós, 1987; Fornós i Ahr, 1997), fins ara no existeix cap estudi de caràcter global que caracteritzi, des del punt de vista textural i de composició, els sediments de platja de Menorca. D'aquest tipus d'estudi, a l'àmbit baleàric, només n'hi ha del litoral mallorquí (Jaume i Fornós, 1992) i de forma puntual, a Menorca, de l'albufera des Grau (Fornós, 1992) i la badia de Fornells (Fornós *et al.*, 1990; Fornós *et al.*, 1992). Així mateix, també cal destacar una sèrie de treballs que posen l'èmfasi en la relació entre sedimentologia i biologia (Martínez-Taberner *et al.*, 1993; Fornós *et al.*, 1997), o bé en les interaccions entre sedimentologia, geomorfologia i evolució del nivell marí (Fornós *et al.*, 1996; Fornós *et al.*, 1998; Fornós, 1999; Pardo *et al.*, 1997; Rosselló *et al.*, 1997).

Les platges són acumulacions de sediments litorals no consolidats (llims, arenes i graves), que trobam des dels penya-segats o les primeres dunes, fins al nivell de marea baixa (Komar, 1988). Aquests sediments poden tenir dos orígens diferents. Uns procedeixen de l'erosió del rocam litoral i de l'aportació dels

corrents continentals i s'anomenen sediments terrígens o litoclasts. L'altra gran font de sediment dóna lloc a l'acumulació de fragments esquelètics d'organismes que habiten els diferents medis marins i es coneixen com a sediments biogènics o bioclasts. Així doncs, el predomini d'un o altre tipus de sediment, com també les seves característiques texturals i mineralògiques ens donaran informació dels processos dominants i de les característiques geomòrfiques de la zona (Carter, 1988; Pyökarä, 1997).

L'objectiu del present treball és caracteritzar la textura i la composició del sediment de les platges del Migjorn de Menorca.

ESBÓS FISIOGRÀFIC

Al Migjorn menorquí destaca una costa marcadament lineal i la presència abassegado-ra de penya-segats abruptes tallats en el rocam miocènic. Aquestes característiques són el resultat del control estructural i del paper de la neotectònica en l'evolució geomorfològica. L'anticlinal lax en què s'estructura el Migjorn arran de la inversió tectònica d'una falla alpina durant el Plio-quaternari (Gelabert, 2003), explica que el sector central presenti majors cotes que no els extrems oriental i occidental. Així, mentre a les penyes d'Alaior topam amb

penya-segats marcadament verticals, que superen els 50 m d'alçada, a llevant i ponent dominen les costes d'esglaó o de penya-segats de pocs metres d'alçada. En la mateixa línia i a causa del mateix control estructural, el sector central de la costa del Migjorn destaca per la presència d'una xarxa de drenatge ben encaixada que talla la costa, mentre que en els sectors laterals la xarxa de drenatge tendria una organització embrionària (Segura *et al.*, 1999; Segura i Pardo, 2003). És precisament a les cales associades al tram final d'aquests barrancs on es troben bona part de les platges estudiades, així com també a les indentacions d'origen càrstic que puntualment trenquen la línia de costa (Fornós, 2003; Rosselló *et al.*, 2003). Les platges que hi ha a les cales associades a barrancs (cala Galdana, Trebalúger) o les cales que en són independents (cala Blanca o cala des Talaier) actuen com a cèl·lules tancades, atesa la seva forma, i el transport de sediment hi és poc efectiu. En canvi, als segments de costa més lineals, on s'han desenvolupat sistemes dunars com el de Son Saura, Sant Tomàs i Son Bou –que també romanen sota el control càrstic i estructural (Pardo, 2003)–, podem parlar d'una deriva litoral i un transport de sediments més efectiu.

MÈTODE

S'han mostrejat un total de 27 platges entre la tardor de 1999 i l'hivern de 2000. La recollida de mostres s'ha dut a terme per extracció directa a profunditats entre 10 i 20 cm, a l'estatge interlitoral. Per a cada platja s'ha recollit un volum de mostra de 2 kg (Gale i Hoare, 1991) i s'ha procurat evitar l'obtenció de mostres a zones d'intensa remoció antròpica per tal que les propietats texturals del sediment siguin significatives per a la classificació i descripció de les fàcies (Sanjaume, 1985).

Al laboratori, les mostres han estat rentades amb aigua destil·lada per tal d'eliminar-ne les sals, s'han atacat amb H₂O₂ rebaixat al 10% a fi de dispersar els grans i oxidar la matèria orgànica. Amb posterioritat, les mostres s'han eixugat a l'estufa durant un mínim de 24h a

105°C. Una vegada eixugades, s'han separat cinc submostres de 100g per al càlcul dels paràmetres estadístics de textura mitjançant tamisatge sec (Frihy *et al.*, 1999), tot separant les fraccions de 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 i 0.063 mm. La mesura del contingut en carbonats s'ha realitzat mitjançant el mètode Bernard (Carranza-Edwards *et al.*, 1998). Per a l'anàlisi de la composició s'ha realitzat el còmput de 250 a 500 grans (Pyökari, 1997) que posteriorment s'han ponderat amb el pes de la fracció per tal d'expressar en percentatge els valors de composició. A l'anàlisi de components s'han utilitzat les següents variables: foraminífers, bivalves, gasteròpodes, briozous, escafòpodes, equínids, restes vegetals, serpúlids, rodofícies, ostracodes, carbó, espícules d'esponja, crustacis, dents, quars, litoclasts, bioclasts indiferenciats, restes antròpiques (vidre, plàstics i materials de construcció) i agregats.

