

APROXIMACIÓ A LA HISTÒRIA I GEOMORFOLOGIA DE LA PLATJA D'ALTAFULLA-TAMARIT: DE PLATJA NATURAL D'ORIGEN POLIGÈNIC A PLATJA URBANA: PASSAT, PRESENT I FUTURIBLES

Narcís Carulla Gratacòs¹, Hèctor Hernández Socias² i Teresa Solé Mir³

*Totes les coses mereixen atenció car són molt
complexes i al fons sempre hi ha racons
misteriosos en els quals la nostra limitació es
perd. (ANTONI GAUDÍ)*

Resum: Davant les crisis erosives d'aquesta platja es vol analitzar-la històricament, estudiant-la dins del context geològic global, repassant les seves fonts d'alimentació, és a dir, els materials aportats. Això ajuda a entendre l'erosionabilitat que pateix, especialment en el tram de Botigues de Mar, a diferència de la platja defensada artificialment per la Roca de Gaià a Tamarit. L'erosionabilitat de la platja es resumeix en **factors intrínsecs** (extraccions massives de les seves sorres i còdols, i la situació de les Botigues de Mar i el seu Passeig molt damunt i proper, augmentant, per tant, els pendents de la platja), i els **factors extrínsecs** (tancament de les aportacions vers la platja per la construcció de la presa del Catllar l'any 1975, i la construcció del Port esportiu de Torredembarra l'any 1992).

Paraules clau: erosió litoral, perfils litorals, sorres litorals, còdols, obres de defensa litoral, afectacions ports i embassaments, neotectònica, bermes.

Abstract: Faced with the erosive crises of this beach, we want to analyse it historically, studying it within the global geological context, reviewing its food sources, in oth-

¹ Dr. Ciències Geològiques. nacg@tinet.org

² Enginyer Agrònom. agua@riugaia.cat

³ Prof. Institut. teresa.solemir@gmail.com

er words, the materials provided. This helps to understand the erosibility it suffers, in the section of Botigues de Mar, especially, unlike the beach artificially defended by the Roca de Gaià in Tamarit. The erodibility of the beach is summed up in intrinsic factors (massive extractions of its sand and pebbles, and the location of the Botigues de Mar and its Passeig very high above and nearby, therefore increasing the slopes of the beach), and the extrinsic factors (closure of contributions to the beach due to the construction of the Catllar Dam in 1975, and the construction of the Torredembarra port in 1992).

Keywords: coastal erosion, coastal profiles, coastal sands, pebbles, coastal defense works, effects on ports and reservoirs, neotectonics, berms.

Introducció

La voluntat d'aquest article és oferir informació, amb el màxim d'objectivable possible, envers la problemàtica de la platja d'Altafulla, per mostrar com:

- a) els problemes actuals no provenen d'accions recents de fa pocs anys
- b) les realitats naturals tenen casuístiques variades i sovint somortes
- c) els conceptes de ciència irrefutable no són aplicables de manera simplista i unidireccional als entorns naturalístics multifactorials, i
- d) per tant volem presentar l'article com una aproximació comprensible per a nosaltres mateixos i per als lectors d'aquesta història del nostre litoral.

Bàsicament ens centrem en els aspectes físics o geològics de la platja, sense entrar en els aspectes biològics o socials.

Antecedents bibliogràfics

Si parlar de les platges amb certa solvència és parlar dels seus materials constituents, les sorres i graves acumulades en els trams entre litorals rocosos, hem de dir que no hi ha massa informació bibliogràfica específica.

L'any 1964 Sainz-Amor publica un estudi general de les sorres del litoral català, en un primer tram Barcelona-Montgat⁴ i del Delta de l'Ebre⁵ i posteriorment del sector Blanes-Sitges⁶. Diferencia molt clarament els materials procedents de conques fluvials grans com el Llobregat i l'Ebre, dels litorals amb major presència dels massissos granítics o massissos carbonatats al nord o sud de la ciutat de Barcelona.

⁴ Anales de Edafología y agrobiología, T XXIII, num 11-12, CSIC, Madrid, 1964

⁵ Anales de Edafología y agrobiología, T XXIV, num 3-4, CSIC, Madrid, 1965

⁶ Acta Geològica Hispànica III (1968), pàgs 99-101

Els estudis publicats del litoral català han estat més descriptius que no pas analítics i els treballs d'enginyeria litoral o de regeneració de platges han estat poc divulgats, malgrat la gravetat del tema i la seva transcendència.

En el nostre cas d'Altafulla, el febrer de 2020 el Dr. Geògraf Xisco Roig i Munar, capdavanter de Quatre-Consultoria ambiental, lliurà l'encàrrec de l'Ajuntament intitulat "*Diagnosi i redacció d'un pla de gestió, planificació i recuperació del sistema platja, accessos i entorns d'Altafulla, 43893*", basat en la seqüència històrica de les fotos aèries des de l'any 1954 a l'actualitat, restringint-se al mer terme municipal, fins el Club Marítim, i al tram aeri, sobre el nivell del mar.

Òbviament abans de la construcció de l'espigó l'any 1991, en front de la Roca de Gaià, s'haurien realitzat els estudis preliminars d'impacte ambiental, dels què nosaltres no disposem. No trobats a la documentació de Costes de l'Estat.

Per altre costat la construcció del port de Torredembarra durant els anys 1993-94, comportaria l'estudi d'impacte ambiental per valorar la modificació dels corrents del litoral. En tot cas el *Projecte de dragat de la bocana del Port l'any 2015*, ha permès conèixer la granulometria general de les sorres mobilitzades i retingudes en aquesta trampa portuària i les derives del litoral.

Per fer una diagnosi d'una platja s'han de revisar els factors que incideixen en ella i la seva història coneguda:

- Anàlisi de la seva geomorfologia. Pendants dins la platja i mar endins.
- Geologia: Quins materials tenim i d'on venen. (Àrees font d'alimentació). Litologia.
- Tectònica de l'entorn. Hi ha ascensos o subsidències històriques?
- Quins temporals tenim? Rosa dels vents. Marees. Corrents marins prioritaris.
- Accions antròpiques o d'obres públiques: Ports, esculleres. Extraccions i regeneracions efectuades.
- Repassar o esbrinar les restes de platges anteriors en aquell litoral⁷.
- Geomorfologia de la platja

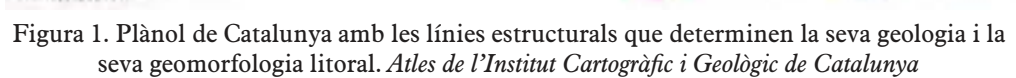
La platja d'Altafulla sembla una platja més del cordó de platges originades entre el bloc del Garraf i el Cap de Salou.

Qualifiquem la platja d'Altafulla-Tamarit com a **platja poligènica**, perquè té diferents àrees d'alimentació i per tant els materials detrítics⁸ que hi ha damunt la platja són de natura diferent ja que tenen orígens diferents.

⁷ Platges penjades fòssils com terrasses (properes al Cap de Salou) ens indiquen elevacions d'aquest tram (tirrenianes), o restes romanes observables, sembla, al litoral de Roda, indicarien enfonsaments o subsidències locals en aquell entorn.

⁸ Les sorres, graves i llims generats de la descomposició i trencament d'altres roques massisses.

Podem esquematitzar, a diferent escala, els esquemes elaborats a continuació:



170



Figura 2: Esquema geomorfològic de les àrees font de la platja d'Altafulla. Marc estructural i classificació de les aportacions a la platja

Ratllat morat: Blocs juràssecs. **Ratllat groc:** Blocs de miocè, inclinats segons fletxes de pendent.

En blanc, recobriments quaternaris. **Traces discontinúes:** Línies estructurals (neotectònica) que condicionen la geomorfologia actual. **Fletxes blaves:** Corrents predominants dels sediments.

Aportacions naturals platja: 1, 2, 3, 4, 5, en blanc, segons origen i característiques. **Isòbates dels 10, 20 i 30 m,** segons Servei Cartogràfic a escala 1/25.000. **Escala gràfica:** Original 1/25.000.

La platja s'ancora i es genera entre els blocs geològics miocènics elevats de la muntanya de Sant Joan-Tamarit (al SW) i el bloc dels Munts (al NE). Enmig dels dos blocs resta la Roca de Gaià, probable bloc similar entre els dos anteriors, i que actualment resulta més erosionat per les influències del Gaià.

Els blocs tectònics elevats dels Munts i la muntanya de Sant Joan creen uns corredors encaixats per on transita la Carretera Nacional antiga o la antiga Via Augusta. I entre aquests blocs hi ha l'aflorament de la Roca de Gaià, emparentat amb els dos anteriors.

Més terra endins trobem la base dels paleo-illots estructurals de rocam juràssic de Sta. Margarita - El Toro - Sant Antoni,⁹ (morat ratllat en el plànol), que deixen una cubeta fluvial a l'entorn de la Riera.

⁹ Vegi's Estudis Altafullencs núm 20, N. Carulla: *Els materials del subsòl d'Altafulla*.

Per tant ens trobem amb un litoral bastant alterat per la tectònica post miocènica, i que ben segur arriba aquesta tectònica fins a l'actualitat. Aquests bloquejaments tectònics, activats per la denominada neotectònica, produeixen els esgraons estructurals que configuren aquest entorn litoral.¹⁰

A l'entorn del terme podem observar indicis d'aquestes tensions neotectòniques que poden representar moviments d'assentaments de subsidència d'1 a 2 mm anuals:

- En el mateix peu del Castell d'Altafulla, carrer de l'ermita, i darrere els bancs allà fixats, apareixen miralls de falla molt clars d'orientacions N 5° i N30°.
- En l'itinerari geològic per Tamarit, vora la seva creu de terme, també hi ha fractures significatives, molt recents, post miocèniques¹¹.
- En el bloc del Fortí apareixen unes formacions verticals de recimentacions o plans estructurals en direcció N15°, indicadors molt probablement de les compressions recents.

Tots aquests indicis es complementen amb mesuraments de topografia d'alta definició realitzats usant la línia fèrria de Tarragona a Barcelona, passant per Vilanova, que indiquen subsistències de 1 a 2 mm a l'alçada d'Altafulla.



Figures 3 i 4: Estructures indicadores de la neotectònica en el litoral d'Altafulla. Esquerra: Estructures verticals en els extensos afloraments damunt el Fortí. Dreta: Miralls de falla¹² al turó del Castell, en els afloraments vora la bassa del Castell

¹⁰ Aquesta neotectònica, junt a l'ascens progressiu dels nivells marins (d'1 a 2 mm/any) en promig, plantegen una situació de risc creixent en els àmbits propers litorals. Probablement el problema més greu del denominat Canvi Climàtic.

¹¹ Vegi's Estudis num 33, N. Carulla i David Albalat : *Itineraris geològics per Tamarit, La Móra i El Mèdol*.

¹² Esquerdes o plans amb els senyals del moviment de translació dels blocs que es belluguen.

Àrees-font d'alimentació de la platja. Granulometries

Dins aquest marc estructural i geomorfològic diferenciem cinc menes d'aportacions, tal com hem representat en l'esquema anterior:

1. Sediments o aportacions fluvials del Gaià,¹³ generats pels escolaments fluvials, constituïts per llims rosats a vermellosos majoritàriament, seguit per sorres i còdols rodats globulars de tipus fluvial. Els llims entren mar endins i sols resten en la platja les sorres i especialment els còdols¹⁴.

2. Retreballament litoral a partir de l'acció litoral. Vers Tamarit es preserven majoritàriament els còdols que es van aplanant. I vers la Roca de Gaià i les Botigues de Mar es va seleccionant la granulometria i l'aplanament dels còdols.

3. Retreballament i barreja de les acumulacions del conjunt de detritus grollers, còdols, procedents del sector anterior, intercalats i barrejats, segons condicions, amb les sorres fines procedents del sector del Fortí i anteriorment dels sediments litorals provinents dels blocs dels Munts i Torredembarra.

4. Sediments o aportacions sorrenques fines procedents de les derives litorals de sorres de la platja de Torredembarra, en trànsit vers el SW. Les variacions de les condicions del litoral, amb la creació del port de Torredembarra l'any 1991-93, dificulten el trànsit de les sorres fines procedents de la platja dels Salats i Muntanyans i retingudes en part a la platja de La Paella.

5. Aportacions de la petita conca de La Rasa¹⁵, de tipus argilós i llimós, denominables eluvionars, molt poc importants quantitativament, un 2% del conjunt natural del Gaià i amb poca fracció sorrenca o rocosa, aportant sols llims i en poca quantia.

Les aportacions 1, 2, i 3, són els materials que arriben del continent, mentre els materials 2 i 3 corresponen a barreges i retreballaments dels anteriors materials.

És important reconèixer els materials involucrats en els dipòsits litorals, perquè ens ajuda a reconèixer l'origen de les àrees font. Desgraciadament, des de les apor-

¹³ Des de l'any 1975 aquestes aportacions estan estroncades per la construcció de la presa del Catllar a una desena de Kms de la desembocadura.

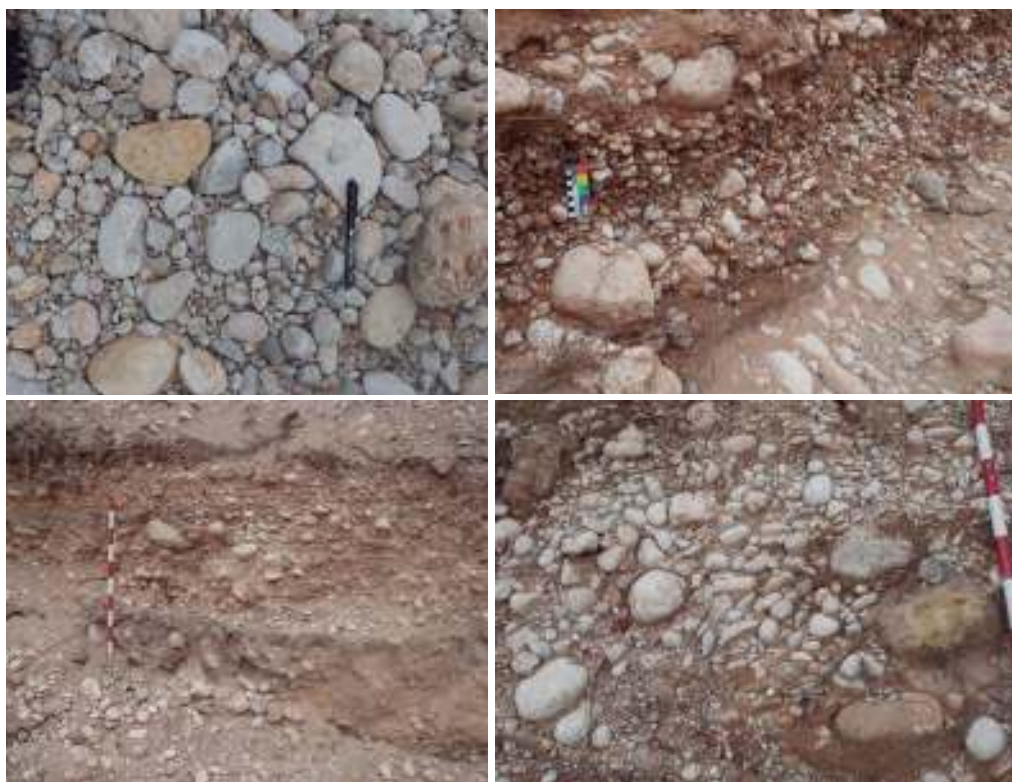
¹⁴ Els còdols majoritàriament són del Cretàcic del bloc de Querol, de tons rosats i acaramel·lats, corresponents a la pedra de Santa Tecla. Secundàriament també hi ha bretxes juràssiques (tipus la pedra de Ferran). Actualment també hi ha els rocs o pedres menys rodats de granit, procedents de la regeneració que es va efectuar amb el sauló de Borges Blanques-Alforja l'any 1994.

