

LA UTILITZACIÓ DE BARRERES PER A LA REGENERACIÓ NATURAL DE PLATGES. EL CAS DE CALA AGULLA (MALLORCA)

**Antònia Castell Massot, José Angel Martín Prieto,
Joan Rosselló Mas, Jaume Servera Nicolau**
Universitat de les Illes Balears

INTRODUCCIÓ

La base d'una demanda turística la constitueix l'espai físic, tant natural com humanitzat (GARCÍA, 1982). A Balears la localització d'aquesta demanda té un clar predomini litoral, on el seu aprofitament per equipaments i serveis ha generat seriosos problemes ecològics.

El fet que gran part de l'activitat econòmica turística de les Balears es localitzi entorn dels seus litorals arenosos i sistemes dunars no ha estat prou incentiu, encara, per afavorir la investigació i coneixement d'aquests espais litorals. El desconeixement de la seva dinàmica natural ha propiciat el desenvolupament d'actuacions antròpiques agressives amb el medi, que han alterat aquests fràgils sistemes litorals. No obstant això, si el balanç d'aquestes actuacions en general ha estat negatiu, més negatiu ha estat, en la majoria dels casos, l'ampli ventall de propostes i actuacions realitzades per reparar i reconstruir els desequilibris produïts.

La relació que existeix entre el conjunt de platja i dunes costaneres amb la part submergida, o zona de *nearshore*, d'un litoral arenós, es caracteritza per un delicat equilibri conseqüència de l'intercanvi de sediment entre un ambient i altre segons les respectives necessitats de material. Aquesta relació implica l'acció de l'onatge, de les marees i del vent com a factors de mobilització, distribució i transport del sediment que, segons les condicions i intensitat en què aquests fenòmens es produeixen, poden tenir efectes d'acumulació o dissipació de sediments sobre la franja de platja o del mateix sistema dunar.

El litoral de les Balears és sens dubte un espai, al qual els seus trets estructurals i fisiogràfics han afavorit les formacions de litorals arenosos amb acumulacions eòliques que endinsen terra endins. No obstant això, aquests espais avui es troben amb un fort procés de degradació degut fonamentalment a dues causes. Una primera causa, la constitueixen tot un conjunt de processos naturals tals com el basculament i aixecament de les plataformes que donen suport a les formacions arenoses, els diferents nivells de la mar en el Quaternari, dèficit de disposició de sediment, etc. (ROSSELLÓ, 1969); tots ells afavoreixen l'alteració de la relació anteriorment esmentada i, per tant, dificulten l'a-

limentació de sediment de les platges i sistemes dunars. La segona causa, la interfereixen tota una sèrie d'actuacions antròpiques tals com la urbanització, l'extracció d'arena per a la construcció i sobretot el mateix ús recreatiu i d'esbarjo que es fa d'aquestes àrees; que si bé no constitueixen la total gènesi de la degradació d'aquests espais, sí acceleren d'una forma desmesurada els processos destructius.

OBJECTIUS

Els objectius del present treball són l'avaluació del seguiment duit a terme d'un sector de barreres artificials a la platja de Cala Agulla i la quantificació dels sediments acumulats a la mateixa àrea. Per una part, valorar el sistema de barreres com a alternativa a les regeneracions d'altre tipus més impactants, més cars i amb conseqüències finals més degradants; i en segon lloc, avaluar el seguiment que s'ha fet d'un sector de barreres artificials a la platja de Cala Agulla, quantificar els sediments que s'han acumulat gràcies a aquest sistema a la mencionada àrea.

CARACTERÍSTIQUES DE LA TÈCNICA

La utilització de barreres artificials per a la reconstrucció i manteniment de les morfologies de platja i dunes més degradades de primera línia de costa, ha estat una tècnica utilitzada freqüentment a Gran Bretanya i a Estats Units amb uns resultats excel·lents (PYE I TSOAR, 1990). No obstant això, aquestes tècniques de retenció del sediment arenós, ja es varen començar a utilitzar a França a la zona de Burdeos a final del segle XVIII, amb la finalitat de protegir els conreus. A Espanya, encara que no sigui un mètode molt habitual, s'ha utilitzat als litorals del golf de Roses, Huelva, Guardamar i València (SALMERÓN, 1957; CURRAS I GUARA, 1986).

La construcció i col·locació de barreres provoca l'acumulació de sediment, en un curt espai de temps (PSUTY, 1990), tant al costat de barlovent com al de sotavent d'aquestes, encara que la quantitat de material dipositat depèn d'una sèrie de factors i característiques de les barreres instal·lades (RANWELL I BOAR, 1986); entre les quals cal destacar:

— La localització s'ha de fer de tal manera que una barrera amb l'altra no s'interfereixin i deixin entre si els espais necessaris perquè el vent penetri i tregui lloc l'acumulació.

— L'orientació s'ha d'escollir de forma que les barreres quedin instal·lades transversalment a la direcció del vent que tregui més capacitat de mobilització de l'arena; així doncs dependrà de la intensitat, freqüència i direcció dels vents que afectin l'àrea (RANWELL I BOAR, 1986). Quan un àrea presenta diferents direccions de vents dominants, es poden instal·lar les barreres en forma de ferradura o bé adoptar una disposició en zig-zag en lloc d'una linial.