TEXTURA DEL SEDIMENT DE PLATJA

El sediment de platja del Migjorn de Menorca es caracteritza pel predomini de la fracció d'arena (Taula 14.1) que suposa entorn el 90% del volum de mostra de cada una de les localitats caracteritzades. Tot i així, els paràmetres mitjans també registren la presència d'altres fraccions texturals com són les graves o els llims (Taula 14.2). Mentre el conjunt de les arenes arriba al 96% del volum de la mostra, tant graves com llims només ho fan fins al 2%. D'altra banda, cal fer esment que la pròpia categoria de les arenes disposa de variacions internes a considerar. Així, els valors mitjans del Migjorn agrupen un 42% del sediment a les arenes mitjanes, seguit d'un 25% de les arenes fines i un 19% de les arenes gruixudes (Fig. 14.1).

La mida mitjana de gra és d'1,5 Φ , cosa que ens ubica al bell mig de les arenes mitjanes. Tanmateix, el rang per a les platges estudiades oscil·la des d'un diàmetre mitjà de 0,02 a 3,87 Φ . Pel que fa a la classificació, que ens indica el grau de maduresa del sediments o, el que és el mateix, l'homogeneïtat i la força dels processos que han actuat sobre les partícules,

el 71% de les mostres estudiades estan moderadament classificades o moderadament ben classificades (Fig. 14.2); mentre que el 26% de les platges presenten un sediment poc classificat i el restant 4% gaudeix d'un grau de classificació bo. La classificació mitjana és de $0,82\Phi$, oscil·lant des d'un mínim $0,44\Phi$ a un

màxim de $1,59\Phi$ per a les platges de punta Prima i cala en Blanes, respectivament. Pel que fa als paràmetres mitjans d'asimetria de la distribució i el d'angulositat (*kurtosis*), la primera és lleugerament negativa –amb un rang de $-0,31$ a $0,24\Phi$ – mentre que la segona ni és massa gran, ni massa petita. El 67% de les

Codi	Localitat	Mitjana (Φ)	Classificació (Φ)	Asimetria (Φ)	Kurtosi (Φ)	Graves %	Arenes %	Llims %
ALC	Cala Alcalar	$1,78 \pm 0,07$	$1,08 \pm 0,03$	$-0,12 \pm 0,02$	$1,00 \pm 0,03$	1,18	98,06	0,76
ASS	Arenal Son Saura	$2,06 \pm 0,03$	$0,76 \pm 0,03$	$-0,31 \pm 0,02$	$0,94 \pm 0,03$	0,34	99,58	0,08
BLA	Cala En Blanes	$0,61 \pm 0,22$	$1,59 \pm 0,05$	$0,16 \pm 0,08$	$0,80 \pm 0,03$	15,30	84,06	0,64
BLC	Cala Blanca	$1,76 \pm 0,06$	$1,02 \pm 0,04$	$0,14 \pm 0,03$	$0,97 \pm 0,03$	0,00	99,89	0,11
BNB	Binibèquer	$1,61 \pm 0,11$	$1,08 \pm 0,09$	$-0,25 \pm 0,03$	$0,94 \pm 0,06$	2,18	97,79	0,03
BNC	Biniquadrell	$1,78 \pm 0,00$	$0,58 \pm 0,00$	$0,24 \pm 0,00$	$0,91 \pm 0,01$	0,05	99,95	0,00
BND	Binidali	$1,26 \pm 0,06$	$0,76 \pm 0,00$	$-0,08 \pm 0,02$	$1,08 \pm 0,14$	0,46	99,48	0,06
BNG	Binigaus	$1,80 \pm 0,03$	$0,59 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,01$	$0,88 \pm 0,06$	0,06	99,94	0,00
BNX	Biniparratx	$1,13 \pm 0,10$	$1,37 \pm 0,04$	$-0,22 \pm 0,01$	$0,94 \pm 0,01$	9,18	90,68	0,14
BOS	Cala en Bosch	$0,81 \pm 0,01$	$0,79 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,01$	$1,07 \pm 0,03$	0,90	99,09	0,01
BOU	Son Bou	$2,17 \pm 0,02$	$0,62 \pm 0,00$	$-0,22 \pm 0,01$	$0,83 \pm 0,02$	0,00	99,41	0,59
BSS	Binissafüller	$0,02 \pm 0,03$	$0,75 \pm 0,01$	$-0,12 \pm 0,08$	$0,87 \pm 0,02$	8,15	91,73	0,12
CNT	Es Canotells	$0,31 \pm 0,15$	$1,15 \pm 0,09$	$0,11 \pm 0,09$	$1,14 \pm 0,06$	9,97	88,86	1,17
CPT	Cala en Porter	$1,19 \pm 0,03$	$0,62 \pm 0,01$	$-0,23 \pm 0,02$	$0,87 \pm 0,07$	0,15	99,85	0,00
DEG	Cala Degollador	$3,87 \pm 0,04$	$0,84 \pm 0,07$	$-0,16 \pm 0,08$	$1,07 \pm 0,14$	0,57	56,65	42,78
FST	Cala Fustam	$1,64 \pm 0,04$	$0,66 \pm 0,12$	$0,06 \pm 0,14$	$1,50 \pm 0,44$	4,04	95,83	0,13
GDN	Cala Galdana	$2,06 \pm 0,02$	$0,67 \pm 0,02$	$-0,20 \pm 0,02$	$0,81 \pm 0,02$	0,73	99,06	0,21
MCR	Macarella	$2,29 \pm 0,02$	$0,62 \pm 0,01$	$-0,20 \pm 0,02$	$1,18 \pm 0,05$	0,26	99,60	0,14
MCT	Macarelleta	$1,37 \pm 0,06$	$0,67 \pm 0,03$	$-0,09 \pm 0,03$	$1,30 \pm 0,07$	0,00	100,00	0,00
MTJ	Mitjana	$1,27 \pm 0,03$	$0,59 \pm 0,02$	$-0,28 \pm 0,01$	$1,08 \pm 0,07$	0,76	99,15	0,09
PPP	Punta Prima	$1,44 \pm 0,01$	$0,44 \pm 0,01$	$-0,16 \pm 0,01$	$1,09 \pm 0,02$	0,00	99,96	0,04
STD	Cala Santandria	$1,51 \pm 0,07$	$1,49 \pm 0,06$	$-0,21 \pm 0,02$	$1,11 \pm 0,07$	7,45	92,29	0,26
STM	Sant Tomàs	$1,81 \pm 0,04$	$0,59 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,01$	$0,88 \pm 0,08$	0,02	99,97	0,01
TBL	Trebalúger	$0,59 \pm 0,01$	$0,65 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$	$1,39 \pm 0,02$	2,34	97,66	0,00
TLR	Cala Talaier	$2,42 \pm 0,03$	$0,72 \pm 0,03$	$-0,12 \pm 0,03$	$1,45 \pm 0,06$	1,26	98,63	0,11
TQT	Cala en Turqueta	$1,25 \pm 0,02$	$0,71 \pm 0,01$	$-0,15 \pm 0,01$	$1,14 \pm 0,08$	0,83	99,16	0,01
XOR	Son Xoriguer	$1,10 \pm 0,03$	$0,63 \pm 0,01$	$-0,20 \pm 0,04$	$0,79 \pm 0,03$	0,57	99,43	0,00