¹⁵ Sols uns 7 Km².

tacions de saulons granítics a la platja d'Altafulla, la seva granulometria natural està totalment alterada.

Repassem gràficament les àrees font de la platja d'Altafulla-Tamarit, que no es poden separar ni desentendre perquè formen part d'una mateixa unitat funcional. Per tant:

APORTACIONS AL·LUVIALS O FLUVIALS: APORTACIONS 1



Figures 5, 6, 7 i 8. Quatre mostres fotogràfiques dels materials al·luvials que alimenten o alimentaven la platja. (**Aportacions 1**)¹⁶ Corresponen al tram final del riu entre Ardenya i el molí de Fortuny. La primera foto són materials rentats dins la llera actual. La segona i tercera mostren la heterogeneïtat amb llims i sorres al·luvials. La quarta mostra alguns escadussers blocs més marronosos de gresos miocènics, que s'esmicolarien al seu camí a la mar si no fos per l'anul·lació dels cabals arrossegadors, motivada per la pressa del Catllar¹⁷

¹⁶ La primera foto: Detritus de graves de la llera, estan rentades de sorres i llims per l'escolament del dia 23 de setembre de 2022. La segona foto: Llera i terrassa actual, arran de la llera, on les graves estan amb la matriu de llims dins les graves. Tercera foto: Terrassa actual, molt sorrenca, una mica distal del flux principal. Quarta: Blocs i sorres. Destaquem la natura de carbonats mesozoics clars en els detritus rodats. Solament a la dreta blocs poc rodats i grans de gresos miocènics.

¹⁷ Presa, per un altre costat, que és incapaç de retenir els cabals d'aigua que hi arriben. Vegi's: *El*

Cal diferenciar els materials que s'erosionen en una conca i transiten per les seves lleres, de manera proporcional al cabal del riu, entre altres, als materials que resten en el fons de les lleres o als seus voltants durant les crescudes “més normals o extraordinàries” formant terrasses.

En les terrasses al·luvionars, observem com predominen les fraccions grosses o grolleres (graves, blocs i sorres) més que no pas les fraccions fines (llims i argiles), donat que resten les fraccions pesades que l'aigua ja no pot arrossegar (de moment) més avall¹⁸.

El mateix passa en les **platges (terrasses litorals en formació actual)**, on resten temporalment les fraccions més grolleres, grosses com les graves o còdols i “desapareixen mar endins” les fraccions més fines, com els llims i les argiles. El procés de separació de les diferents fraccions o granuloclassificació és un procés similar a les **densiometries o gravimetries** dels processos analítics químics¹⁹. Aquest procés pot ser definitiu per transformar una platja sorrenca amb còdols, en una platja solament de còdols.

En l'**embassament del Catllar** hem observat com la majoria de sediments retinguts corresponen a llims rosats amb esporàdics còdols, donat que van a parar a l'embassament el conjunt de materials arrancats dins la conca²⁰. Especialment els més superficials i edàfics, és a dir, els sòls naturals o sòls agrícoles.

desgavell hídric del riu Gaià: Èxits i fracassos de la gestió hidrològica,...: Carulla i Diaz Rull, (2021), pàgs 43-47. Rev. La Resclosa. núm. 25. Centre d'Estudis del Gaià. Vila-rodonà.

¹⁸ Sols una part dels materials més fins de les riuades van a raure com a les planes d'inundació, enriquint les àrees agrícoles.

¹⁹ Recordem que l'erosió de les conques no sols es produeix en les aportacions sòlides que baixen pels torrents i rius, sinó que l'erosió dels terrenys també s'efectua mitjançant la **dissolució química** de les aigües que cauen sobre el territori. Especialment els carbonats i sulfats que baixen amb les aigües dissolts en i amb les aigües superficials i subterrànies, com els ions bicarbonats i sulfats, que malgrat que “no els veiem” contribueixen o conformen el **cicle geoquímic** dels materials terrestres.

Apart d'aquesta **erosió química**, no podem oblidar també l'**erosió eòlica**, tan reivindicada o utilitzada per a l'estudi de la platja d'Altafulla del Dr. Xisco Roig.

²⁰ Fent un simple exercici, teòric, de cubicar els **sediments atrapats a l'embassament** en aquests 45 anys de “funcionament” o “vida”, i valorant cert percentatge (del 10 al 15 %), de sorres i gravetes continguts en els cabals de crescudes, vàrem veure en primera instància que no serien suficients per recuperar el dèficit d'aportacions o sediments a la platja d'Altafulla i Tamarit. Aquest exercici es podria repetir usant dades de mostres representatius, no sols de mostres superficials on lògicament hi predominen les fraccions més fines.

APORTACIONS DE LES SORRES LITORALS de TORREDEMBARRA: APORTACIONS 4



Figures 9, 10, 11 i 12: Quatre mostres fotogràfiques dels materials sorrencs litorals (aportacions 4), en l'espai actual dels Muntanyans de Torredembarra i la seva platja

En la primera foto es mostra la sorra representativa de la platja, gairebé idèntica que la dels sorrals del Muntanyans: Sorres fines a molt fines. La segona foto mostra el tram mullat de platja àeria, amb la selecció granulomètrica. Aquest tram acaba en una berma²¹ paral·lela a la línia de la mar, indicada amb una fletxa. La berma indica l'extrem o límit d'un període erosiu. En la tercera foto es veu la selecció de gravetes i sorres grosses, blanquinoses, algunes d'origen orgànic. En la quarta foto es mostra com la platja àeria es forma amb els sorrals dunars eòlics, anomenats muntanyans.

²¹ Berma és un ressalt en el perfil d'un pendent que indica el marge o límit erosiu. Les bermes normalment són els petits esglaons de decímetres a màxim un metre, que mirant a mar, indiquen el nivell extrem d'erosió d'un episodi o època. Semblen terrasses erosives.

FOTOS APORTACIONS ELUVIONARS²², 5 (aportacions de la conca de La Rasa)



Figures 13 i 14: Dues mostres fotogràfiques dels materials (**aportacions 5**) eluvionars de la Rasa. Foto esquerra, llims argilosos del quaternari antic, que omplen gran part de la conca de la Rasa. Foto dreta: Llims dels sondejors de pocs metres fets prop de la rotonda on hi havia l'antiga caseta de Turisme (el Pontet), arran d'un accident on s'hi abocaren carburants.

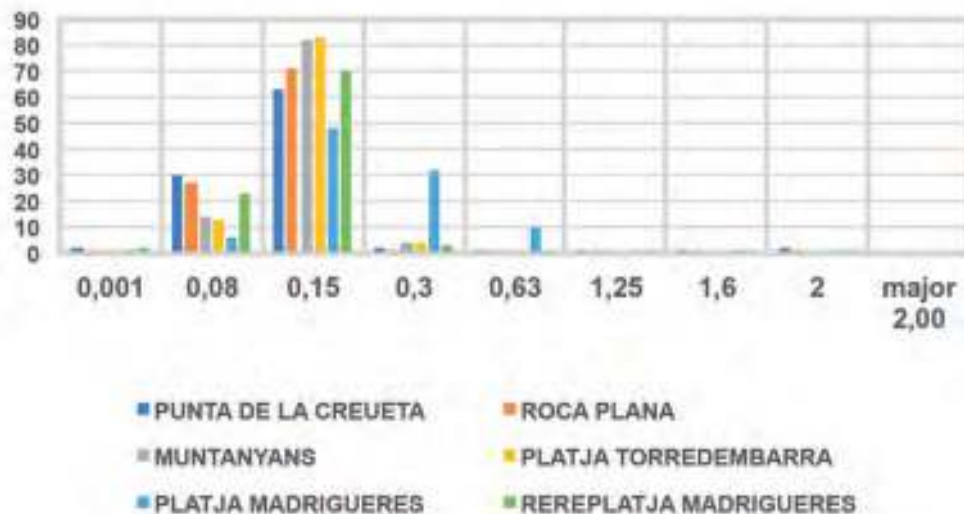
En la taula següent s'exposen les granulometries obtingudes a l'entorn de la platja d'Altafulla, tenint present que el percentatge de sorres fines hauria de ser proper als mostrejos de Torredembarra-platja, és a dir, les sorres que són potenciadores de generar masses dunars com els Muntanyans de Torredembarra.

En aquests casos dominen les fraccions entre 0,15 i 0,3 mm, fracció mobilitzable eòlicament.

MOSTREJOS D'ÀREES AMB MASSES DUNARS ESTUDIADES (2005)							
INFERIOR a (mm)	SORRALS PUNTA DE LA CREUETA	ROCA PLANA	DUNES MUNTA- NYANS	PLATJA DE TOR- REDEM- BARRA	PLATJA DE MADRIGUE- RES	RERE- PLATJA MADRIGUE- RES	
0,001	1,6	0,2	0,1	0,1	0,5	1,8	LLIMS
0,08	29,8	27,2	14,1	13,1	6,4	22,8	SORRA MOLT FINA
0,15	63,1	71,3	82	82,7	48,6	70,5	
0,3	1,9	0,6	3,6	4	31,6	2,9	SORRA FINA
0,63	0,7	0,2	0,1	0,1	9,9	0,8	SORRA GROS- SA
1,25	0,3	0,1	0,1	0	1,4	0,3	
1,6	0,3	0,1	0	0	0,5	0,2	SORRA MOLT GROSSA
2	2,3	0,3	0	0	1,1	0,7	
major 2,00	0	0	0	0	0	0	Gravetes i graves
TOTAL	100	100	100	100	100	100	

²² Cal diferenciar material eluvionar de material al·luvionar: Aquest darrer és el material generat o mogut per l'aigua en les lleres fluvials, mentre els eluvions són els materials d'alteració de les superfícies acumulats per l'aire (eòlicament) o per formació de sòls edàfics.

GRANULOMETRIES DE SORRALS DUNARS I PLATGES DE L'ENTORN D'ALTAFULLA (2005)

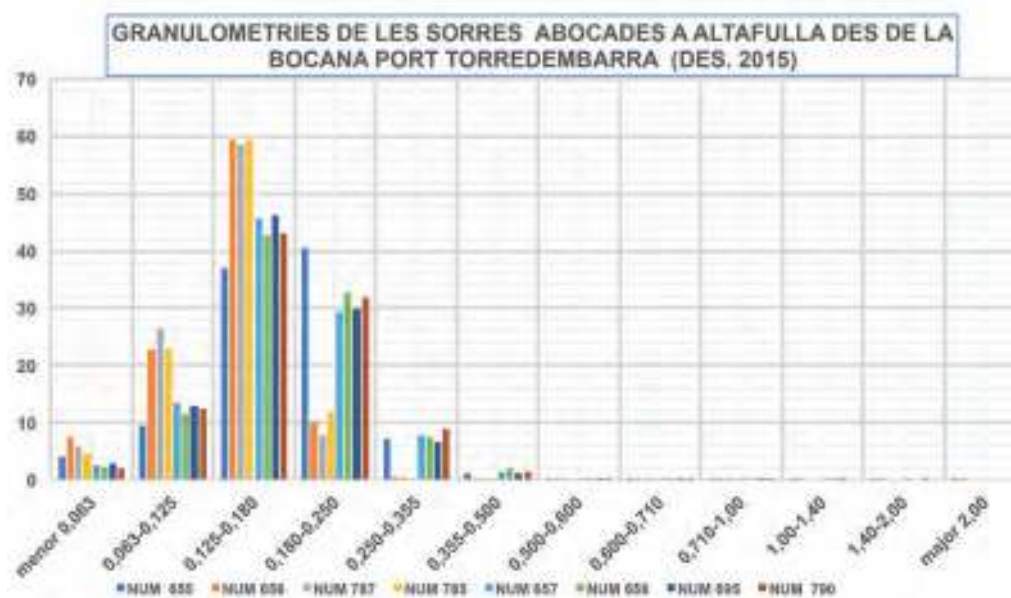


Per tant vora el 96 % de les sorres mobilitzables tenen una granulometria inferior a 0,3 mm, i majoritàriament fins a 0,15%. Això és molt important perquè condiciona junt amb el clima present, la velocitat i orientació dels vents, el **percentatge màxim que pot esdevenir sorral dunar litoral**.²³

A partir dels controls previs al dragatge de la bocana del port de Torredembarra de 2015 i els posteriors abocaments de sorres davant de Botigues de Mar, es feren assaigs granulomètrics que recollim en les taules següents:

²³ En platges que es confia en la seva capacitat de generar rereplatges com les presents, això és molt important. En altres platges erosives com el Maresme on predominen totalment els grans granítics de mitjans a grans, aquest coneixement granulomètric no és tan important, perquè no hi ha pràcticament acció eòlica.