— Per a l'altura de les barreres, el mínim recomanat és el d'un metre, que sol ser el més utilitzat, encara que també s'utilitzen barreres de fins a dos metres en costes exposades a forts temporals.

— Finalment, de la permeabilitat de la barrera depèn de que l'arena que és transportada es dipositi a ambdós costats d'aquesta, o l'absorbeixi i desvii amb l'energia del vent. Aquesta permeabilitat pot ésser variada, però les màximes acumulacions s'aconsegueixen sobre el 40-50% (PASKOFF, 1985; CARTER, 1991), que fa que la majoria de l'arena s'acumuli en una àrea a una distància de vuit vegades l'altura de la barrera.

La velocitat del vent és un factor que fa variar el percentatge d'acumulació, a major velocitat menor acumulació. Comprovacions de camp han demostrat que per damunt dels 18 m/seg., amb una permeabilitat de la barrera del 50%, no hi ha quasi bé acumulació (PYE I TSOAR, 1990). Així doncs, cal retenir que les característiques de les barres varien segons les condicions de vent d'una àrea en qüestió.

ÀREA D'ESTUDI

Cala Agulla, situada a l'extrem esd de Mallorca (Fig. 1) en el litoral del municipi de Capdepera, és la cala més meridional de les dues que es troben a l'endinsada entre la punta de na Foguera i la punta de Capdepera, separada de cala Moltó per la punta des Gulló.

Cala Agulla, al contrari que cala Moltó, presenta al seu fons una platja d'arena d'uns 600 m de llargària, amb una direcció de la seva línia de costa que va des del SSE cap al NNW. Des de la mateixa platja cap a terra endins, es forma un petit sistema dunar de 57'5 ha que s'endinsa amb direcció cap el sud, on gran part resta actualment urbanitzat (Fig. 2). El sistema dunar presenta la major part de la seva superfície fixada per la vegetació, on les dunes de major volum i més interiors presenten morfologies superposades unes amb les altres (molt possiblement corresponents cada una d'elles a diferents edats i episodis d'activitat eòlica), amb crestes molt arrodonides, vessants suaus i un alt grau de litificació al seu interior, tal com ho demostren les diferents pedreres de marès que hi ha a la zona. Per altra part, les dunes de primera línia, en contacte amb la platja, són les que presenten un clar modelat actiu conseqüència d'una dinàmica eòlica actual amb morfologies de dunes transversals i parabòliques. Malgrat tot, gairebé al llarg del front del sistema i degut a la forta pressió antròpica, ha desaparegut la que teòricament constituiria la primera línia de dunes i amb ella les típiques comunitats vegetals que les colonitzen. Així i tot, a alguns indrets queden restes d'*Ammophiletum arunaceae* dispers i instal·lat en els *blowouts*, on l'arena té una gran mobilitat.

ANTECEDENTS DE REGENERACIÓ DE LA PLATJA DE CALA AGULLA

Els primers intents de regeneració de la platja de Cala Agulla es remonten al 1985. Aquesta es va plantejar com a conseqüència d'uns forts temporals que tingueren lloc els anys 1980 i 1981, que provocaren una reducció de la superfície de la platja i una lenta recuperació d'aquesta.

En primera instància, l'arena utilitzada per a la regeneració va ésser extreta d'una zona submergida pròxima al cap des Freu. Mitjançant el bombeig directe d'aquesta, es va fer arribar a la platja. Posteriorment, a l'any 1987, es va tornar regenerar la meitat sep-

tentrional. En aquest cas l'arena utilitzada va esser duita del sistema dunar de Cala Mesquida mitjançant el transport de camions.

Finalment l'Associació de Veïns des Faralló encarregada del manteniment de la platja, arrel d'observacions empíriques dels efectes d'acumulació d'arena darrera objectes sobre la platja i els resultats negatius dels anteriors intents, va optar per la instal·lació de barreres com a mètode de regeneració amb uns resultats plenament satisfactoris.

METODOLOGIA I CARACTERÍSTIQUES DE LES BARRERES OBJECTE D'ESTUDI

Al present treball s'ha realitzat el seguiment d'un sector de 6.350 m² de la totalitat de l'àrea on es varen instal·lar barreres artificials per a l'acumulació d'arena a la platja de Cala Agulla. Aquestes barreres foren instal·lades al mes d'octubre i retirades a finals del mes d'abril. La campanya d'observació i recollida de dades es va realitzar entre el mes de febrer i la darrera setmana del mes de juliol de 1993.

El sector analitzat comptava amb un conjunt de tres barreres col·locades de forma gairebé paral·lela a la línia de costa (Fig. 3). La primera barrera, la més propera a la mar, es trobava a 25 m aproximadament de la zona de rompuda de l'onatge, tenia una longitud de 94 m i una orientació de 165°; la segona es localitzava a uns 18 m de la primera amb una longitud de 36 m i una orientació de 152°; finalment, la tercera barrera, es localitzava també a 18 m de la segona i tenia una longitud de 40 m i una orientació de 132°. La distància entre barreres és orientativa ja que, com es pot comprovar, no tenen la mateixa orientació, el que provoca una separació entre elles diferent per a cada un dels punts.