Taula 14.1. Paràmetres texturals del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

mostres tenen una distribució textural marcadament asimètrica i negativa. En canvi, el 41% de les mostres té una distribució mesocúrtica amb un 30%, a banda i banda, de mostres amb distribucions platicúrtiques i leptocúrtiques. Tot plegat ve a indicar el predomini de les arenes mitjanes i aquesta lleugera superioritat de les arenes molt fines sobre les gruixades, com també el contrast entre les diferents localitats mostrejades.

Variable	Mitjana	SD	Mínim	Màxim
Graves (%)	2,00	4,00	0,00	15,00
Arenes (%)	96,00	9,00	57,00	100,00
Llims (%)	2,00	8,00	0,00	43,00
Mitjana (Φ)	1,52	0,76	0,02	3,87
Classificació (Φ)	0,82	0,30	0,44	1,59
Asimetria (Φ)	-0,08	0,17	-0,31	0,24
Kurtosis (Φ)	1,04	0,20	0,79	1,50
CaCO ₃	90,23	6,21	76,68	99,75
Quars (%)	5,79	5,72	0,00	18,97
Litoclasts (%)	5,36	4,72	0,00	21,35
Foraminífers (%)	4,69	4,75	0,09	19,38
Bivalves (%)	4,89	4,44	0,00	21,90
Gasteròpods (%)	4,23	3,14	0,13	11,35
Briozous (%)	2,57	2,58	0,00	12,54
Rodofícies (%)	9,71	13,03	0,00	40,97
Equinoderms (%)	0,61	0,64	0,00	2,46
Pues equinoderms (%)	1,99	0,97	0,10	3,95
Serpúlids (%)	0,65	1,40	0,00	6,96
Ostracodes (%)	0,50	0,78	0,00	2,30
Espícules esponja (%)	0,18	0,42	0,00	1,83
Indiferenciats (%)	58,36	16,37	17,81	81,57
Carbó (%)	0,03	0,07	0,00	0,29
Antròpics (%)	0,03	0,14	0,00	0,73
Agregats (%)	0,41	0,87	0,00	4,14

Taula 14.2. Paràmetres mitjans i de composició del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

La representació gràfica del calibre mitjà i la classificació (Fig. 14.4) posa de manifest l'existència d'una certa organització geogràfica de les propietats texturals del sediment de platja del Migjorn de Menorca. A grans trets, destaca un sector central, de la cala des Talaier a cala en Porter, on el sediment s'agrupa a les fraccions d'arenes mitjanes i arenes fines, i de més a més, les arenes presenten un grau considerable de classificació. Als sectors laterals les variacions de calibres són marcades; per exemple ens trobam amb el contrast entre les arenes molt fines de cala Degollador (3,87 Φ) a les arenes gruixades de cala en Blanes (0,61 Φ); o bé en el sector oriental entre les arenes mitjanes de punta Prima (1,44 Φ) i les arenes gruixudes de Binissafüller (0,02 Φ). En canvi, sí que hi ha una certa homogeneïtat en el grau de classificació al sector central del Migjorn, i quasi bé la totalitat de les platges tenen el sediment moderadament ben classificat; mentre que a ponent i a llevant el sediment de platja està poc o lleugerament classificat.

COMPOSICIÓ DEL SEDIMENT DE PLATJA

La composició del sediment de platja del Migjorn de Menorca destaca per la seva naturalesa bioclàstica (Taula 14.3). El 88,9% dels elements que el componen són restes esqueletiques d'organismes, amb màxims que a platges com la de cala Blanca arriben al 100% de la mostra i mínims del 70,5% a Trebalúger. La resta del sediment, un 11,5%, correspon a elements terrígens dels quals quasi un 6% són grans de quars. Els litoclasts restants són en la seva majoria fragments de roca calcària.