MOSTRES BOCANA PORT DE TORREDEMBARRA (2015)									
GRANULOMETRIA (mm)	NUM 655	NUM 656	NUM 787	NUM 785	NUM 657	NUM 658	NUM 695	NUM 790	MITJANA
menor 0,063	4,06	7,41	5,84	4,55	2,51	2,28	2,9	2,08	3,95
0,063-0,125	9,55	22,54	26,36	22,92	13,39	11,58	13,03	12,31	16,46
0,125-0,180	37,04	59,36	58,41	59,3	45,47	42,68	46,12	43,14	48,94
0,180-0,250	40,49	10,14	7,84	11,93	29,25	32,76	29,88	31,87	24,27
0,250-0,355	7,15	0,47	0,53	0,34	7,71	7,39	6,72	8,84	4,89
0,355-0,500	1,25	0,07	0,06	0,02	1,46	1,94	1,09	1,48	0,92
0,500-0,600	0,13	0,04	0,01	0	0,14	0,24	0,09	0,1	0,09
0,600-0,710	0,08	0,03	0,01	0,02	0,08	0,18	0,05	0,06	0,06
0,710-1,00	0,08	0,05	0,02	0,03	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05
1,00-1,40	0,06	0,07	0	0	0,02	0,01	0,01	0	0,02
1,40-2,00	0,04	0,03	0	0	0,01	0	0,01	0	0,01
major 2,00	0,06	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01
TOTAL	99,99	100,22	99,08	99,11	100,11	99,11	99,95	99,93	99,69

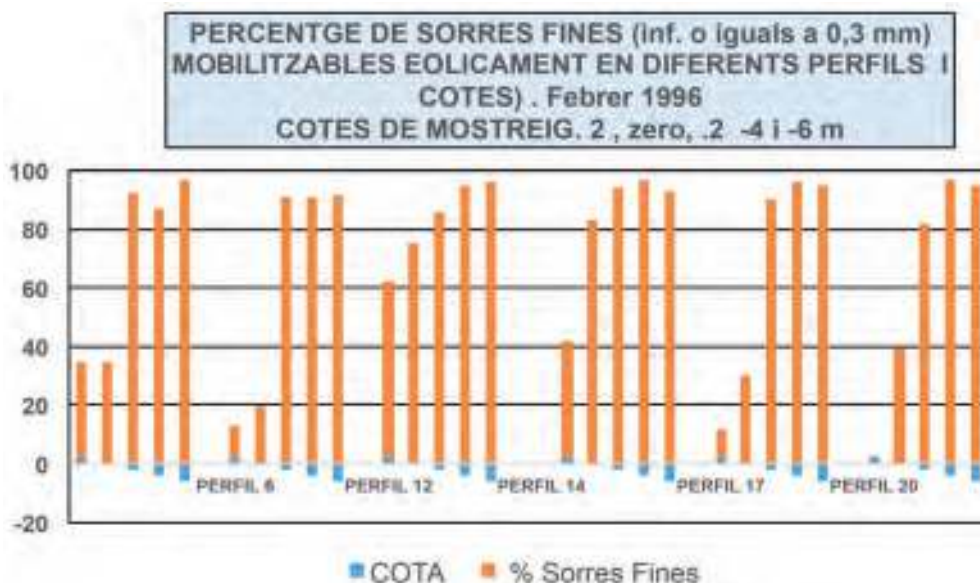


Per tal de conèixer les granulometries pròpies de les sorres de la platja d'Altafulla, podem revisar les granulometries que es feren el febrer de 1996, a través dels perfils 3, 6, 12, 14, 17 i 20, a les cotes 2, 0, -2, -4 i -6 m. Uns pocs mesos abans s'havia completat (durant 1994) la gran regeneració de vora 200.000 m³ de sauló.

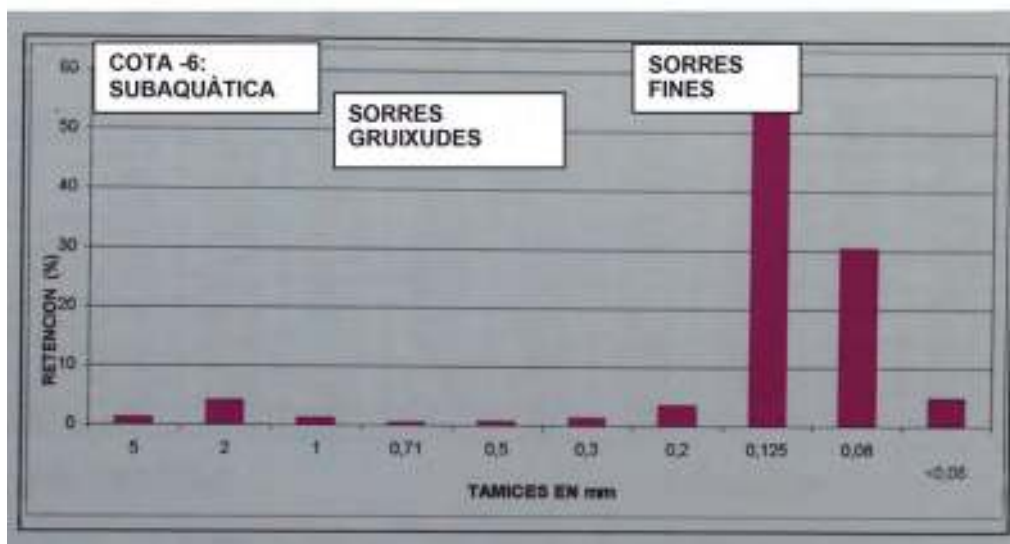
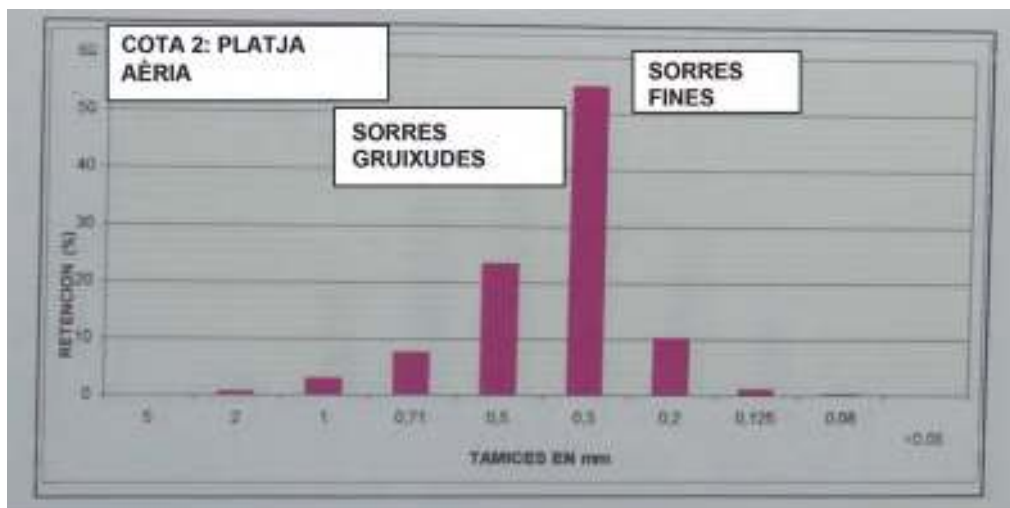
Podem resumir el conjunt de dades fixant-nos en el percentatge de sorres fines presents (inferiors o iguals a un diàmetre de 0,3 mm) que són les mobilitzables pel vent i, per tant, possibles contribuents a la formació de sorral·ls dunars.

PERFIL 3	COTA, m	% Sorres fines	PERFIL 14	COTA, m	% Sorres fines
	2	32,6		2	40
	0	35		0	83
	-2	92		-2	94
	-4	87		-4	97
	-6	97		-6	93
PERFIL 6	COTA, m	% Sorres fines	PERFIL 17	COTA, m	% Sorres fines
	2	11		2	10
	0	19,5		0	30
	-2	91		-2	90
	-4	91		-4	96
	-6	91,6		-6	95
PERFIL 12	COTA, m	% Sorres fines	PERFIL 20	COTA, m	% Sorres fines
	2	60		2	0,1
	0	75		0	39
	-2	86		-2	82
	-4	95		-4	97
	-6	96		-6	95

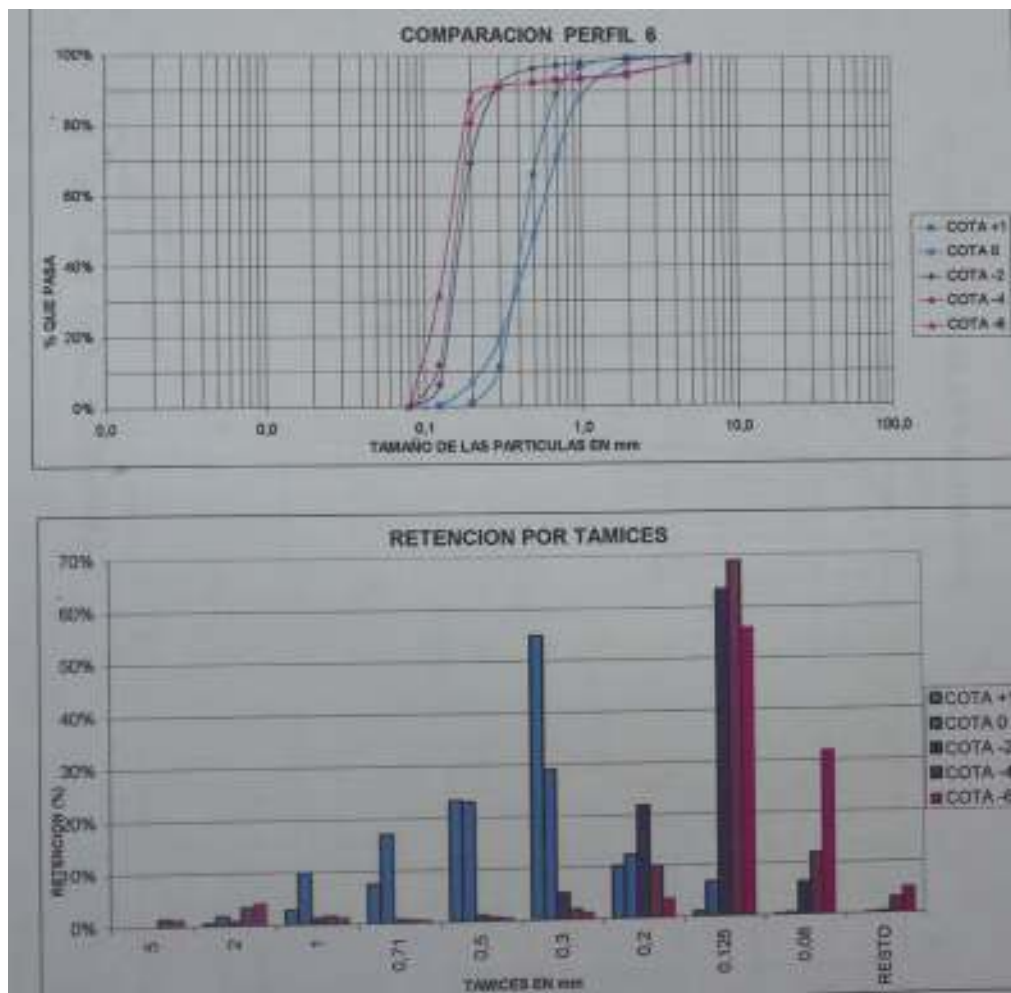
Representat en un gràfic, veiem com en el tram aeri de la platja es denota la “contaminació” produïda per l’adició de sorres granítiques de gra més groller i quarsós front les sorres provinents dels gresos miocènics, molt més fines. Aquestes sorres fines representen un 90 a 97 % de les sorres. El tram aeri de platja regenerada passa a tenir sols del 10 al 60 % de sorres fines, és a dir, vora un terç.

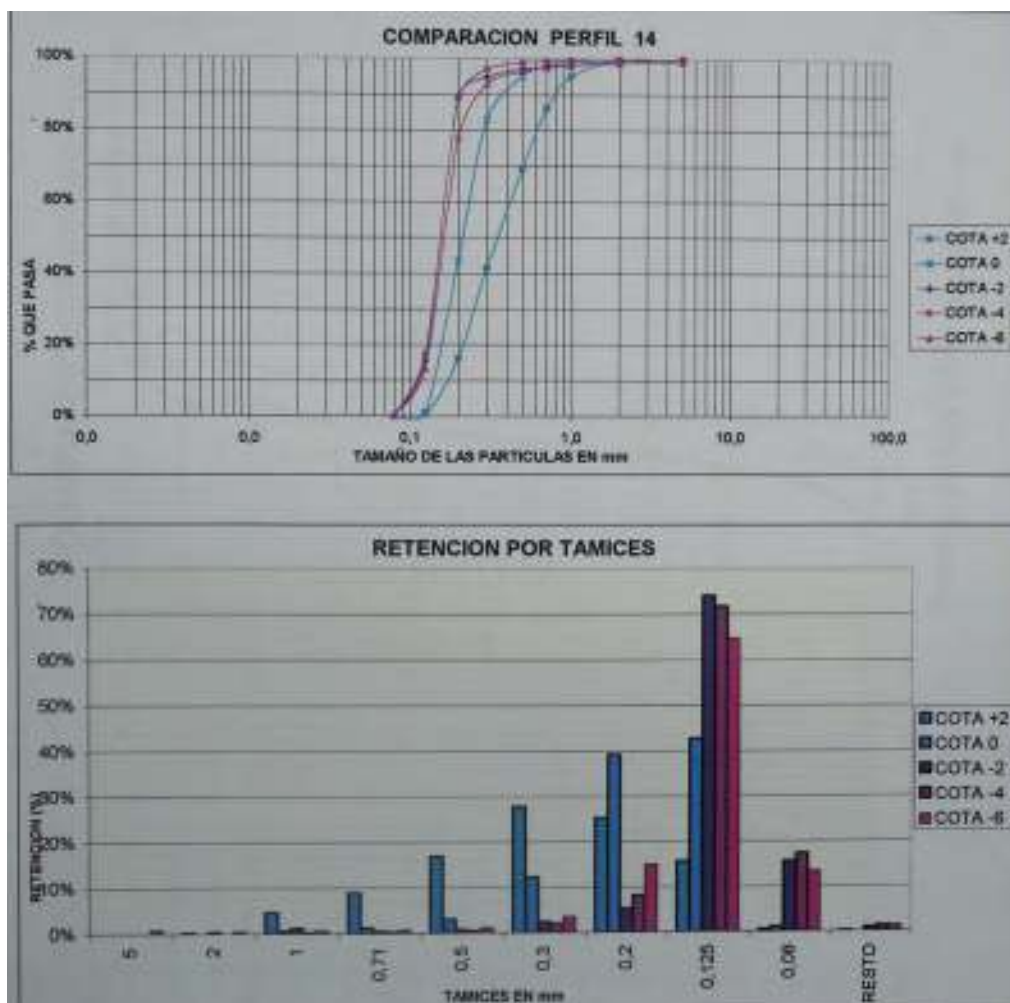


D'aquestes 30 granulometries fetes el febrer de 1996 en reproduïm una del tram aeri de davant de Botigues de Mar (perfil 6, a cota 2 m) amb contaminació de partícules grol·leres, i una del mateix tram subaquàtic (a cota -6 m) amb quasi totalitat de sorres fines.



Per a tenir una visió més general, adjuntem les granulometries de dos perfils, a fi de veure la repercussió de la regeneració amb sorres diferents. En concret del perfil 6 (davant Botigues) i del Perfil 14, davant de la Roca de Gaià.





De les anteriors granulometries podem concloure que el tram subaquàtic de la platja és bàsicament arenós, sense gaire còdols, a l'igual que el subsòl del tram de rereplatja.

Pendents i perfils de la platja àeria i subaquàtica

Per conèixer i poder preveure o valorar les dinàmiques litorals és bàsic també tenir coneixements dels pendents, que condicionen la dinàmica litoral.