Les barreres utilitzades tenien un metre d'alçària i estaban confeccionades amb un trenat de barnilles de canya que els hi donava una permeabilitat d'un 19'3%. La seva subjecció i instal·lació es va fer mitjançant unes estakes de ferro clavades a l'arena lligades amb filferro entre si al qual es subjectaven les barreres. Cal esmentar aquí que la seva instal·lació va córrer a càrrec de l'Associació de Veïns de Cala Agulla (Es Faralló) i que la realitzaren sense cap mena d'assessorament tècnic.

Per realitzar el seguiment es varen establir el punt de partida i la direcció de tres talls topogràfics perpendiculars a la línia de costa i per tant, també, encara que d'una forma més oblíqua a les barreres instal·lades. Per cada un dels talls es varen realitzar un total de cinc perfils durant la campanya. El punt d'arribada de cada tall va variar per cada un dels perfils, ja que el dia que es varen fer les observacions i la recollida de les dades de cada un d'ells, es presentaven diferències en l'estat de la mar i les condicions de pressió atmosfèrica que hi havia. Els perfils es realitzaren amb un pantògraf de pendent de 1'5 m i posteriorment les dades obtingudes foren tractades informàticament.

Per dur a terme l'anàlisi del volum d'arena acumulat, es va delimitar i cartografiar l'àrea en què es va observar que les barreres controlades interferien el transport eòlic de sediment. Per realitzar el balanç d'arena retinguda per les barreres es va a dividir l'àrea propiament considerada d'acumulació en tres sectors, corresponents cadascun d'ells a una de les àrees controlades pels talls establits.

CARACTERÍSTIQUES DEL SEDIMENT DE LA PLATJA DE CALA AGULLA

Segons el treball realitzat per C. Jaume i J. J. Fornós (1992), l'arena de la platja de Cala Agulla es correspon a unes fàcies d'arenas bioclàstiques, que es caracteritzen per un elevat contingut en litoclastes, més del 20% de la seva composició total, encara que el component predominant són els bioclastes indeferenciats amb més del 70 %.

Pel que fa a la seva textura, es tracta de sediments que oscil·len entre arenas de gra mitjà (0'25-0'5 mm) i arenas de gra gruixat (0'5-1 mm). Les arenas representen el 97% de la composició del sediment, i el seu contingut de CaCO_3 es situa en torn del 82%.

ANÀLISI I RESULTATS

Els resultats globals obtinguts s'expressen a la següent taula, de manera que es pot diferenciar un període clar d'acumulació i un altre de pèrdua de sediment. No obstant això, i respecte pel que fa a les pèrdues de sediment, s'ha de dir que aquest no s'incorpora al sistema dunar en la seva totalitat, sinó que gran part d'ell, i degut a la forta pressió soferta pels banyistes, torna a la part submergida de la platja.

	Superfície controlada en m ²	Volum d'arena acumulada en m ³ el 27-3-93 (perfil 3)	Volum d'arena perduda en m ³ el 29-7-93 (perfil 5)
Tall A	1750	280	175
Tall B	2300	3473	1748
Tall C	2300	2668	529
Total sector	6350	6421	2452

De l'anàlisi dels cinc perfils realitzats a cada un dels tres talls establerts per al seguiment (Figs. 4 i 5), es conclou clarament que l'àrea controlada ha sofert al seu conjunt una acumulació d'arena quantificada en 6421 m³. Aquest volum dona gairebé una proporció d'1 m³ d'arena per 1 m² de superfície o, el que és el mateix, 37'7 m³ per metre de barrera instal·lada. Ara bé, si el balanç d'entrada d'arena és positiu al sector, la seva distribució presenta considerables diferències per cada un dels talls.

En primer lloc, cal esmentar, que l'orientació i la permeabilitat de les tres barreres controlades, no era la més idònea per arribar al seu màxim rendiment d'acumulació. S'ha pogut comprovar que els vents que major moviment de sediment provoquen i per tant major acumulació, són els de component nord i nord-est. L'orientació correcta per a les barreres hauria d'haver estat entre els 90° i 135°, així doncs, tant sols la barrera més interior presentava una orientació correcta a 132°, les dues restants superaven els 135°. Pel que fa a la permeabilitat de les barreres, aquesta era d'un 19'3%, percentatge baix si tenim en compte que la permeabilitat aconsellada se situa entre el 40-50%.

En segon lloc, a la figura 4, que presenta els tres primers perfils de cada un dels talls, es pot apreciar com els talls B i C han sofert una acumulació als tres perfils, encara que més intensa entre el perfil 1 i 2 que al 2 i 3, degut a dues situacions de temporal amb

forts vents de Tramuntana. Per altra part, al tall A la situació és inversa, ja que els perfils 2 i 3 han perdut arena respecte del perfil 1, i això, és degut a la mala orientació de la primera barrera i que, la seva part septentrional més exposada i orientada gairebé paral·lela a la direcció dels temporals, provocaven una situació de deflacció i no d'acumulació (Fig. 3).