Dins el grup dels elements bioclàstics, els que tenen una presència més destacada són les rodofícies, bivalves, gasteròpods i foraminífers, amb valors que oscil·len des de quasi un 10% a un 4% (Fig. 14.3). En un segon ordre s'hi troben briozous, pues i fragments d'equinoderms, ostracodes, espícules d'esponja o restes antròpiques amb ordres de magnitud que fluctuen del 2% al 0,1%. Els bioclasts indiferenciats són els elements més

abundants del sediment de platja del Migjorn de Menorca. La seva presència mitjana és del 58% del volum de la mostra, amb localitats que varien entre un 17,9% i un 81,6%. La categoria de bioclasts indiferenciats fa referència a aquells fragments esquelètics d'organismes,

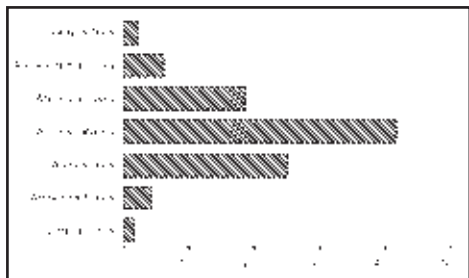


Fig. 14.1. Distribució de les fraccions texturals mitjanes del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

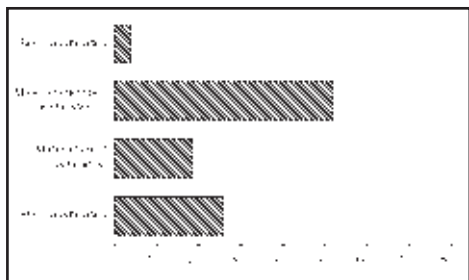


Fig. 14.2. Grau de classificació mitjana del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

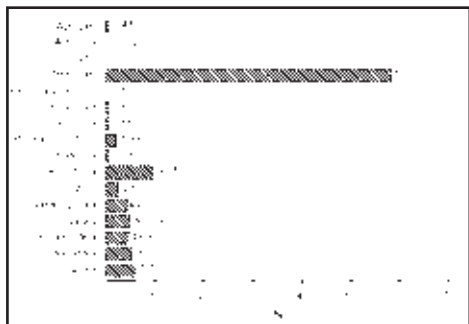


Fig. 14.3. Distribució per categories de la composició mitjana del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

que pel mètode tradicional de comptatge –mitjançant lupa binocular– és impossible assignar a cap grup específic, atès el seu retreballament. Jaume i Fornós (1987) avaluen mitjançant l'observació de la microestructura d'aquests grans, la seva correspondència al macrogrup dels mol·luscs, a l'hora que en destaquen la seva utilitat com a indicador indirecte de l'hidrocinemàtic de la platja.

La representació de la composició del sediment respecte a la distribució geogràfica (Fig. 14.5) permet distingir, novament, tres sectors. En destaca un de central, de la cala des Talaier a Sant Tomàs on, tot i que hi dominen els bioclasts, existeix una proporció important de quars. Si més no, significativament més elevada que en els sectors laterals del Migjorn menorquí. Així doncs, a platges com Binigaus, Biniquadrell, cala Galdana, cala en Turqueta, Mitjana o Trebalúger, el contingut en quars oscil·la entre un 6 i un 19%; mentre que a ponent, el rang varia del 0% de cala Blanca al 5,95% de cala Santandria, i a llevant des de Son Bou a cala Alcafar, no trobem grans de quars més que a Binibèquer i cala Alcafar, amb proporcions properes al 8%.

CONTINGUT EN CARBONATS

El percentatge de carbonats és molt elevat (Taula 14.2), amb uns valors mitjans de 90,2%, mínims de 76,7% i màxims de 99,8%. La major part dels elements carbonatats dels sediments analitzats són d'origen biogènic, formats per closques i esquelets d'organismes invertebrats. Hi ha una aparent relació inversa entre el volum dels elements terrígens i el contingut en carbonats. Així a l'arenal de Son Saura el quars representa prop d'un 8% del sediment, mentre que el contingut en carbonats és del 92%. En altres casos, però, aquesta relació posa de manifest que bona part dels litoclasts són carbonatats. Així a Binigaus el contingut en carbonats és de l'ordre del 84%, mentre que el comptatge de grans atorga un 15% al quars i un 8% als litoclasts; per tant un percentatge considerable d'aquests són carbonatats.

ANÀLISI I DISCUSSIÓ

La naturalesa del sediment de platja del Migjorn de Menorca és arenosa i carbonatada, amb un contingut elevat de bioclasts. Tot i així, les variacions geogràfiques dels paràmetres de textura i de composició posen de manifest el control dels agents dinàmics –bàsicament oceanoogràfics– i el de les fonts de sediments.

Pel que toca a la textura, la contraposició de calibre mitjà i la classificació indiquen una primera diferència entre les platges que queden a ponent de la cala des Talaier, i a llevant de cala en Porter. En una segona aproximació, però, s'acusa una variació interna entre el sector central del Migjorn definit per aquestes dues platges, com també a cadascun dels seus laterals. La combinació de la dicotomia macro-