La topografia en detall de la platja ens mostra una diferència entre els pendents de la part àeria i els de la part subaquàtica.

El **pendent del tram subaquàtic** d'aquest litoral és **proper al 2%**. Aquest pendent subaquàtic no està molt lluny del pendent que resulta entre els trams fluvials

inferiors del Gaià o La Rasa, en aquest cas propers al 0,5 % i el 3%. Sols sobrepassen aquests pendents els sectors aturonats o muntanyosos.

Aquest pendent mig del tram subaquàtic està reconegut des de finals del segle XIX, vegi's l'apartat de batimetria.

En contrapartida, la platja aèria presenta un pendent superior a Altafulla, com si fos una berma²⁴ de l'acció litoral. Aquests pendents indiquen l'acció dels onatges i tempestes litorals, en aquest cas de platges reflectives i erosives on hi actua fortament l'onatge, al contrari de la platja més dissipativa com la de Torredembarra.²⁵

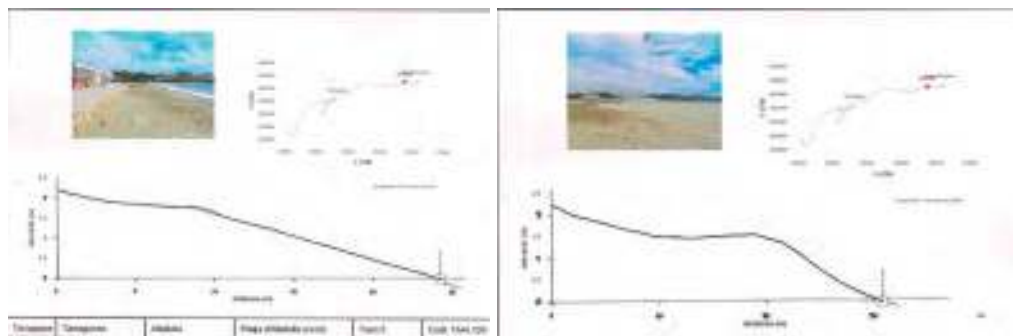


Figura 15 i 16 : Perfils topogràfics de la platja, el març de 2008. Nord i Sud de la platja

Tenim dos aixecaments topogràfics subaquàtics de detall de l'any 2015 per l'informe d'abocament de sorres de la bocana del Port de Torredembarra. El perfil primer, considerant des del sorral a mar dona **un pendent del 9% i el segon del 7,5%**.

Aquestes dades dels pendents són molt significatives si veiem com entre la zona intra-mareal normal de la platja davant de Botigues de Mar i el Passeig pròpiament de Botigues hi ha un **pendent igual o superior al 4% (de 4 a 9 %)**. Això implica que les cases es varen fer molt properes a mar, potser no tant quan es construïren a mitjans del segle XVIII, que encara no s'havien començat a fer les extraccions massives de la platja, i per tant el pendent era menor, i la platja era més ampla en general. Per tant aquest major pendent condiciona una inestabilitat i una erosionabilitat més grans.²⁶

²⁴ Esglaó a la platja produït per un episodi erosiu

²⁵ Recents seguiments de les amplades de la platja entre el port de Torredembarra i el port de Roda, entre els anys 2009 i 2017 mostren certa estabilitat a l'entorn de 35 metres amb més o menys cinc metres, segons estacions i anys. (Inf. Oral de Ramon Ferré i GEPEC, 2022). Dades inèdites.

²⁶ Per això hi ha opinions que afirmen que el problema del retrocés de la platja és la proximitat del passeig i/o de les cases de Botigues de Mar, sense considerar que aquesta proximitat i increment del pendent litoral ve condicionat per les extraccions sofertes posteriorment dels àrids litorals.

En contrapartida, veiem com **el pendent habitual o general en la part aquàtica de la platja està al voltant del 2%**. S'iniciava de forma històrica o natural amb un 1,6 % per augmentar fins un 2,7%, segons batimetries històriques. Per valorar els pendents subaquàtics revisarem les informacions disponibles batimètriques.

Batimetria i corrents predominants

Les dades més antigues que disposem de la batimetria concreta mesurada en la platja d'Altafulla corresponen a la cartografia de 1885 a escala 1/10.000 realitzada per la *Comisión Hidrográfica: Plano de los surgideros de Torredembarra y Altafulla, corregido en 1887*. A partir de les batimetries es descriu el fons de la mateixa i la presència d'algues, antines o atinents.

Podem concloure que entre les antines o atinents i la platja correspon un fons de sorra, mentre que més mar endins els fons són de fang. Fangs procedents dels llims detrítics continentals, més cert percentatge de matèria orgànica.

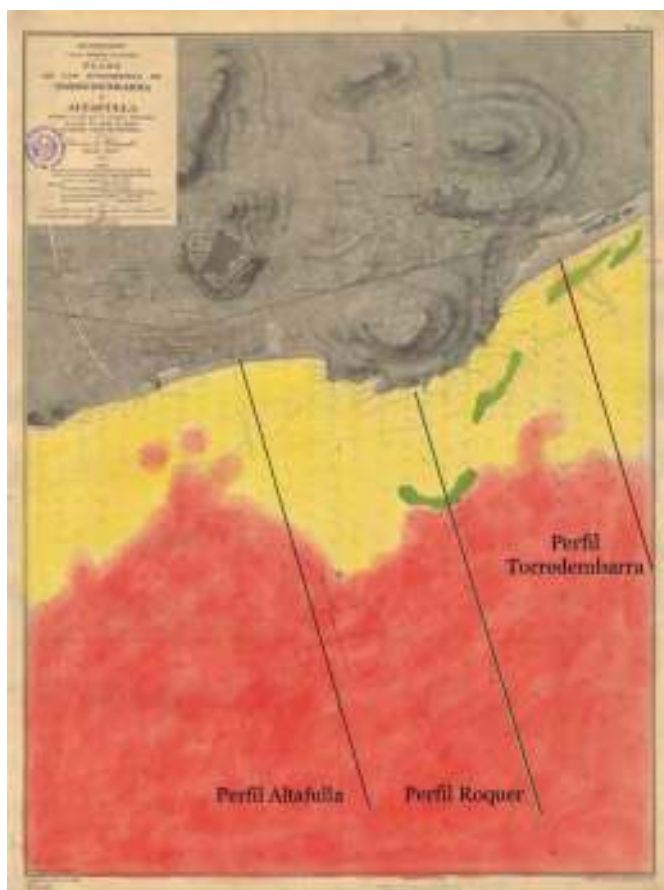


Figura 17. Cartografia batimètrica de 1887, on es veuen els fons sorrenca (en groc) i el mar cobert de fang (en vermell), passades les antines i atinents (en verd)



Figura 18: Perfils topogràfics elaborats a partir de la planimetria anterior, amb el perfil d'Altafulla (en color negre), vermell en el de Torredembarra i de color verd en el del Roquer. Aquest darrer espai, entre les dues platges —d'Altafulla i Torredembarra— s'enfonsa abans

Una informació significativa en les modificacions batimètriques, a part de les dades de les modificacions en l'entorn del Port de Torredembarra, són les observacions d'algun bussejador qualificat de l'entorn del bloc dels Munts - Cap Gros, que afirmen que el fons referenciat abans podia estar entre 4 i 5 metres, i actualment el mateix fons marí es troba un parell de metres més fons, entre sis i set m. Aquest valor correspon als dos metres de retenció acumulat al voltant de la bocana del port, segons les batimetries fetes abans del dragatge de la bocana efectuat l'any 2015.



Figura 19: Es pot veure la platja amb una berma a mitja platja, amb major percentatge de còdols que la part superior, per l'enriquiment en les fraccions grolleres. Remarquem el cúmul de graves i blocs a la dreta, probablement per la defensa del camí d'aleshores



Figura 20: Visió preliminar del litoral català entre Barcelona i el Delta de l'Ebre: Destaca l'àmplia plataforma continental, vora el talús que comença entre els 100 i 200 m. on s'hi encaixen els canals o canyons erosius, amb escassa correspondència aparent amb l'orografia subaèria.
Planimetria facilitada per Navionics



Figura 21: Batimetria general del tram des de La Platja Llarga a la platja de Torredembarra. Ens trobem amb pendents **força regulars del 2%**, amb tendència a disminuir vers la plataforma, amb probable presència d'aterassaments cimentats fòssils a manera d'**antines o atinents**. No es denoten canals d'encaixament de la xarxa hídrica actual superficial. Al tram dels *Salats i Muntyans* es marquen les principals antines

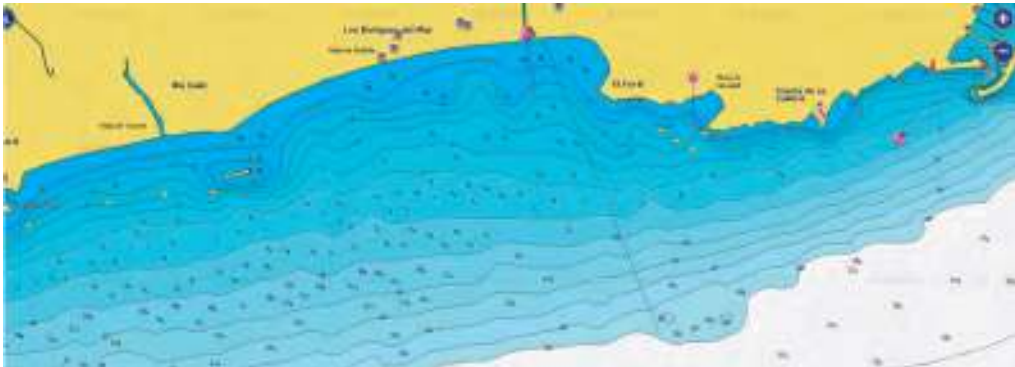


Figura 22: Vegi's com els pendents mitjos de la platja oberta d'Altafulla són propers al 2%, pel que les anomalies sols es veuen en els primers 6 a 7 metres de fondària, que són les cicatrius o conseqüències de les extraccions històriques efectuades i no massa ben detallades en aquest mapa actual de navegació

En el litoral des dels Munts a la Punta de la Galera, els pendents augmenten gairebé el doble.

L'efecte trampa de sorres des de l'espigó de la Roca de Gaià es reflecteix clarament, havent arribat en alguns períodes a unir-se amb la Roca de Gaià. Les extraccions realitzades periòdicament a l'entorn de la Roca de Gaià faciliten una acumulació posterior de més sorres. *Batimetries per cortesia de Navionics.*

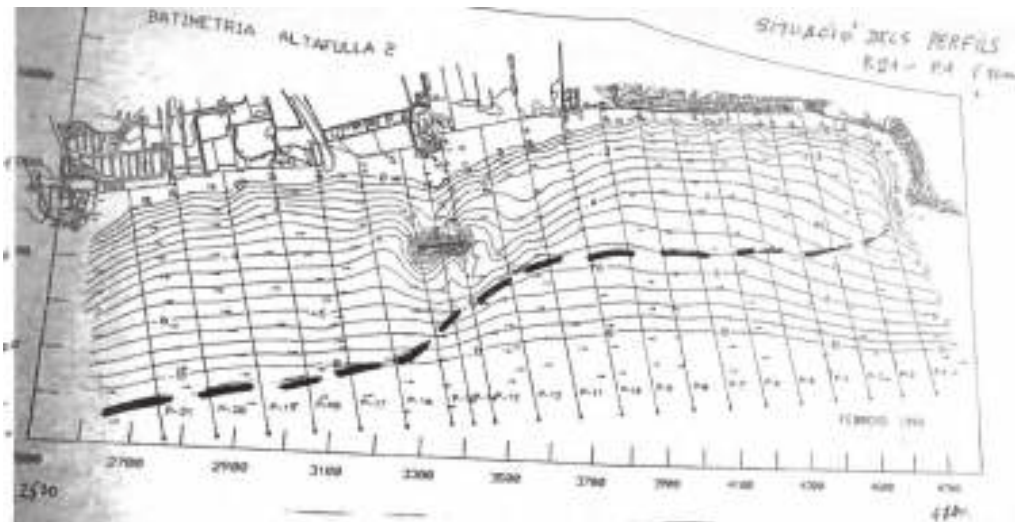


Figura 23: A partir de la diversa documentació servada a l'Arxiu Provincial de Tarragona, alguna dipositada a Amposta, extraiem aquesta planimetria subaquàtica genèrica dels anys 1991-92 i 93, amb la situació dels 21 perfils on es representen les variacions temporals d'aquells mesos. Es marca en una traça forta el sector amb més modificacions (uns 300 m al sector de Botigues, front uns 600 al sector passat l'espigó fins Tamarit). Per tant l'espigó també amplia la profunditat i amplitud on es retenen sorres

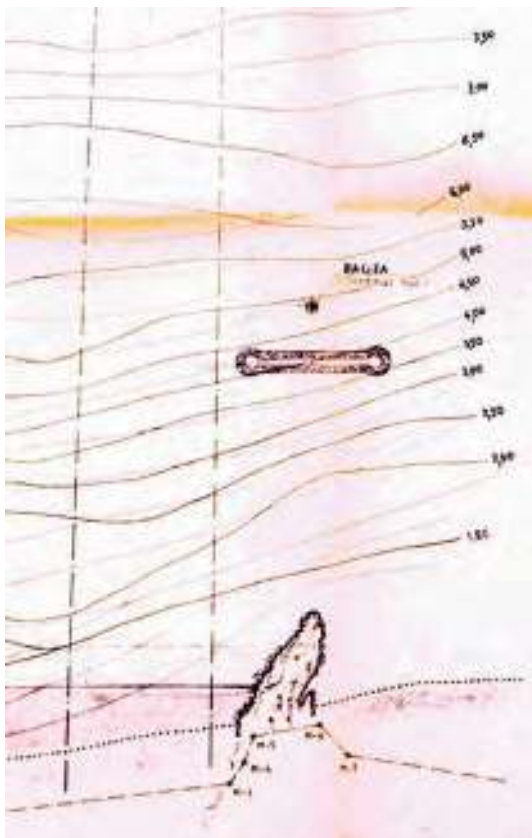
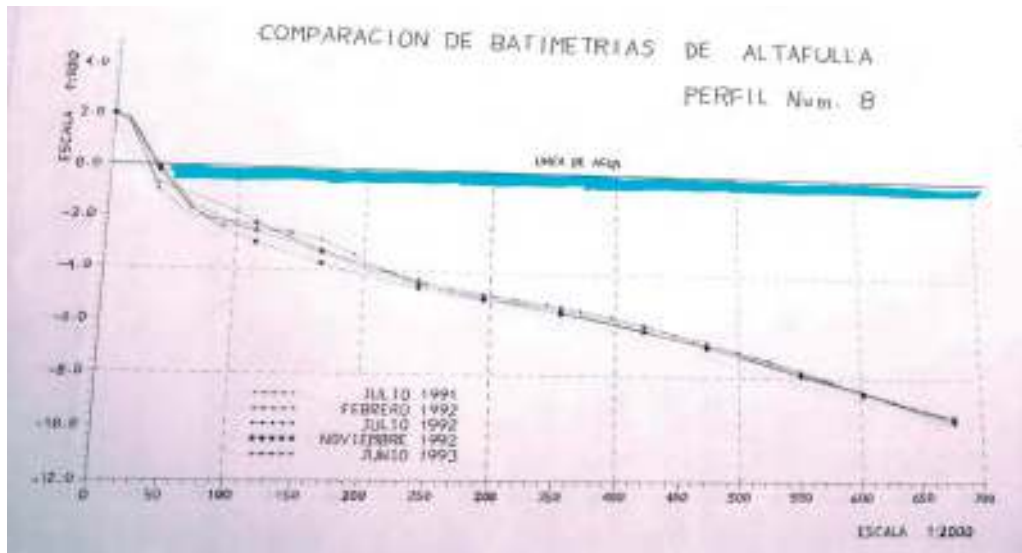