En tercer lloc, a la figura 5 s'observa l'evolució dels perfils 3, 4 i 5 de cada un dels talls, on cal esmentar que els perfils 4 i 5 ja es realitzaren una vegada retirades les barres. Com a característica comuna al tres talls, sense entrar en petits detalls, cal dir que coincideix que el quart perfil correspon al moment de màxima acumulació durant la campanya. No obstant això, segons els perfil 5, una vegada passats tres mesos de la retirada de les barreres, la pèrdua d'arena acumulada als tres talls no es dona per igual, tant en volum com en velocitat, encara que els tres mostren una clara dinàmica de moviment de l'arena per gravetat de les parts superiors cap a la línia de costa. Mentre, el tall C al període de temps entre la realització del perfil 4 i 5 va perdre un 19'8% de l'arena acumulada, els talls A i B varen perdre un 62'5% i un 50'3% respectivament. Això és degut al fet que els talls A i B es localitzen a una zona de més trànsit i d'accés dels banyistes a la platja; cal dir també, que el tall B coincideix amb l'obertura d'un *blowout* molt actiu que progressa cap a l'interior del sistema dunar per on es canalitza el vent i facilita el transport d'arena, mentre el tall C és el que es troba més resguardat.

DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Els resultats obtinguts en la regeneració de Cala Agulla amb la utilització de barreres artificials són molt positius, i permeten questionar les regeneracions que darrerament s'han duit a terme a Balears amb tècniques i mètodes, que provoquen un fort impacte al medi natural (Fig. 6).

L'alternativa que ofereix l'ús de barreres artificials per al manteniment i recuperació de dunes i platges, es presenta molt interessant per una doble raó. Per una part l'aspecte medio-ambiental: mentre que les regeneracions fetes amb arena duita de fora genera un doble desequilibri tant al medi abiòtic com al biòtic, un al lloc d'extracció i l'altre en el lloc de la regeneració, l'utilització de barreres de forma controlada i correcta no té perquè tenir cap repercussió negativa al medi ambient (Fig. 6). En segon lloc, i com a segona raó existeix una gran diferència de cost econòmic entre un mètode i l'altre.

En efecte, el cost econòmic del m³ d'arena regenerada, amb el sistema de barreres, ha estat aproximadament d'unes 50 ptes/m³, comptabilitzant el cost del material i la mà d'obra; mentre que, amb el sistema de regeneració mitjançant la utilització de vaixells especials per a tal fi, el cost del m³ d'arena regenerada és aproximadament de 800 ptes/m³.

No hi ha cap dubte que, tant des d'un punt de vista com de l'altre, el mètode utilitzat a Cala Agulla ofereix substancials diferències positives. No obstant això, cal dir que el mètode de regeneració amb barreres, és un sistema més lent que qualsevol altre, ja que les barreres han de romandre instal·lades el major temps possible per obtenir la màxima acumulació. Endemés, també està subjecte a unes condicions medio-ambientals favorables (règim de vents, disponibilitat de sediment) perquè aquest sigui efectiu.

La seva utilització satisfactòria no es pot garantir per a la totalitat de les platges de Balears. Encara que, en el cas que sigui possible el seu ús, és indubtable la seva recomenació, ja que no tant sols ofereix els avantatges abans exposats, sinó que també dóna una estabilitat natural a la platja amb uns resultats positius a llarg termini.

AGRAÏMENTS

Volem expressar el nostre agraïment a les següents persones, qui han ajudat en la fase de treball de camp: Dr. S. Aguilar, I. Ferrer, M. Nadal, J.P. Manchado i a les institucions de l'Ajuntament de Capdepera i a l'AAVV del Faralló. De forma especial, per l'interès mostrat i el seu assessorament, també volem mostrar el nostre agraïment al Dr. Miquel Grimalt Gelabert i al Dr. Antonio Rodríguez Perea. Finalment, volem agrair a la Dra. Joana M. Petrus la seva col·laboració i el seu suport en tot moment.