Codi	Localitat	QRS	LTC	FOR	BIV	GAS	BRZ	ROD	EQU	PEQ	SER	OST	ESP	IND	CAR	ANT	AGR
ALC	Cala Alcafhar	7,71	9,37	5,07	1,45	1,57	1,63	1,00	0,13	1,97	0,00	0,00	0,00	70,10	0,00	0,00	0,00
ASS	Arenal Son Saura	8,08	1,87	8,85	1,93	1,89	1,41	1,45	0,00	2,81	0,24	0,00	0,24	71,23	0,00	0,00	0,00
BLA	Cala en Blanes	0,30	21,35	2,01	6,31	10,87	1,31	1,88	0,66	1,46	0,50	0,00	0,00	52,62	0,00	0,73	0,00
BLC	Cala Blanca	0,00	0,00	19,38	2,38	5,45	4,72	4,03	0,59	1,45	0,31	0,56	0,00	61,13	0,00	0,00	0,00
BNB	Binibèquer	10,89	6,39	5,70	2,00	5,28	2,03	1,51	0,84	0,10	0,00	0,00	0,28	64,98	0,00	0,00	0,00
BNC	Biniquadrell	10,56	5,71	1,03	0,00	3,33	0,67	2,63	0,46	0,45	0,00	0,23	0,00	74,93	0,00	0,00	0,00
BND	Binidali	0,20	2,75	5,23	6,77	6,24	5,58	4,98	1,14	1,95	0,31	2,30	0,00	62,30	0,00	0,00	0,25
BNG	Binigaus	15,18	8,32	2,03	0,51	1,13	0,67	2,46	0,11	2,33	0,11	0,62	0,11	66,42	0,00	0,00	0,00
BNX	Biniparratx	1,65	3,07	12,71	5,39	7,03	5,37	7,46	2,46	2,03	1,25	1,06	0,00	49,35	0,15	0,06	0,96
BOS	Cala en Bosc	0,20	2,75	5,23	6,77	6,24	5,58	4,98	1,14	1,95	0,31	2,30	0,00	62,30	0,00	0,00	0,25
BOU	Son Bou	0,00	4,73	2,99	12,27	1,48	3,14	37,34	0,75	3,61	6,96	0,14	0,16	25,24	0,00	0,00	1,19
BSS	Binissafüller	0,00	2,50	1,92	8,69	11,35	12,54	39,02	1,93	2,71	1,37	0,00	0,00	17,81	0,16	0,00	0,00
CNT	Es Canotells	0,24	8,47	1,10	3,53	9,61	1,94	40,97	0,20	2,07	0,75	0,32	0,00	26,60	0,06	0,00	4,14
CPT	Cala en Porter	0,00	7,26	2,40	8,79	1,49	1,11	33,96	2,00	2,01	0,86	0,00	0,00	38,24	0,00	0,00	1,88
DEG	Cala Degollador	1,88	6,36	1,33	7,03	1,12	3,94	22,04	0,00	3,95	0,00	0,00	1,31	50,05	0,00	0,00	0,99
FST	Cala Fustam	13,70	5,67	0,45	4,01	4,51	0,00	1,73	0,52	2,48	0,00	0,00	0,00	66,93	0,00	0,00	0,00
GDN	Cala Galdana	18,97	2,91	5,01	2,49	1,20	0,45	3,81	0,00	1,42	0,23	0,39	0,23	62,89	0,00	0,00	0,00
MCR	Macarella	6,94	1,85	4,98	7,90	6,12	2,82	3,67	0,32	2,93	0,00	0,00	0,00	62,39	0,00	0,00	0,08
MCT	Macarelleta	2,13	1,93	15,27	3,67	1,75	0,42	4,88	0,54	2,71	0,29	0,63	0,54	65,24	0,00	0,00	0,00
MTJ	Mitjana	8,24	6,92	0,42	2,77	6,05	0,00	0,21	0,42	1,28	0,00	0,00	0,00	73,69	0,00	0,00	0,00
PPP	Punta Prima	2,39	2,16	11,13	4,69	4,63	2,38	0,00	0,81	2,81	0,60	2,22	0,00	65,70	0,03	0,00	0,45
STD	Cala Santandria	5,95	0,48	2,91	2,00	2,00	1,31	7,57	0,16	0,69	0,31	2,22	0,23	74,17	0,00	0,00	0,00
STM	Sant Tomàs	14,89	9,49	0,26	2,00	0,13	1,60	3,05	0,00	1,19	0,00	0,27	0,00	67,12	0,00	0,00	0,00
TBL	Trebalúger	13,59	15,92	0,09	3,03	7,66	0,00	2,21	0,00	3,16	0,00	0,00	0,00	54,34	0,00	0,00	0,00
TLR	Cala Talaier	6,11	0,89	2,22	0,30	0,53	3,81	1,81	0,36	0,11	0,10	0,04	1,83	81,57	0,29	0,00	0,03
TQT	Cala en Turqueta	6,48	0,73	3,64	3,56	3,68	2,37	2,64	0,00	2,67	0,00	0,00	0,00	74,23	0,00	0,00	0,00

Taula 14.3. Paràmetres de composició del sediment de platja del Migjorn de Menorca (%). QRS: quars; LTC: litoclasts; FOR: foraminífers; BIV: bivalves; GAS: gasteròpods; BRZ: briozous; ROD: rodofícies; EQU: equinoderms; PEQ: pues equinoderms; SER: serpúlids; OST: ostracodes; ESP: espícules d'esponja; IND: bioclasts indiferenciats; CAR: carbó; ANT: antròpics; AGR: agregats.