Figura 26: Dels diferents seguiments batimètriques fets per la Delegació de Costes, es pot reproduir les modificacions batimètriques des del juliol de 1991 fins desembre de 1993. En marró acrecions i en blau erosions

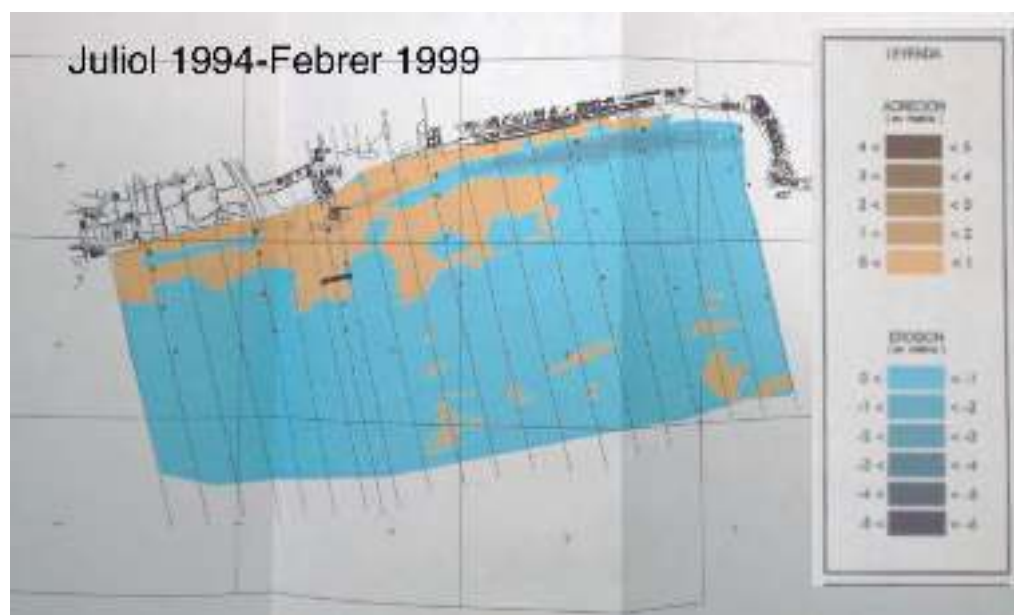


Figura 27: Variacions batimètriques des del juliol de 1994 a febrer de 1999: Recreixements o acrecions, en tons marrons d'1 a 5 m, i erosions registrades en blau, des d'1 a 3 m

En les documentacions dels estudis diversos i tabulats cronològicament efectuats per Costes o les empreses contractades hem escollit els anteriors mapes, així com la cartografia que descriu les granulometries mesurades al llarg dels perfils establerts²⁷.

EVOLUCIÓN GRANULOMÉTRICA PLAYA DE ALTAFULLA						
PERFIL	COTA	Nº	MARÇ-89	DICIEMBRE-92	JULIO-94	MAYO-95
P-3	2.00	1	FINA			
	0.00	2	FINA			
	-2.00	3	FINA			
	-4.00	4	FINA			
	-6.00	5	FINA			
P-4	2.00	1	FINA			
	0.00	2				
	-2.00	3				
	-4.00	4				
	-6.00	5				
P-6	2.00	1				
	0.00	2				
	-2.00	3				
	-4.00	4				
	-6.00	5				
P-10	2.00	1	FINA			
	0.00	2	FINA			
	-2.00	3	FINA			
	-4.00	4	FINA			
	-6.00	5	FINA			
P-12	2.00	1				
	0.00	2				
	-2.00	3				
	-4.00	4				
	-6.00	5				
P-14	2.00	1				
	0.00	2	FINA			
	-2.00	3	FINA			
	-4.00	4	FINA			
	-6.00	5	FINA			
P-17	2.00	1				
	0.00	2				
	-2.00	3				
	-4.00	4				
	-6.00	5				
P-20	2.00	1				
	0.00	2				
	-2.00	3				
	-4.00	4				
	-6.00	5				

Líneas consideradas para establecer el tipo de sedimento:
 ARENA GRUESA = 0.6 - 2.0 mm. ARENA MEDIA = 0.3 - 0.6 mm. ARENA FINA = 0.08 - 0.3 mm.

Figura 28: Taula resum on es sintetitzen els mostrejos realitzats en diferents perfils de la platja en cinc campanyes diferents (del març de 1989 al febrer de 1996). De cada punt de mostreig (des de la part aèria fins 6 m de fondària) s'indica la fracció dominant, que dona peu a la cartografia següent:

²⁷ Un dels beneficis més evidents de l'espigó de la roca de Gaià, i de l'acumulació al seu entorn de sorres mitges i fines, és la formació de sorres fines transportades pels vents al rereplatja, que un cop privat l'aparcament de vehicles, han format els sorrals que, correctament protegits amb balises, han permès la naturalització de l'espai i les nidificacions entre altres del corriol camanegre.

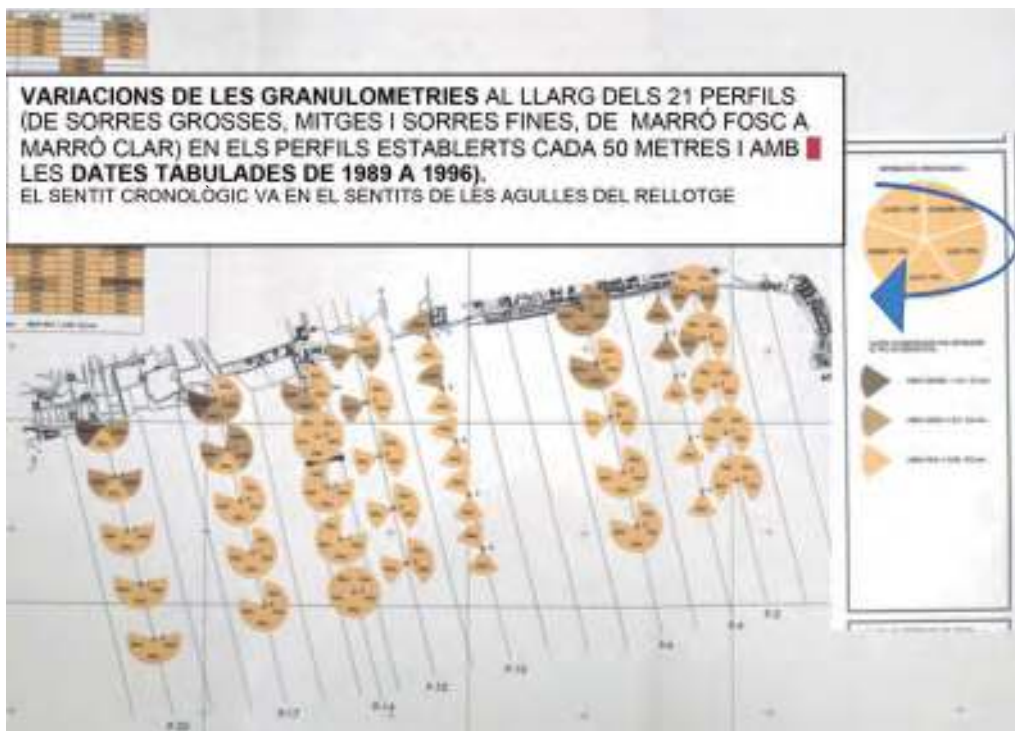


Figura 29: Variacions granulomètriques de 1989 fins 1996. Destaquem la concentració de sorres grosses vora la platja, junt als probables còdols, passant a sorres fines mar endins. A remarcar l'evolució freqüent de material cada vegada menys fi o més groller en la platja aèria o de poca fondària, per la granulo-classificació comentada en el text

7. Les alteracions geomorfològiques

Les alteracions geomorfològiques principals han estat:

1. Les extraccions històriques que després detallarem i que rebaixen els perfils supralitorals i infralitorals, garbellant les sorres aigües avall i deixant preferentment els còdols com a fracció grossa residual.
2. La construcció de l'espigó davant de la Roca de Gaià, l'any 1991, a uns 200 m de la Roca, amb una llargada de 100 m, paral·lel a la costa, i que ha frenat els corrents i onatges, permetent la sedimentació de sorres a l'entorn del mateix, formant un clar istme²⁸.

²⁸ Hem de remarcar que entre l'escullera i la Roca de Gaià s'hi va acumulant progressivament sorres amb absència de còdols o fracció grossa. Al contrari succeeix en l'espai intermareal on baten les onades, on es concentren les graves o fracció grollera, és a dir material gros i mal classificat.



Figura 30 : Avinguda²⁹ dels anys 60 on es veu el front de llims i argiles entrant a mar, deixant ben segur sorres i còdols en la platja o la llacuna fluvial de la seva desembocadura (fotografia dels anys seixanta)

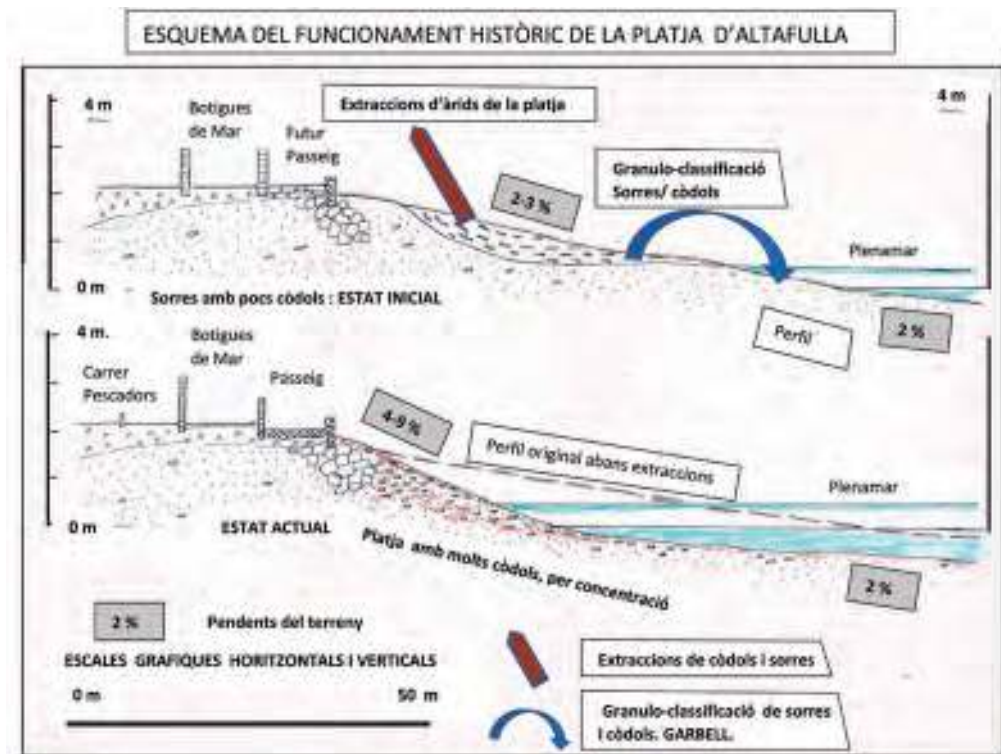


Figura 31: *Perfil superior*: perfil inicial amb el pendent (2-3 %) abans de realitzar les extraccions.
El perfil de sota: El perfil actual (4-9 %) amb les modificacions de pendent, granulometries i erosionabilitat

²⁹ Fins l'any 1975 l'aigua arribava de forma natural al mar, en major o menor quantia; a partir d'aquesta data es denomina avinguda al mateix fet de sempre, ara escàs, i gairebé es reserva per a les inundacions majúscules, que provoquen destrosses.

Les successives **extraccions d'àrids** provoquen uns pendents més grans, les ones s'hi trenquen amb major energia i augmenta la corresponent **granulo-classificació entre els còdols** que resten a la platja i les sorres que cada cop més entren mar endins. Els còdols es van aplanant i la platja aèria va sent **més erosiva, menys dissipativa**, i per tant es va, en general, progressivament aprimant en planta, amb pendents majors.

Si els pendents condicionen la dinàmica de les platges, els trenca-ones i la geomorfologia en detall de la part aèria de la platja també afecten el funcionament de la platja. D'aquesta manera les primeres Botigues³⁰, possiblement estaven instal·lades massa a la vora de mar.

Igualment afecten les extraccions sofertes que descriurem, així com les regeneracions intentades i sobretot la construcció a la part meridional de l'espigó davant de la Roca de Gaià, que frena els corrents i acumula sorres fins a formar un istme junt a la platja aèria³¹.

L'efecte de les extraccions és l'augment lent però irreparable dels pendents, actuant els onatges i temporals, que arrosseguen els materials sorrencs litorals amb més o menys còdols vers la zona de fricció, garbellant els materials més fins vers mar endins i deixant una major proporció de còdols en la superfície, per mor del major pes dels mateixos.

Aquest efecte garbellador, posterior a les extraccions, que es produeix sempre amb l'onatge, pot explicar per què el basament dels sondejors dels terrenys de darrere de les Botigues de Mar (des del final de la Via Augusta, els rebaixos de les obres a La Torreta³², la Plaça dels Boters³³, i més), són majoritàriament de sorres amb algun còdol escadusser i més encara en fondària, on pot haver-hi algun nivell de fangs orgànics d'aiguamoll)³⁴.

³⁰ Començades com a mínim a inicis del s. XVIII, per tenir espais comercials i facilitar el varat de les embarcacions, segons la documentació servada de l'època.

³¹ Recentment ha sorgit la idea o opinió una mica forassenyada o interessada que les sorres acumula- des a l'entorn de l'espigó de la Roca de Gaià són les que haurien de ser a la platja de les Botigues de Mar, perquè l'espigó hauria estroncat un suposat bucle que faria retornar les sorres, circulant majoritàriament de NE a SW, en sentit contrari, és a dir del SW al NE. Això significaria que les sorres procedents del Fortí i el bloc dels Munts es retindrien a Botigues si no hi hagués l'espigó.