BIBLIOGRAFIA

- Carter, R.W.C. (1991). Management of Coastal Ecosistemes. Constructing artificial dunes. *Coastal Environments* 494-496. ACADEMIC PRESS LIMITED, London.
- Curras, R. i Guara, M. (1986). Dinámica eólica y neoformaciones arenosas en la Dehesa de la Albufera de València. Bol. Est. Cen. de Ecología, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Vol. 15, 29. Madrid.
- García Novó, F. (1982). Efectos ecológicos del equipamiento turístico. *Estudios Territoriales*, 5: 137-144.
- García Salmerón, J. (1967). Erosión eólica. *Ministerio de Agricultura*. Madrid, pp 581.
- 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. Palma de Mallorca.
- Paskoff, R. (1985). Les litoraoux. Impact des aménagements sur leur évolution. *Collection Géographie, Masson*. Paris, pp184.
- Psuty, N.P. (1990). Foredune mobility and stability, Fire Island, New York. In Nordstrom, K.F., Psuty, N. i Carter, B. eds. *Coastal dunes. Form and Process*: 159-176. Wiley, England.
- Pye, K. (1990). Physical and human influences on coastal dune development between the Ribble and Mersey estuaries, northwest England. In Nordstrom, K.F., Psuty, N. i Carter, B. eds. *Coastal dunes. Form and Process*: 339-359. Wiley, England.
- Pye, K. i Tsoar, H. (1990). Aeolian sand and sand dunes. Hyman, London.
- Ranwell, D. S i Boar, R. (1986). *Coast dune management guide: phisical aids to establishing vegetation, fencing*. School of biological Sciences. University of East Anglia, Norwich, England.
- Rosselló Verger, V. M. 1969. *El litoral de Es Trenc (S de Mallorca)*. Anales de la Universidad de Murcia. Volumen XXVII, Núm. 1-2, Filosofía y Letras.

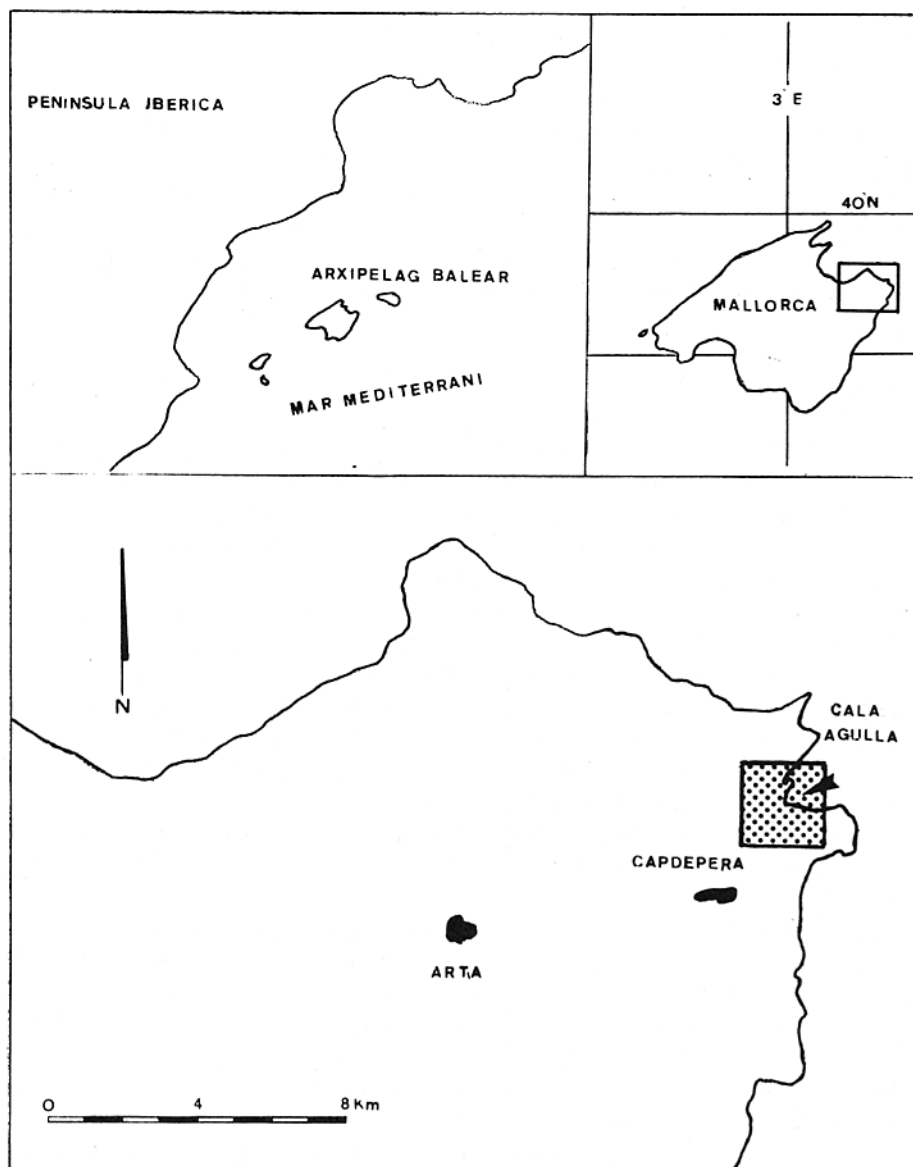
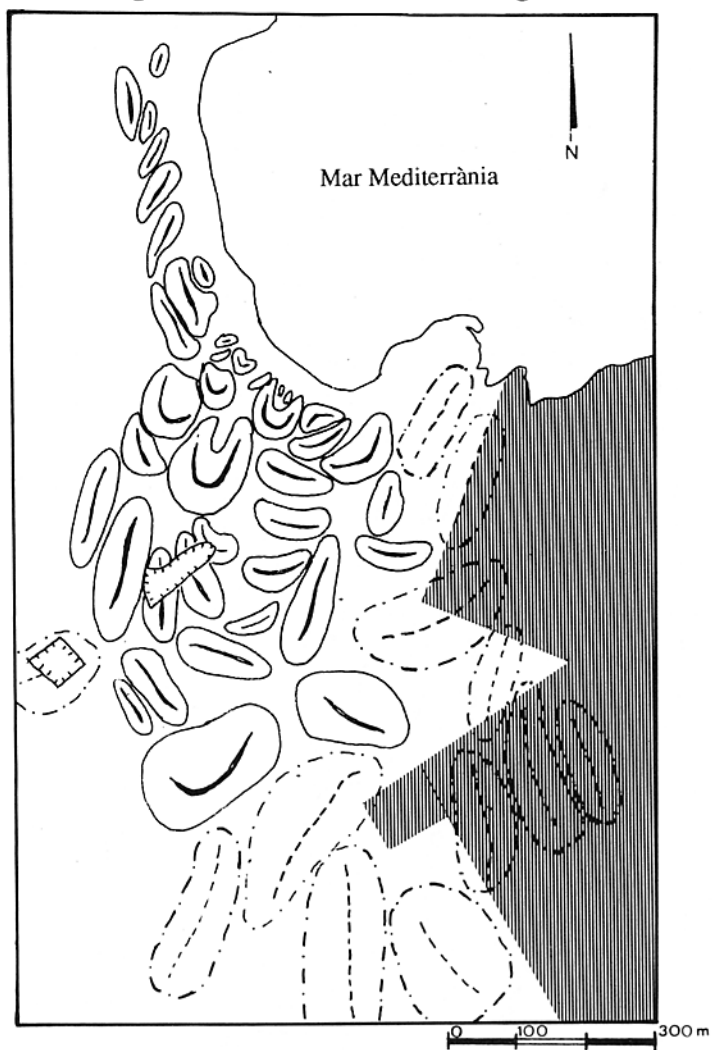
Fig. 1. Localització de Cala Agulla.