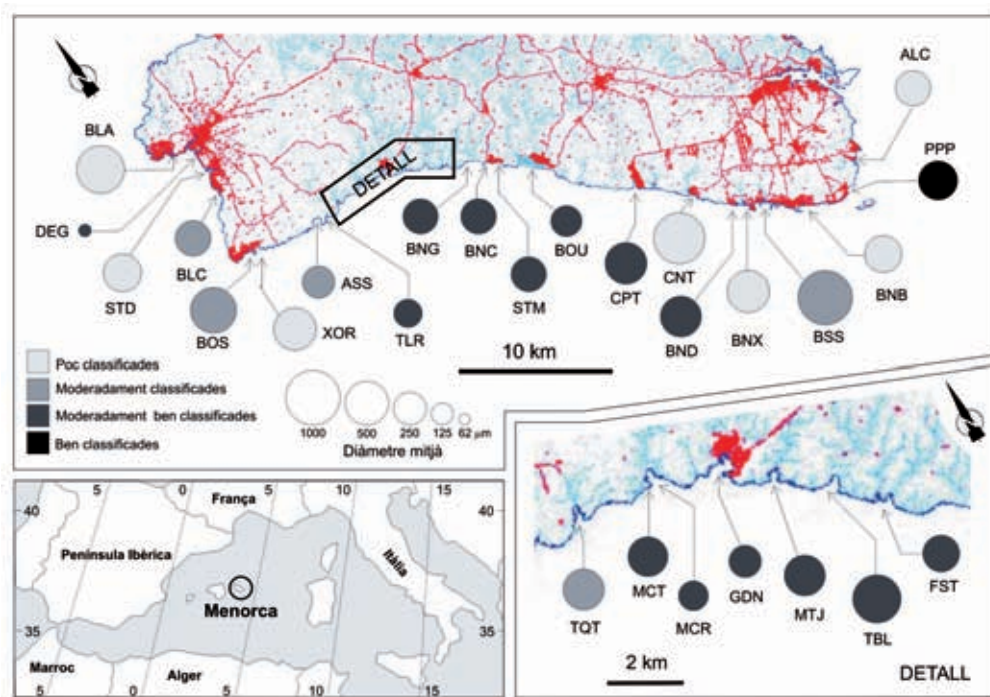


Fig. 14.4. Distribució geogràfica del calibre mitjà i la classificació del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

forma-mesoforma de la costa i l'exposició a l'onatge dominant pot ajudar a entendre aquesta casuística complexa.

El tret bàsic del litoral del Migjorn és el seu caràcter lineal. Sintèticament distingim tres façanes marines: l'occidental, amb una disposició general de nord a sud, des de punta Nati a cap d'Artrutx; la meridional, lleugerament esbiaixada de nord-oest a sud-est, que abraça el perímetre comprès entre el cap d'Artrutx i la costa d'en Sivineta; i finalment, des de punta Prima a la bocana del port de Maó, el flanc oriental també amb disposició nord-sud. Les façanes meridional i occidental –excepció feta del segment de Bajolí a cala Morell– estan arrecerades de l'onatge de tramuntana; mentre que, tot i mediatitzats per la Mola, els temporals de nord afecten les platges de la costa oriental del Migjorn. A la inversa, tant les grans alineacions central com occidental, queden exposades als vents i la mar dominant de llebeig, sud-oest, (Jansà, en aquest volum), men-

tre que la façana oriental queda sota l'influx de la mar de gregal (nord-est).

Però aquest marc de grans alineacions i unitats homogènies no coincideix amb les variacions entre platges properes en una mateixa façana marina. Tal vegada el sector més homogeni sigui el comprès entre Macarelleta i cala en Porter; perquè totes les platges presenten arenes mitjanes, moderadament ben classificades (Fig. 14.4). Tot i així, cal fer algunes consideracions. Per exemple, de cala Galdana a Mitjana i Trebalúger es reconeix un increment del calibre mitjà (de $2,06$ a $0,59\Phi$), mentre que el grau de classificació és similar. A les arenes bioclàstiques s'observa que, a major exposició i acció de l'onatge, el calibre de gra augmenta (Agirrezabala i Flor, 1988). De fet, al cas esmentat, Trebalúger és la cala amb una relació entre amplària i tirada majors; mentre que cala Galdana, gràcies a la seva geometria, es troba parcialment arrecerada de l'onatge dominant. Un exemple oposat,

també entre cales properes, és el de cala Galdana i Mitjana. Ambdues platges tenen un calibre mitjà de gra semblant (2,06 i 2,29 Φ respectivament) i estan moderadament ben classificades; no obstant, els eixos de les cales tenen orientacions perpendiculars (NE-SW i NW-SE respectivament). Aquestes observacions posen de manifest la importància de les mesoformes en la dinàmica de les platges i aboquen a la concepció de cada platja com a una cèl·lula aïllada, un microsystema sedimentari, en el qual la deriva litoral exerceix un paper minso. Només n'escaparien –i amb matisos– les platges de Binigaus, Biniquadrell, Sant Tomàs i Son Bou. Si aquest joc entre la macroforma i la mesoforma de la costa ja es palesa en un sector homogeni com el central de la façana meridional; què no caldria dir dels sectors oriental i occidental on moltes de les cales no sols són molt estretes i tancades, sinó que també estan orientades en sentit contrari a la direcció de l'onatge prevalent.

Pel que fa a la composició, dins del gran grup majoritari dels bioclasts, hi predomina la categoria de bioclasts indiferenciats, entre un 25 i un 82%, però també hi abunden foraminífers, bivalves, gasteròpods, rodofícies i equinoderms. La biota de la que es deriven els elements que componen l'arena, té el seu habitat primari als pradells de fanerògames marines de *Posidonia oceanica* (Fornós i Ahr, 1997) que s'escampen a profunditats des d'1 a 40 m.

Els litoclasts, quasi en la seva totalitat carbonatats, s'agrupen a les fraccions majors i en general tenen una forma poc remanegada. Aquests criteris (Pyökarä, 1997) apunten a l'erosió dels penya-segats com a font d'aquest tipus de sediment. De fet, la seva presència és més manifesta al sector central del Migjorn, coincidint amb l'afiorament dels materials miocènics de la Unitat Inferior de Barres, les fàcies de la qual són menys resistents que no les de la Unitat Escullosa que aflora als segments costaners oriental i occidental (Pomar *et al.*, 2002).