³² Actual Hotel May, on s'observaren uns cinc metres de sorres amb ocasionals còdols.

³³ Estudis geotècnics efectuats previs a la construcció de les parcel·les.

³⁴ Els sondejors geotècnics recuperats en la plana del Vinyet (vegi's Carulla N, (1999) : *Evidències d'època ibèrica a les Eres d'Altafulla (Tarragonès) i el seu context paleogeogràfic*. Estudis Altafullencs 23, (pàgs. 23/30), es veu l'escassetat de còdols en els materials fluvials. Igualment aquesta menor proporció de còdols rodats globulars també es pot veure en les terrasses recents del Gaià (a 1 o 2 metres de la llera) on no predominen els còdols com a fracció grollera.

Per tant, en segles passats, l'abundància de còdols no seria tan gran. La presència de còdols seria una conseqüència indirecta o directa de les extraccions i retreballaments: els còdols globulars, de formes semblants a patates, procedents del Gaià, s'aplanarien en el llarg però continu retreballament en vaivé, del reequilibri dels perfils de la pròpia platja.³⁵

Presentem exemples dels còdols més normals on es veu el ràpid aplanament dels mateixos:



Figura 32: Els sis còdols de l'esquerra corresponen a calcàries cretàiques, del tipus de **pedra de Santa Tecla**, planars i molt arrodonits, de mida mitjana. Els dos còdols foscos intermedis corresponen a **roques ígnies, abocades amb el sauló l'any 1994**, encara amb alguna aresta angular, després de vint anys arrossegant-se per la platja, i els dos còdols de la dreta corresponen a **abocaments antròpics ceràmics**, corresponents a una cassoleta a dalt i un tros de totxo a baix, que encara tenen alguna angulositat

Dona la impressió que es podria estudiar si hi ha certa gradació en les mides dels còdols des de Tamarit vers el Fortí³⁶.

³⁵ Tothom ha sentit la remor dels còdols al fregar-se entre ells i traslladar-se rítmicament en un vaivé regular de manera planar amb l'onatge en els àmbits intermareals, tot fregant-se i aplanant-se entre ells. Amunt i avall van classificant-se i resten en els punts que ja no es belluguin fins que canviïn les circumstàncies hidrodinàmiques. En la part aèria, els còdols no poden ser mobilitzats com a la part subaquàtica o intermareal, ja que allà l'energia dels onatges no hi arriba.

³⁶ En principi haurien d'anar-se aplanant com més a llevant; com més temps transcorregut haurien de ser de mida més reduïda i més aplanats.

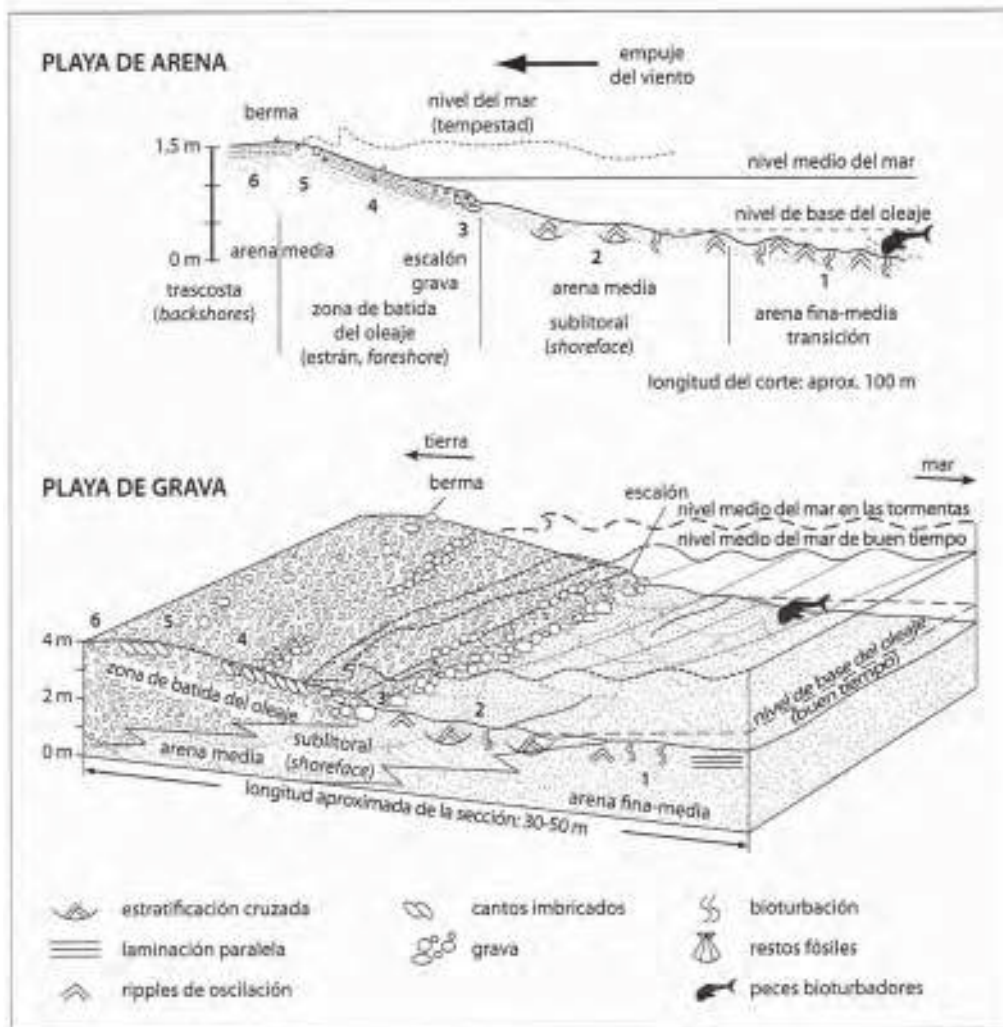


Figura 33: Gradacions entre platges de sorra i platges de grava per la selecció granulo-classificatòria dels onatges. (Modificat de Dabrio y Polo, 1993)

A la platja de Torredembarra es coneixen prou bé la situació de les barres rocoses que es presenten a diferents fondàries (*antines*) constituïdes per gresos i microconglomerats de fàcies continentals/litorals. Aquestes barres o estrats trenquen els trens d'onatges, sobretot de les llevantades. En canvi a la platja d'Altafulla no es coneixen massa bé la situació i característiques de les denominades *atiments*, que semblen correspondre a les antines torrenques.



Figura 34: Els materials detrítics cimentats que formen les antines, un cop arrancats i aportats a la platja. Materials arenosos cimentats i poc rodats i bastant rars

No sabem si els atinents es formaren o no durant el **Quaternari molt recent** al igual que les antines,³⁷ i un cop formades es re-erosionaren, pel que sigui (per estar poc cimentades o per neotectònica o fractures d'Altafulla-Roca de Gaià). Sembla que els atinents es troben a major fondària que les diferents barres de les antines. Els atinents els dibuixen entre les cotes de 15 i 18 m, mentre les antines descrites estan a entre els 1 i 8 metres.

Comes i Gual (2011) situen i descriuen les antines (roquetes, antina i barra de tres i el Brut) en la seva obra *El mar dels pescadors de Baix a Mar* (pàgs. 39-44). Referent a la més profunda, el *Brut*, pensen o informen que s'expandeix fins passat Calafell i que està constituïda per les roques miocèniques dels Munts³⁸. Es troba a 800 metres de la platja i a uns 16 o 18 metres de fondària, el que significa que tenim un **pendent mig del 2%**.

³⁷ Vista la seva composició detrítica, horitzontalitat, pendent i ritmicitat, possiblement corresponguin a terrasses marines cimentades en períodes d'aigües regressives, on les sorres quedaven en condicions aèries, sense acció erosiva i possibilitat d'encalitzar-se, és a dir cimentar-se. Posteriorment un episodi transgressiu de les aigües recuperaria les condicions actuals.

³⁸ Aquestes roques sedimentàries marines, calcarenites i bio-calcarenites amb limolites, les referenciem com a *pedra de Calafell*, per les seves explotacions modernes allí situades, o com a *pedra del Mèdol*, per les històriques pedreres, on els romans preservaren la cota inicial del terreny, conservant-se la icònica imatge de la seva agulla, alçant-se 18 metres damunt el nivell base de les pedreres.

Aquesta presència del miocè en tot l'àmbit del Brut certificaria l'estructura tectònica d'aquest litoral tarragoní.

8. Extraccions històriques, temporals marítims, afectacions i regeneracions efectuades

8.1 Extraccions antròpiques.

Les extraccions importants comencen a mitjans del segle XIX, amb la construcció de la línia fèrria, inaugurada l'any 1865, on tot el terraplenat del talús del tram alçat altafullenc, de vora 1.000 metres, es feu en gran part amb extracció dels àrids litorals³⁹.

Al doblar-se la línia fèrria, (final 1927-1931) es continuà extraient dels mateixos llocs, tal com podem observar encara en els llocs on afloren els materials del talús.



Figures 35 i 36 : Fotos dels materials litorals utilitzats per la construcció del talús de la línia fèrria d'Altafulla-Tamarit. Els materials litorals altafullencs es diferencien per la presència de còdols carbonatats aplanats, a causa d'haver estat anys o segles balancejant-se amunt i avall en els trams marítims onejats del fons litoral, sense poder desplaçar-se definitivament mar endins com ho varen fer les sorres que acompanyaven els còdols

Una primera valoració dels volums extrets pel talús de la via del tren pot ser de l'ordre de 30.000 m³.

Igualment el rebliment dels carrers immediats a Botigues de Mar es va fer amb les graves i sorres de la platja.

Un cop es disposava d'estació ferroviària de càrrega es varen efectuar campanyes de rebliment dels terrenys de Coma-ruga (T.M. del Vendrell) i Calafell, mercès a la proximitat de l'àrea d'extracció.⁴⁰

³⁹ Vegi's "150 anys del ferrocarril de Tàrragona a Martorell 1865-2015" IEC. Pàg. 154-155.

⁴⁰ Aquestes pràctiques extractives no eren exclusives de la platja d'Altafulla: La platja Llarga va alimentar la construcció de tota la *Ciudad Residencial de Educación y Descanso* de Tàrragona.



Figures 37 i 38: Una rècula de mules tirant del carro de trabuc per tragar còdols i arenes: Documents gràfics dels sistemes d'extracció de graves i sorres de la platja vers els vagons ferroviaris, amb el destí de terraplenar àrees pantanoses i inundables. Destaquem com els còdols semblen aparèixer especialment en la part superior més rentada i garbellada

L'any 1947 s'instal·là la **fàbrica de Magnèsia**,⁴¹ que a partir dels còdols carbonats de l'entorn de la Roca de Gaià, i amb la intervenció de les aigües marines⁴², mitjançant un procés químic s'obté carbonat de magnesi, denominat també *magnèsia*. Els residus es preserven encara darrere de la Roca del Gaià⁴³. La fàbrica treballà fins l'any 1985, podent valorar un volum d'extraccions de l'ordre de 80.000 m³, pel cap baix, segons dades de la producció d'aquells 39 anys. Del procés fabril també s'aprofitava la calç, com a subproducte. Era una calç d'alta qualitat, mercès a la qualitat química dels còdols de pedra cretàica, majoritàriament pedra de Sta Tecla.

Igualment els còdols de la platja han servit per **empedrar i guarnir els carrers** de la Vila Closa, i molts carrers o voreres del poble, bé siguin còdols o gravetes més fines⁴⁴. També en els pobles veïns com Torredembarra en el seu barri antic. És difícil quantificar les moltes extraccions acumulatives públiques o privades⁴⁵. Òbviament el

⁴¹ Vegi's Muntaner A., (2008): *Records de la fàbrica de la Roca de Gaià*. Estudis altafullencs 32. Pàgs. 35-44, on també menciona les extraccions de la platja per efectuar carrers i terraplenats a Coma-ruga.

⁴² Del pou de captació d'aigua de mar encara és visible la seva canonada de ferro en la punta de la Roca.

⁴³ El projecte imminent de naturalització i preservació de l'espai del Vinyet, adquirit per la Generalitat, contempla la retirada de les restes de la fàbrica i els seus materials residuals.

⁴⁴ Per exemple l'arrebossat de la pallissa del Senyor efectuat l'any 1933, segons un grafit local de la façana de llevant. També tots els arrebossats de l'església.

⁴⁵ Ens informa el constructor Enric Barceló que durant els anys 60 en Pep i en Joaquim Vidal, pare i fill, disposaven d'un tractor Land que podia extreure les graves i gravetes des de dins de l'aigua. Els carrers i obres de la urbanització *Luzymar*, al peu del turó de Sant Antoni, utilitzaven aquests materials. Igualment els carrers que es feren per marcar els carrers que van vers la Fàbrica de magnèsia, en un intent d'urbanització del sector, apareixen fets igualment amb els còdols planars.

passeig marítim actual està complementat amb els preceptius còdols que, disposats verticalment junt a la roca de la Sénia, donen bon resultat.



Figures 39 i 40: *Esquerra*: Mur de la Pallissa de l'era del Senyor: arrebossat l'any 1933 segons mostra el grafit, amb àrids, damunt d'un altre anterior, també amb les gravetes, visibles a l'esquerra. *Dreta*: Esgrao de l'escala de l'església, amb els replans de còdols com la majoria de la part del poble. L'esglao amb pedra de la Savinosa-Altafulla, amb un equínid (eriçó de mar) fòssil

Totes aquestes extraccions dels àrids de la platja condicionaven l'avançament del front intermareal, resultant més erosius els temporals i retreballant i garbellant els materials de la platja. Tot plegat quedaven els còdols més pesats en les parts superiors i les sorres i materials fins més mar endins. Per tant, la dinàmica litoral opera com una maquinària de granuloclassificació permanent.

8.2 Temporals i altres afectacions

Òbviament de temporals de mar sempre n'hi ha hagut i n'hi haurà, però les afectacions són i seran diferents, en funció de les característiques de la platja. D'una platja que en estat natural podia ser força una **platja dissipativa**⁴⁶, o sia que l'onatge arribés esmorteït pel seu perfil suau i la presència d'**atinents o barres litorals consolidades**, s'ha passat amb els anys a una **platja erosiva**⁴⁷, anomenada també **platja reflectiva**, per causes majoritàriament antròpiques, com les extraccions efectuades reiteradament.

A nivell descriptiu coneixem que els temporals més intensos venen de llevant i de migdia. Ho certifica la rosa dels onatges que es pot consultar a *Comes i Gual* (2011), pàg. 29.

⁴⁶ Els pendents d'aquestes platges solen ser similars a la platja subaquàtica, on hi ha equilibri d'erosions i aportacions.