Fig. 2. Sistema dunar de Cala Agulla.



Llegenda





-  Dunes actives.
-  Dunes relictos.
-  Canteres i arenals.
-  Àrea urbana.

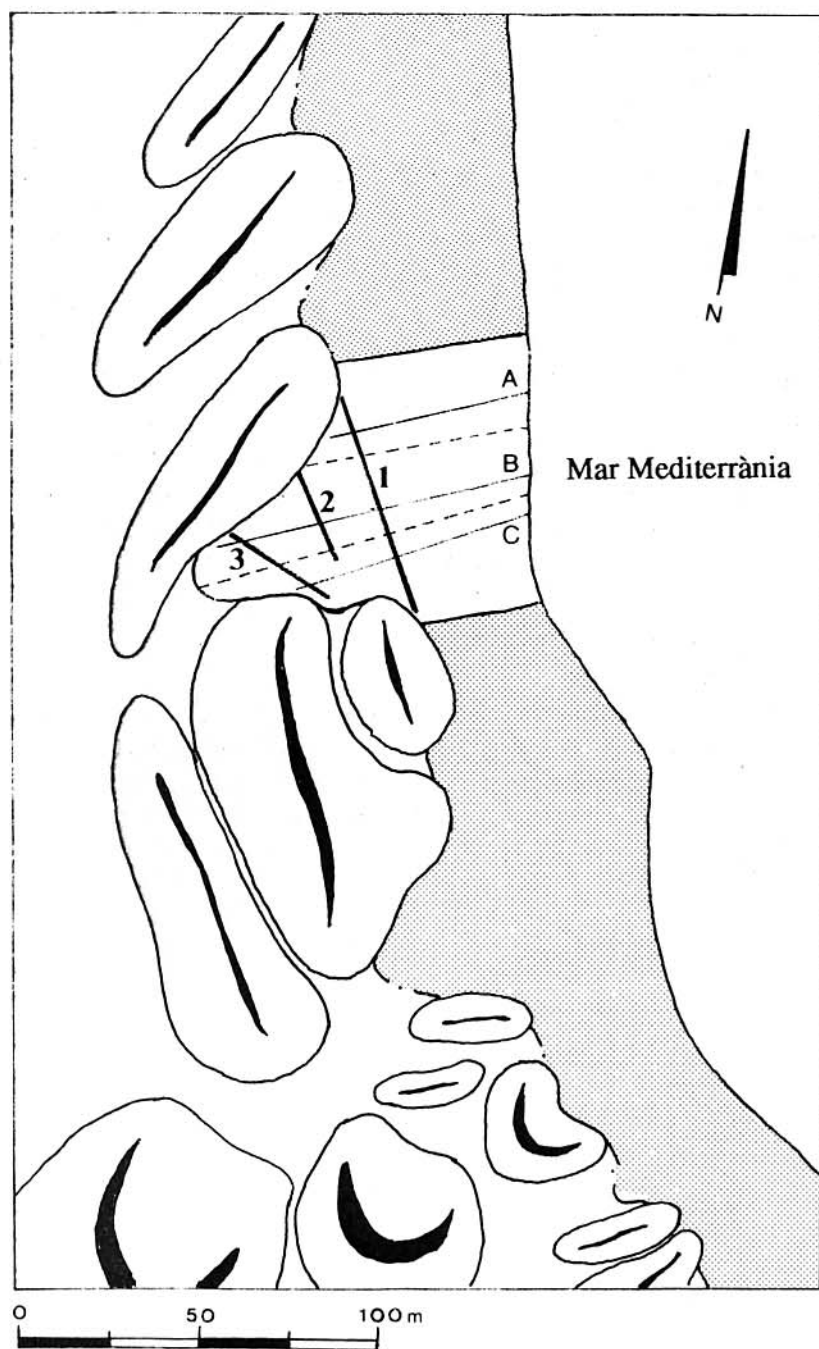
Fig. 3 . Sector controlat.