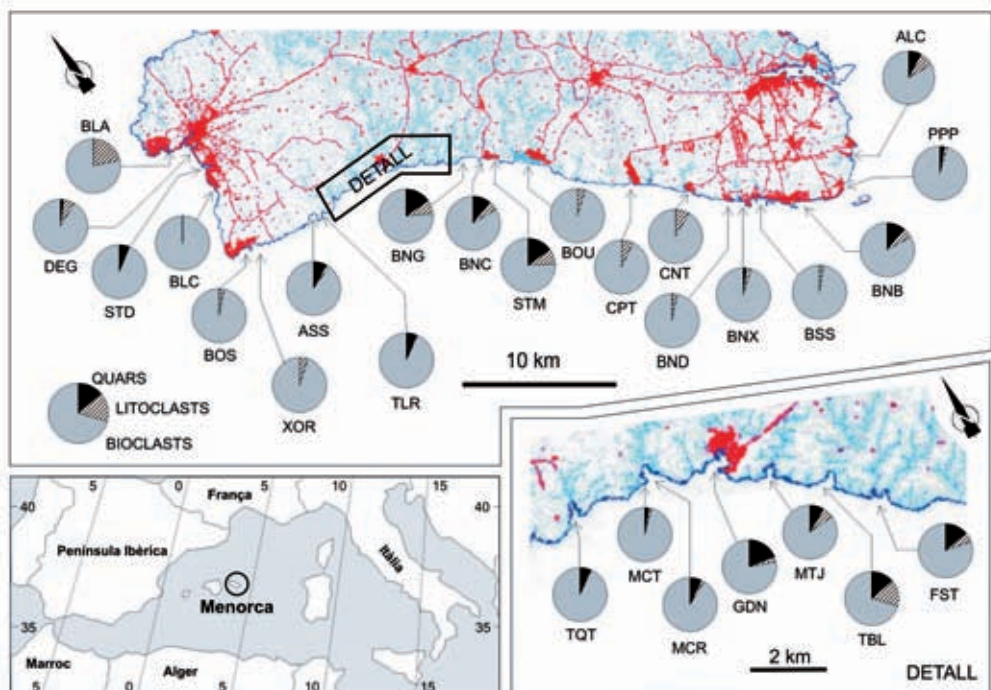


Fig. 14.5. Distribució geogràfica de la composició del sediment de platja del Migjorn de Menorca.

La presència de quars és un dels elements més significatius o que ofereixen un major contrast entre els diferents dominis del Migjorn menorquí. Tot i que també apareix a platges com les de Santandria, Binibèquer o cala Alcafar, de cala en Turqueta a la platja de Sant Tomàs el percentatge de quars és força elevat (de 7 al 18% del volum). Sense entrar en masses detallats, el rocam del Miocè superior de la zona no és prou ric en quars com per abocar aquests volums al sistema sedimentari de les platges. Així doncs, una presència acusadament concentrada, en aquesta franja central del Migjorn, no té ara per ara, una explicació prou sòlida, per bé que diverses hipòtesis i les recerques geomorfològiques que es duen a terme poden oferir una explicació parcial i també complementària. D'una banda, les platges esmentades es localitzen al final dels barrancs que connecten el domini de Tramuntana amb el Migjorn, i és possible que les pluges intenses i les torrentades transportin o hagin transportat el quars que trobam en aquestes platges des de la Tramuntana siliciclàstica (Segura i Pardo, 2003). L'altra hipòtesi a considerar és la presència d'una capa de la Unitat de Barres, més rica en quars que l'habitual, que aflora sota l'aigua (Fornós, 1987), i que la mar poc a poc va erosionant. Tanmateix, una explicació més ferma, requeriria un estudi més detallat de la forma i les propietats minerals d'aquests grans de quars.

CONCLUSIONS

El sediment de platja del Migjorn de Menorca es caracteritza pel domini d'arenas mitjanes, moderadament classificades i carbonatades. El 90% del seu contingut en carbonats es correspon a la presència de bioclasts, principalment fragments de bivalves, gasteròpods, rodofícies, foraminífers i equinoderms. Encara que la fracció de bioclasts dominants són aquells que no es poden assignar a cap categoria específica arran del seu retreballament. La font principal d'aquest tipus de sediment són els ecosistemes dominats per la fanerògama marina *Posidonia oceanica*. En canvi, per

als litoclasts, ja que en la seva majoria també són carbonatats, s'atribueix com a font el desmantellament dels penya-segats. La procedència del quars, especialment al sector central del Migjorn, no és del tot clara. Romanen obertes les hipòtesis complementàries del transport (origen terrígen) pels barrancs des dels afloraments rics en quars de Tramuntana, com també el desmantellament d'un nivell, submergit, ric en quars de la Unitat Inferior de Barres.

Agraïments

El present treball presenta, parcialment, els resultats del projecte SEDIPME 2000: sedimentologia de les platges de Menorca, becat per l'Institut Menorquí d'Estudis (IME). Lluís Gómez-Pujol i Pau Balaguer són becaris del programa FPI de la Direcció de R+D+I del Govern de les Illes Balears. Aquest treball es una contribució al projecte de la Direcció General d'Investigació del Ministeri de Ciència i Tecnologia BTE2002-04552-C03: "El modelado kárstico y la evolución morfológica y sedimentaria del litoral en las Baleares y Cerdeña, como resultado de las oscilaciones del nivel marino".