⁴⁷ On hi ha dèficit del balanç entre les aportacions i les erosions.

El canvi climàtic empitjora tot el context litoral present, amb l'elevació de temperatura de l'aigua del mar i sobretot amb el progressiu i acumulatiu ascens del seu nivell.

La bibliografia i dades de l'increment progressiu del nivell del mar és aclaparadora. Les dades divergeixen puntualment perquè és un fenomen que depèn de moltes causes i variables. Fins i tot poden haver-hi estacions en què, per causes d'elevacions geològiques del terreny, els nivells locals marins es retirin. Però en general i en el nostre litoral tarragoní, podem preveure ascensos mitjos “d'alguns pocs mm anuals”, per mor principalment de:

1) La fusió de les masses polars per increment de la temperatura.

2) L'augment de les temperatures marines i per tant la dilatació de les masses marines⁴⁸.

Durant la **Setmana Santa de 1973** hi ha el **temporal de les faves**, arribant el mar a mig metre de les cases. Es construeix amb urgència un mur de formigó amb escales per baixar a la platja. El mur, sembla que d'iniciativa privada, fou per salvar les cases, cobrint-se el carrer amb grava.

L'any 1975 s'acaben les obres de la presa del Catllar, situada a 10 Km aigües amunt de la platja, amb el que la font d'alimentació núm. 1 resta pràcticament anul·lada. Sols un torrent menor, el torrent de Salomó, aporta ocasionals i petites avingudes.

Al novembre de 1983 un altre temporal trosseja el mur de formigó, fent-se una ràpida reparació. Es fa una escullera amb blocs de la pedrera de Ferran. Aquells anys es van construir els habitatges a ponent del Pont de Mar. IQUIRGA, la fàbrica de Magnèsia, encara funcionava⁴⁹.

L'any 1991, es construeix l'espigó de la Roca de Gaià. A través d'un camí temporal i separat uns 200 m, i amb una llargada de 100 m, se situen els centenars de blocs de la pedra de Ferran, amb una amplada a la part superior aèria d'uns 6 m, que actua com a trampa hidrodinàmica per retenir els fluxos de sorres que es dirigeixen vers el SW. Aquesta trampa ha permès redistribuir part de les sorres en les diferents campanyes de regeneració, tal com es mostra en l'apartat següent. Per tant hem de valorar aquesta actuació com a francament positiva respecte a la platja d'Altafulla-Tamarit. L'efecte beneficiós arriba fins el Club Marítim i l'inici de la platja de Botigues.

⁴⁸ Sense tenir en compte que en el nostre cas, tal com hem vist en l'apartat de geomorfologia, poden haver-hi moviments neotectònics, principalment d'assentaments mar endins que facin descendre els blocs litorals. Aquesta subsidència o enfonsament en el Camp de Tarragona és coneguda i controlada per una xarxa de mesures d'alta precisió. En diferents esquemes geològics de la plataforma continental tarragonina es dibuixen fractures de direccions principals Catalànides, és a dir NE-SW en general.

⁴⁹ Tanca l'any 1985.



Figures 41 i 42: Imatges de l'istme format entre la Roca de Gaià i l'espigó. A l'esquerra, del 5 de febrer del 2022 i a la dreta del 27 d'abril del 2022, passat el temporal de Sant Jordi d'aquell any. No s'observen variacions

L'any 1992 i 1993 es completen les obres del Port de Torredembarra. Presumptament les aportacions de sorres que flueixen lliurement per la platja natural de Torredembarra (platja dels Salats i Muntanyans) han restat retingudes en part a la platja de la Paella i en part a la bocana del Port. Motiu pel qual l'any 2015 es va fer un dragatge controlat⁵⁰ des de la bocana fins a la platja submergida de Botigues de Mar. En total s'hi abocaren 35.000 m³ de sorres fines, tal com indiquen les **granulometries efectuades**.

El quart trimestre de 1993 comencen les obres del Passeig Marítim actual⁵¹, sota un projecte de l'arquitecte municipal Josep M. Roca Tarragó. El carrer de Botigues té una amplada de 8 a 10 metres. Les cotes del Passeig oscil·len entre 2,4 m a la part de Pont de Mar fins menys de 2 m arribant vora el pontet de La Rasa, on el passeig s'eleva per donar més llum o secció a la llera de la Rasa. Aquest extrem enllaça amb el parc de Voramar i la pineda allà preservada.

⁵⁰ Es realitzà un control cada 5.000 m³ dragats i desplaçats, de les aigües i la seva turbidesa, i de les sorres extretes amb la seva granulometria i matèria orgànica. Cada 20.000 m³ es feia una analítica més completa de metalls pesats, hidrocarburs. Igualment es feia una monitorització de les praderes de fanerògames properes a la zona d'actuació, amb filmacions subaquàtiques.

⁵¹ Acaben les obres de situar tots els paraments de còdols l'any 1994.



Figura 43: A l'extrem nord del passeig no hi ha escullera defensiva i les pluges de Santa Tecla de 2022, amb la seva erosió per les boques de drenatge, descalçaren les sorres que tapaven els materials antròpics o del basament de l'antic camí o passeig original

La separació entre el parc de Vorammar i la platja es feia a través d'una mota antròpica⁵² fixada als anys 60 amb un seguit d'atzavares o pites, tant per retenir els materials de la mota⁵³ com per crear una barrera entre l'espai públic de la platja i l'espai de l'antic *Càmping Altafulla*.

El mateix 1994 es fa la gran regeneració amb sauló, excepte la part superior feta amb sorra, amb potser un centenar de m. d'amplada fins l'aigua, que l'any següent ja estava reduïda a la meitat.

⁵² Aquesta mota antròpica s'ha instal·lat especialment en el front de càmpings litorals, com el de la Platja Llarga (*Càmping Les Palmeres*) o terrenys agrícoles litorals, com les finques agrícoles de les Madrigueres.

⁵³ Mota es una elevació lineal per defensar-se de les aigües a manera de dic. Pot ser artificial o natural. La mota fluvial i natural de molts cursos d'aigua es diu *levées* i evita les inundacions de petites avingudes.



Figura 44: Projecte de l'any 1999 on es preparava el Pla d'Ordenació i restauració natural de la pineda de Voramar, respectant tant la flora al·lòctona de les atzavares o els eucaliptus, amb funcions bàsicament defensives i de dessecament de l'espai.



Fotos 45 i 46: De la secció estratigràfica de la mota del Voramar, on es veu la base antròpica de rocs amb una mica de sòl agrícola cobert per sorrells actuals, amb algun còdol i terres recents. A la dreta, visió de l'agressió del temporal de 23 d'abril (Sant Jordi) de 2022, amb el desarrelament de les atzavares, i les arrels despenjades. En primer terme, restes de les *Cymodocea nodosa*, planta fanerògama de la platja subaquàtica

A partir de 2018 s'instal·len biòtops⁵⁴ a uns 4 a 7 m de fondària davant del Club Marítim, com a potenciador d'hàbitats subaquàtics. En principi donada la

⁵⁴ Estructures carbonàtiques amb multitud de cavitats per facilitar la vida subaquàtica.

fondària i dimensionat no han de tenir cap influència en la hidrodinàmica ni la gestió de sorres.

Al final del carrer Botigues, abans d'arribar al Club, s'exposa i explica el model de biòtops.

El futur d'aquestes trapes potser passi pel model d'un gran biòtop més profund i dimensionat, a semblança del projectat a la platja de Torredembarra, on s'instal·larà un gran turó o con des de les fondàries de 30 m fins a 14 m sota mar, constituït per uns aglomerats de pedres o blocs de les calcàries bio-calcarenítiques de les pedreres de Bellvei, totalment carbonatades, molt esponjoses i gran facilitadores dels hàbitats per a la fauna submarina.⁵⁵



Figura 47: La implementació del **Pla de gestió del sistema platja** de l'any 2020, (foto superior del tram La Rasa-Voramar) s'iniciava amb la instal·lació de captadors eòlics en diferents àmbits. Aquesta instal·lació es proposava al peu de les atzavares separadores de l'antic càmping Altafulla, pressuposant la retirada de les atzavares, malgrat que no s'apuntava explícitament. Sí que s'apuntaven certes “*deconstruccions*” que posteriorment es concretarien en l'**Avantprojecte de millora i adaptació al canvi climàtic... de setembre de 2021**

⁵⁵ Inf. oral del Sr. Oriol Milà, Director del Port de Torredembarra.



Figures 48 i 49: En les dues fotos superiors es mostra l'operació d'arrencament parcial de la filada d'atzavares. Es poden observar les zonificacions de trams més gravosos o arenosos separats per bermes, indicadores de les diferents fases de retreballament dels sorrells litorals. La foto de la dreta mostra el predomini de sorres en el tram superior, front al tram amb còdols del tram inferior mullat

8.3 Regeneracions efectuades.

La regeneració més gran efectuada correspon a la feta l'any 1994, amb les obres del Passeig de Botigues de Mar. Aquell any es varen aprofitar les obres de l'escullera de la Roca de Gaià, com es pot veure en la imatge següent, extreta d'un fulletó publicitari⁵⁶.



Figura 50: Reproducció de la regeneració de l'any 1994, extreta del fulletó de Costas: *Recuperando la Costa. Tarragona*

⁵⁶ El cost de les operacions de regeneració o realimentació de les platges varia molt segons l'àrea d'abastament i el sistema, bé sia de la part de la roca de Gaià o d'àrees més llunyanes. Tothom està d'acord en la gravetat de les aportacions que es feien de la mateixa platja submergida, malgrat que no hi hagi vegetació de *Posidònies* en aquell sector. El projecte de regeneració de la platja d'Altafulla de 1989 pujava a més de 166 milions de pessetes (més d'un milió d'euros, en teoria).

Any	Volum m ³	Procedència
1991	40.000 ?	Sauló granític
1994-95	195.000	En fer el Passeig: sauló de les pedreres de Borges Blanques-Alforja.
2006	10.806	En principi, i si no es diu el contrari, procedents de davant la Roca de Gaià i escullera.
2007	10.836	
2010	7.560	
2011	1.566	
2012	10.927	
2013	4.676	<i>Dragatge de la bocana del port de Torredembarra</i>
2014	4.700	
2015	36.000	
2015	11.870	
2016	2.016	
2017	26.250	“No pressupost”
2018	16.110	
2020	4.000	
2021		
2022	15.000	

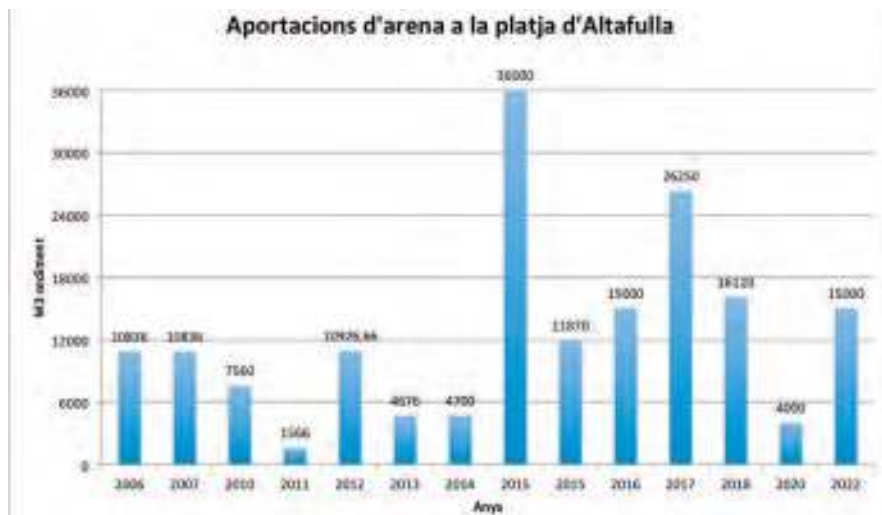


Figura 51: Aportacions recents de sorres a la platja. Dades de Costes 2022⁵⁷

⁵⁷ Dades facilitades per la Regidora Alba Muntadas, procedents de *Delegación de Costas*.



Figures 52 i 53: Les regeneracions més freqüents (foto de l'esquerra) s'han fet a partir de les acumulacions al peu de la Roca de Gaià, que aflora a la dreta de l'altra fotografia. La sorra mullada mostra el tram estret al voltant de la Roca. Al fons, l'espigó o dic absent

Els abocaments més interessants potser han estat els efectuats a la tardor del 2015, provinents del dragatge de la bocana del Port. Al contrari dels abocaments massius de sauló amb rocs de granit barrejats —dels anys 1994-95— que tingueren diferents efectes negatius, entre altres la desnaturalització dels sediments de la platja, en el present cas es comprova la idoneïtat tant dels materials extrets com de l'emplaçament de l'abocament.

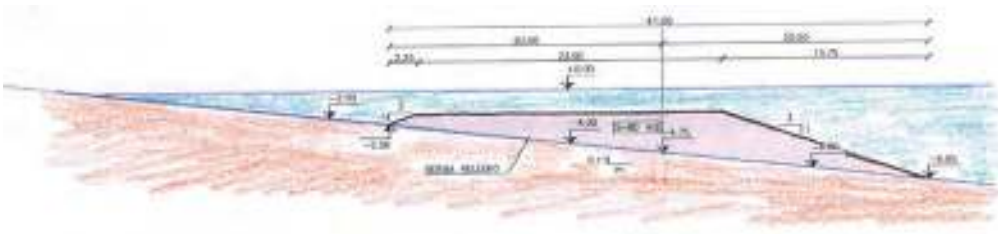


Figura 54: Posició dels abocaments del dragatge de la bocana del Port de Torredembarra, a llevant de Botigues de Mar, entre les cotes de -7 i -2,5 m, en un transsecte de 41 m

Segons aquest perfil la zona on s'abocaren les sorres, que correspon al tram més erosiu de la platja d'Altafulla, tenia un pendent de **10,9 %**, en un entorn que el pendent natural hauria de ser **entre el 2 % o màxim del 4 %**. Això **mostra el grau d'afectació de la degradació dinàmica**, més evident en la platja subaquàtica que en la platja aèria. Aquest tram de la platja d'Altafulla, el Servei de Costes valora que té **una taxa o índex d'evolució negativa o erosiva mitja de -6 m/any**.