Fig. 4

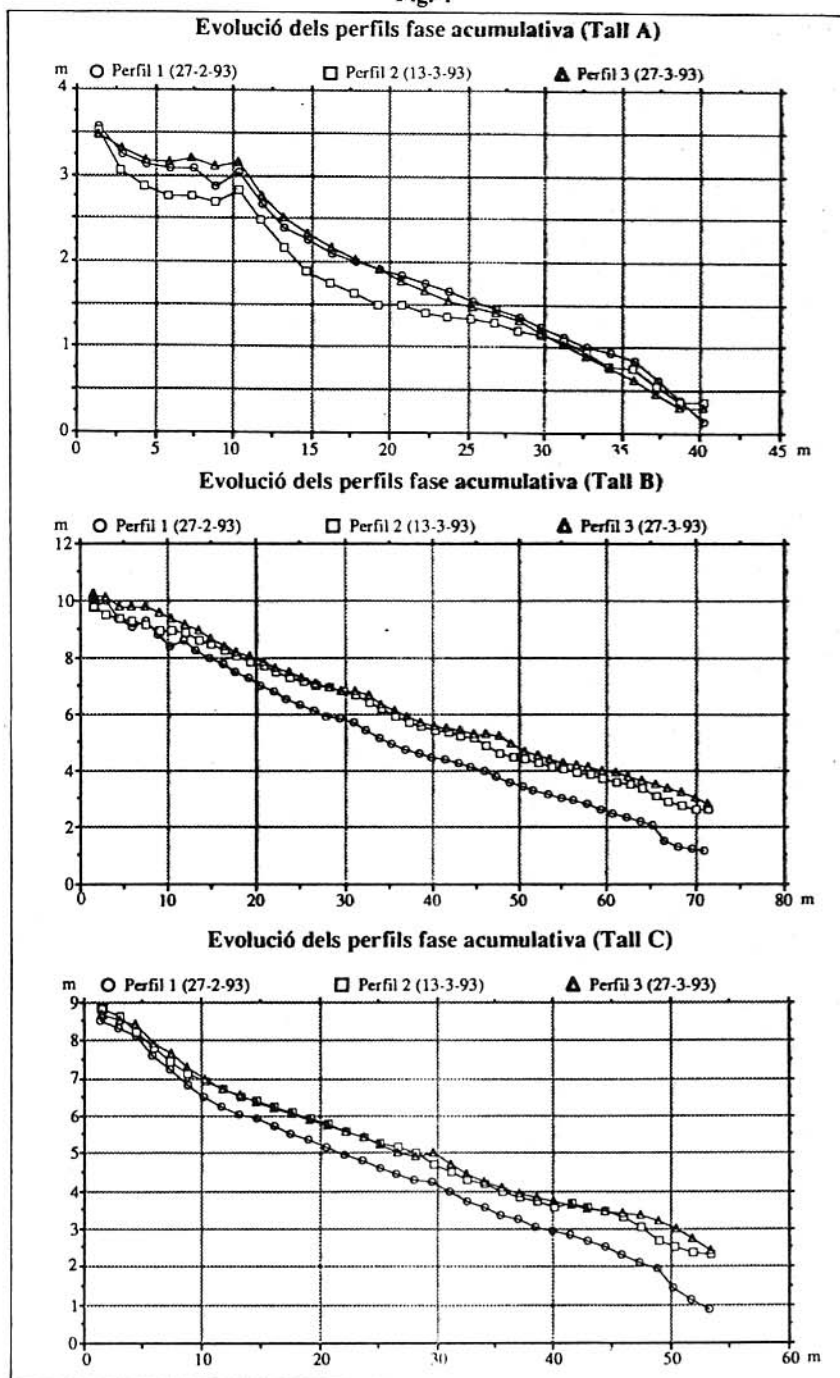


Fig. 5

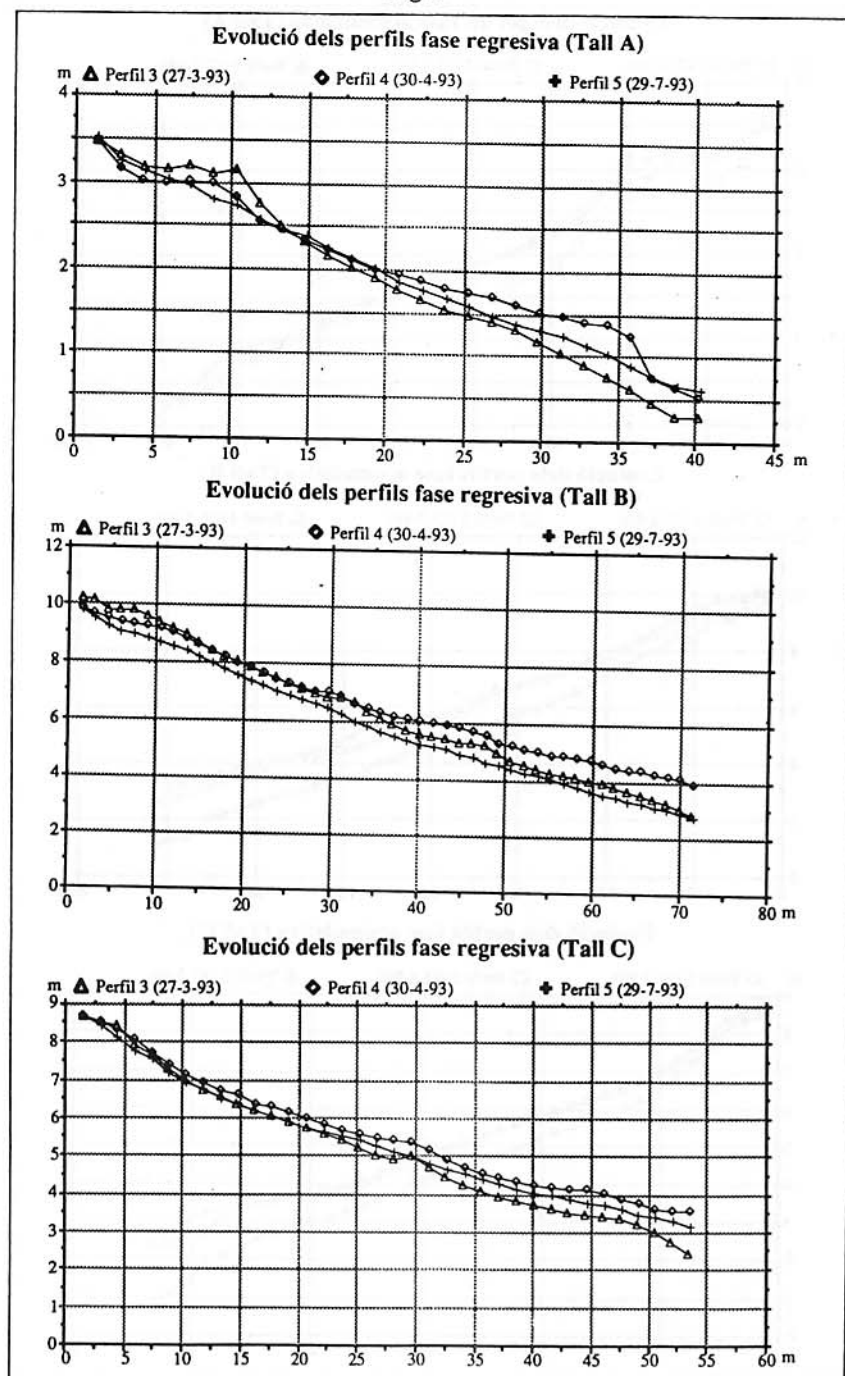


Fig. 6 VALORACIÓ I COMPARACIÓ DE DIFERENTS MÈTODES DE REGENERACIÓ DE PLATGES

Tipus de regeneració Implicacions	A Explotació de bancs d'arena submergits	B Explotació d'arenals subaeris (sistemes dunars)	C Interferència del transport eòlic (tècnica de barreres artificials)
Espai de temps en que es realitza la regeneració	—	—	+
Cost econòmic de la regeneració	+	+	—
Impacte visual en el lloc d'extracció de l'arena	—	+	—
Impacte visual en el lloc de regeneració	—	—	+
Impacte en el medi biòtic en el lloc d'extracció de l'arena	+	+	—
Impacte en el medi biòtic en el lloc de regeneració	+	+	—
Impacte en el medi abiòtic en el lloc d'extracció de l'arena	+	+	—
Impacte en el medi abiòtic en el lloc de regeneració	+	+	+
Alteració de les corrents de deriva	+	+	—
Alteració de la qualitat de l'arena per un ús recreatiu	+	+	—
Molesties ocasionades als usuaris de la platja	+	+	—
Alteració del funcionament regular d'instal·lacions portuàries	+	+	—
RESUM			
A * Elevat cost econòmic * Fort impacte en el Medi Natural * Baixa qualitat de l'arena * Desestabilització de l'equilibri de la platja * Molesties als usuaris	B * Elevat cost econòmic * Fort impacte en el Medi Natural * Fort impacte visual * Baixa qualitat de l'arena * Desestabilització de l'equilibri de la platja * Molesties als usuaris	C * Baix cost econòmic * Baix impacte en el Medi Natural * Baix impacte visual * Bona qualitat de l'arena * Manté l'equilibri de la platja * No molesta als usuaris	