BIBLIOGRAFIA

- AGIRREZABALA, L.M. i FLOR, G. 1988. Distribución de los carbonatos bioclásticos en las playas arenosas intermareales del litoral vasco español. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 84: 5-18.
- CARRANZA-EDWARDS, A., BOCANEGRA-GARCÍA, G., ROSALES-HOZ, L. i DE PABLO, L. 1998. Beach sands from Baja California Peninsula, Mexico. *Sedimentary Geology*, 119: 263-274.
- CARTER, R.W.G. 1988. *Coastal environments, an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines*. Academic Press. London. 617 pp.
- FORNÓS, J.J., FORTEZA, V. i MARTÍNEZ-TABERNER, A. 1997. Modern polychaete reefs in Western Mediterranean lagoons: *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel) in the Albufera of Menorca, Balearic Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 128: 175-186.
- FORNÓS, J.J. 1987. *Les plataformes carbonatades de les Balears, estudi sedimentològic de les plataformes miocenes de les Illes Balears i la comparació amb la sedimentació actual de la seva plataforma*. Tesi doctoral inèdita. Universitat de Barcelona. 954 pp.
- FORNÓS, J.J. 1992. *Sedimentologia i dinàmica de la platja d'Es Grau*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears. Informe tècnic. Inèdit.

- FORNÓS, J.J. 1999. Rebliment holocènic de la vall incisa de Santa Anna, Sud de Menorca (Mediterrània occidental). In *Geoarqueologia i Quaternari Litoral, Memorial M.P. Fumanal*: cf. pp. 343-355. Universitat de València. Departament de Geografia. València.
- FORNÓS, J.J. 2003. El karst y la evolución del litoral del Migjorn de Menorca. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 101-110. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- FORNÓS, J.J. i AHR, W.M. 1997. Temperate carbonates on a modern, low-energy, isolated ramp: The Balearic platform, Spain. *Journal of Sedimentary Research*, 67: 364-373.
- FORNÓS, J.J., BARÓN, A. i PONS, G.X. 1996. Arrecifes de coral hermatípicos (*Cladocora caespitosa*) en el relleno holoceno de la zona de Es Grau (Menorca, Mediterráneo occidental). *Geogaceta*, 20: 303-306.
- FORNÓS, J.J., FORTEZA, V. i MARTÍNEZ-TABERNER, A. 1992. Present-day Halimeda carbonate sediments in temperate Mediterranean embayments: Fornells, Balearic Islands. *Sedimentary Geology*, 75: 283-293.
- FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PONS, G.X., BARÓN, A., FORNÉS, A., PARDO, J., RODRÍGUEZ-PEREA, A., ROSSELLÓ, V.M., SEGURA, F. i SERVERA, J. 1998. Rebliment holocènic a la vall incisa del barranc d'Algendar (Cala Galdana, sud de Menorca, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 173-189.
- FRIHY, O.E., EL-ASKARY, M.A., DEGHIDY, E.M. i MOUFADDAL, W.M. 1999. Differentiating fluvio-marine depositional environments in the Nile Delta using textural and compositional components. *Journal of African Earth Sciences*, 28: 599-618.
- GALE, S.J. i HOARE, P.G. 1991. *Quaternary sediments: petrographic methods for the study of unlitified rocks*. Belhaven Press. London. 323 pp.
- GELABERT, B. 2003. La estructura geològica de Menorca: Las zonas de Tramuntana y Migjorn. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 39-48. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- JAUME, C. i FORNÓS, J.J. 1992. Composició i textura dels sediments de platja del litoral mallorquí. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 93-110.
- MARTÍNEZ-TABERNER, A.; FORTEZA, V. i FORNÓS, J.J. 1993. Colonization, structure and growth of *Ficopomatus enigmaticus* cf. *Ten Howe & Weerdenburg* (Polychaeta, Serpulidae) in the albufera of Menorca, Balearic Islands. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 1031-1034.
- PARDO, J.E. 2003. La Albufera de Son Bou. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 157-168. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- PARDO, J.E., RODRÍGUEZ-PEREA, A., FORNÓS, J.J., GARCÍA, F. i CERVERA, T. 1997. Caracterización de los fondos de calas y los barrancos menorquines mediante sondeos eléctricos. *Dinámica Litoral-Interior. Actas del XV Congreso de Geógrafos Españoles*. Santiago, 15-19 Setiembre 1997. Vol I: 191-203.
- POMAR, L., OBRADOR, A. i WESTPHAL, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstones on distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology*, 49: 139-169.
- PYÖKÄRI, M. 1997. The provenance of beach sediments on Rhodes, southeastern Greece, indicated by sediment texture, composition and roundness. *Geomorphology*, 18: 315-332.
- ROSSELLÓ, V.M., FORNÓS, J.J., FUMANAL, M.P., PARDO, J.E. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. 1997. Elementos morfogenéticos de calas y barrancos del sur de Menorca. *Dinámica Litoral-Interior. Actas del XV Congreso de Geógrafos Españoles*. Santiago, 15-19 Setiembre 1997. Vol I: 245-256.
- ROSSELLÓ, V.M. 2003. Geomorfología general. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 49-63. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- SANJAUME, E. 1985. Las costas valencianas, sedimentología y morfología. Universitat de València. València. 505 pp.
- SEGURA, F. i PARDO, J.E. 2003. Los barrancos del Migjorn de Menorca. In: Rosselló, V.M., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*: 71-86. AGE, Universitat de València, Universitat de les Illes Balears, Societat d'Història Natural de les Balears.
- SEGURA, F., PARDO, J.E. i SERVERA, J. 1999. Tectónica i karst al migjorn de Menorca: el Prat de Son Bou. In *Geoarqueologia i Quaternari Litoral, Memorial M.P. Fumanal*: cf. pp. 435-446. Universitat de València. Departament de Geografia. València.