Abans d'efectuar els abocaments es valorà on calien més aportacions, i si les sor-

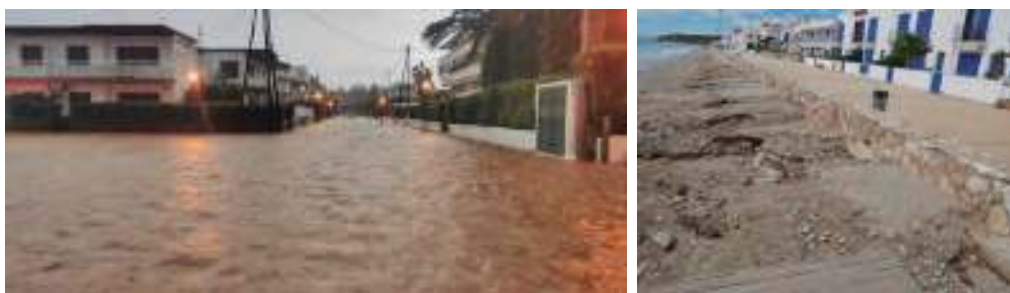
res eren compatibles amb les preexistents. Les sorres dragades tenen característiques similars a les de les platges d'Altafulla, Tamarit i Canyadell.

9. L'acció de les aigües pluvials.

En general les aigües pluvials o d'escolaments superficials tenen aquí poca influència en la dinàmica litoral, fora de les aigües fluvials o de lleres torrencials.

La desembocadura del Gaià forma normalment un estany litoral, i sols en cas d'avingudes l'escorrentia superficial trenca la barrera que tanca l'estany. En pocs dies es torna a tancar, si no hi ha cabals considerables.

La tarda del 23 de setembre de 2022, varen precipitar-se vora 160 mm, fet que provocà les inundacions de la part baixa de Baix a Mar i altres del propi poble. En aquest cas fins i tot les vies de sortida d'aigua del Passeig Marítim funcionaren i produïren erosions damunt de l'escullera coberta de sorres, degut al gran pendent de la mateixa.



Fotos 55 i 56: La plaça Consolat de Mar, aquell vespre de Sta Tecla del 2022, sense cotxes i mig metre d'aigua pluvial, que en drenar-se per les sortides del Passeig de Mar erosionaren les sorres que cobrien l'escullera del Passeig

10. A manera de resum: Diversitat

La diagnosi exposada fins ara, tant històrica com geomorfològica, conclou en un tret principal com és la diversitat.

10.1 Diversitat d'orígens:

Les diferents àrees d'alimentació es mostren en l'apartat 4. Els seus materials ho indiquen. Per aquest motiu qualifiquem aquesta **platja com poligènica**.

La regeneració amb materials diferents als propis, com els saulons granítics, ha complicat les coses, aportant elements al·lòctons, que es van integrant en el **mare-màgnum sedimentològic** que resulta l'actual platja d'Altafulla.



Fotos 57 i 58: Els elements estranys a la platja es notaven per ser blocs granítics més grossos i menys rodats⁵⁸, grans quarsosos i metalls pesats que també es concentraven, com es pot veure en la foto de la dreta

10.2. Diversitat temporal:

L'equilibri inicial del què molt probablement gaudia en períodes prehistòrics entre les aportacions diferents i la seva redistribució a la platja mixta o poligènica, es va trencar progressivament amb les diferents intervencions realitzades dins i a l'entorn de la platja (apartat 4). Ha passat de ser una **platja deposicional a una platja erosiva**, almenys en el tram altafullenc.

Molt probablement la platja d'Altafulla-Tamarit en els seus orígens era molt més arenosa que en l'actualitat, i sols els factors històrics mencionats l'han derivat a l'estat actual.

Ens preguntem com podem interpretar que els sondejors i obres efectuats en el rere-platja⁵⁹ donin una visió de platja més sorrenca que la platja actual.⁶⁰

10.3. Diversitat morfològica:

La irrupció de l'espigó de la Roca de Gaià, o dic absent, ha consolidat una asimetria morfològica, amb un àmbit per retenir sorres. Això ha permès redistribuir les sorres posteriorment, amb major o menor èxit, per damunt d'una platja on, les extraccions històriques i el trencament de fluxos provinents del sector del Cap Gros - Fortí - Canyadell i de la platja de Torredembarra, havia provocat un dèficit d'aportacions. El

⁵⁸ Després de la trentena d'anys tombant en els trams intermareals i d'arrossegar-se pel fons, ja han començat a arrodonir-se, com es veu a la foto de l'esquerra.

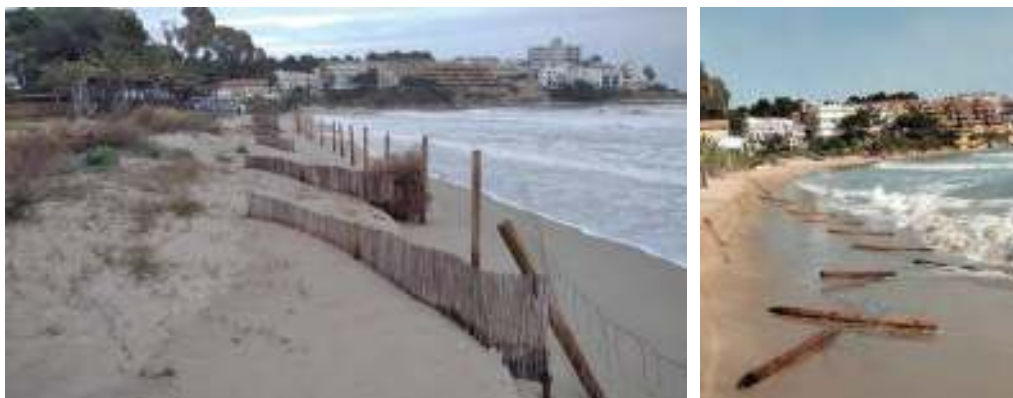
⁵⁹ Fa pocs anys, en la transformació de l'Hotel La Torreta a l'Hotel May, es va efectuar un ampli i profund rebaix on molt majoritàriament eren sorres amb molt pocs còdols, igual que en algun geotècnic proper de la plaça dels Boters.

⁶⁰ A partir dels sondejors geotècnics i rebaixos d'obres localitzats en la part del darrere de la primera línia de mar sembla que predominen molt els perfils de platja majoritàriament sorrenca, en front dels trams més codolosos, trams o passades de llims organògens de rereplatja o aiguamolls, i/o de materials eluvinars, més abundosos en els dos extrems de la platja: El Vinyet -tram final de La Rasa.

desequilibri junt amb altres factors condiciona el retrocés de la platja, similar a una **transgressió marina**⁶¹.

L'intent de crear espais d'acumulacions de sorres eòliques es pot dir que ha fracassat en l'espai del Fortí-Voramar, per manca d'espai i de masses mobilitzables pel vent.

El mateix podem dir dels captadors eòlics o encanyissades del final del Passeig fins el Club Marítim.



Figures 59 i 60: Els captadors eòlics o encanyissades del sector de Voramar superats pels temporals

En canvi podem qualificar com a favorable l'acumulació inicial de sorres eolitzables darrere del búnquer de la Roca de Gaià, mercès a disposar d'espai i també de disposar de les sorres de l'istme entre la Roca i l'espigó⁶².

⁶¹ En geologia es parla de **transgressió marina**, l'ascens del nivell marí o enfonsament dels terrenys, el que en dinàmica litoral es denomina **regressió litoral**. I al contrari, el que en geologia es denomina **regressió marina** correspon al recreixement del litoral, per descensos del nivell del mar.

Les transgressions marines reconegudes durant el quaternari corresponen als períodes interglacials del quaternari, és a dir, períodes càlids que amb la fusió dels casquets polars varen provocar elevacions del nivell del mar.

En la retirada o baixada del nivell marí restaren sovint materials d'aquestes antigues platges. Tal sembla correspondre a les restes d'una antiga terrassa marina (eutirreniana) trobada al peu del turó d'Altafulla, com es notifica en aquest número d'Estudis Altafullencs.

⁶² En aquest sector sense caldre encanyissats d'abalisaments.



Figura 61: Entorn de la Roca de Gaià, amb el seu espigó, o dic absent, a 200 metres del rocam natural i de 100 metres de llarg, que facilita l'acumulació de sorres al seu entorn, i que permeten traspasar part dels seus volums vers la Platja de Botigues.

El tram groguejat, entre la Roca i el Club Marítim, correspon als sorrells inicials protegits del trànsit de persones i cotxes

11. Estudis en curs: Present i futuribles

Un cop presentat el passat dinàmic de la platja àeria i presumint també els canvis en la platja submergida, a manera de diagnosi podem resumir o remarcar:

En la diagnosi realitzada trobem dues causes per explicar les crisis en la platja: **Les causes intrínseques (extraccions i urbanisme)** junt a **les causes extrínseques (tan-caments de les aportacions per la presa del Catllar i el port de Torredembarra)**.

Davant d'aquesta situació hi ha diferents possibilitats:

- Provar d'acumular sorres mobilitzables pels vents, en els espais que resten entre la platja àeria i l'urbanisme, en els extrems no tan ocupats.
- Aportar sorres de l'entorn, és a dir, les regeneracions efectuades amb menor o major eficàcia i duració.
- Intentar a mig termini reduir l'energia erosiva de la part àeria i intermareal, frenant-la abans d'impactar a la platja, amb la formació dels esculls o espigons artificialitzats⁶³.

⁶³ El tercer trimestre de 2022 es tanca un acord amb Costes i el LIM (Laboratori d'Enginyeria Marítima) depenent de la UPC, per estudiar al llarg de tres anys la hidrodinàmica de la costa altafullenca, mitjançant el seguiment de batimetries i mostrejos, que permetin dissenyar estructures defensives mar endins, per a protegir la platja àeria i no malgastar excessivament en les regeneracions de sorres que s'hi puguin efectuar.

L'alternativa d'acumular sorres mobilitzades pels vents fins a sorral·ls dunars, que serveixin per frenar la transgressió marina o el retrocés de la platja, ha de tenir present que per poder implementar aquesta alternativa conservadora i potser més ecologista calen com a mínim *sine qua non* quatre condicions:

1. Una massa preexistent de sorres en quantia important.
2. **Una fracció de la massa amb granulometria mobilitzable:** Han de ser amb diàmetres inferiors a 0,3 mm.
3. **Una àrea de deposició i fixació de les sorres.**
4. **Un règim de vents que mobilitzin les sorres, des de la seva disposició inicial als sorral·ls eòlics de la rereplatja.**

De les quatre condicions determinades sols es compleix la quarta, en general.

Només es podria valorar el sector del Vinyet i del Club Marítim, com a potencials àrees amb les tres primeres condicions, gràcies a l'efecte trampa de l'espigó de la Roca de Gaià, amb el handicap que aquests materials pertanyen al terme municipal de Tarragona.



Fotos 62 i 63: En el sector de l'entorn de la Roca de Gaià i la platja del Vinyet, els canyissos instal·lats com a captadors eòlics funcionen com generadors de sorral·ls eòlics de sorres fines

A part d'això el garbellat de les sorres depositades a favor de l'escullera, especialment en els seus extrems vora el Gaià o vora el Club Marítim, va enriquint els percentatge de còdols a mesura que passen els anys, amb la qual cosa l'eficàcia eòlica o granulomètrica descendeix o s'anul·la.

Les opcions de regeneracions s'haurien de valorar en el seu conjunt i semblen no sostenibles, a no ser que es combinessin amb estructures enginyerils, de reducció de l'energia incident en els temporals.

Afortunadament tenim l'experiència de l'espigó o dic absent de la Roca de Gaià, que qualifiquem de salvadora i exemplificant. Aquesta experiència s'inclou de ple en la tercera opció.

Les opcions realitzables, a part de l'opció de no fer res, són decisions que s'escapen de la política local, però caldria que hi hagués un cert consens per definir el model de poble que volem.

Fem una valoració simplificada del risc hipotètic sobre Botigues de Mar considerant els tres factors de la dinàmica litoral que han d'incidir-hi principalment, a saber:

1. **Alçada mitja del nivell del mar, (h)**, considerant que la topografia del passeig està al voltant de 2,4 m, i el nivell marí pot oscil·lar 0,6 m, més les mareas que poden arribar als 0,5 m, **totalitza una l'alçada màxima d'elevació estàtica d'1,1 m. Risc o freqüència valorable d'altures màximes 1 %**
2. **Alçada màxima d'onatge, (H)** que segons la taula resum estadística (figura 64) representa que un 1,08 % del temps pot superar els 3 m.
3. **La freqüència de la direcció predominant del temporal**, que basant-nos en la rosa dels vents i veient l'orientació entre ENE-WSW a pràcticament E-W de la platja, hem de considerar que un 40% del temps aproximadament l'onatge pica directament (de llevant, xaloc, migjorn o llebeig) i que un 5 % va amb una velocitat superior a 18 Km/h, i un 2 % pot ser superior a 36 Km/h; simplificant-ho:

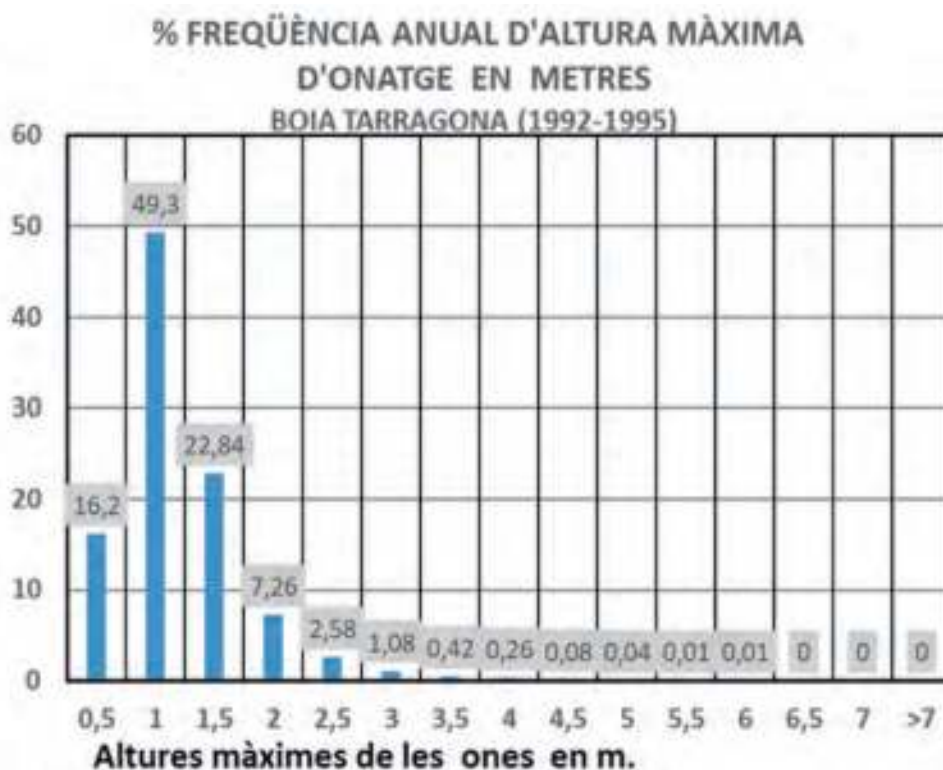


Figura 64: Freqüència anual d'altura de l'onatge a la boia de Tarragona (anys 1992-1995)

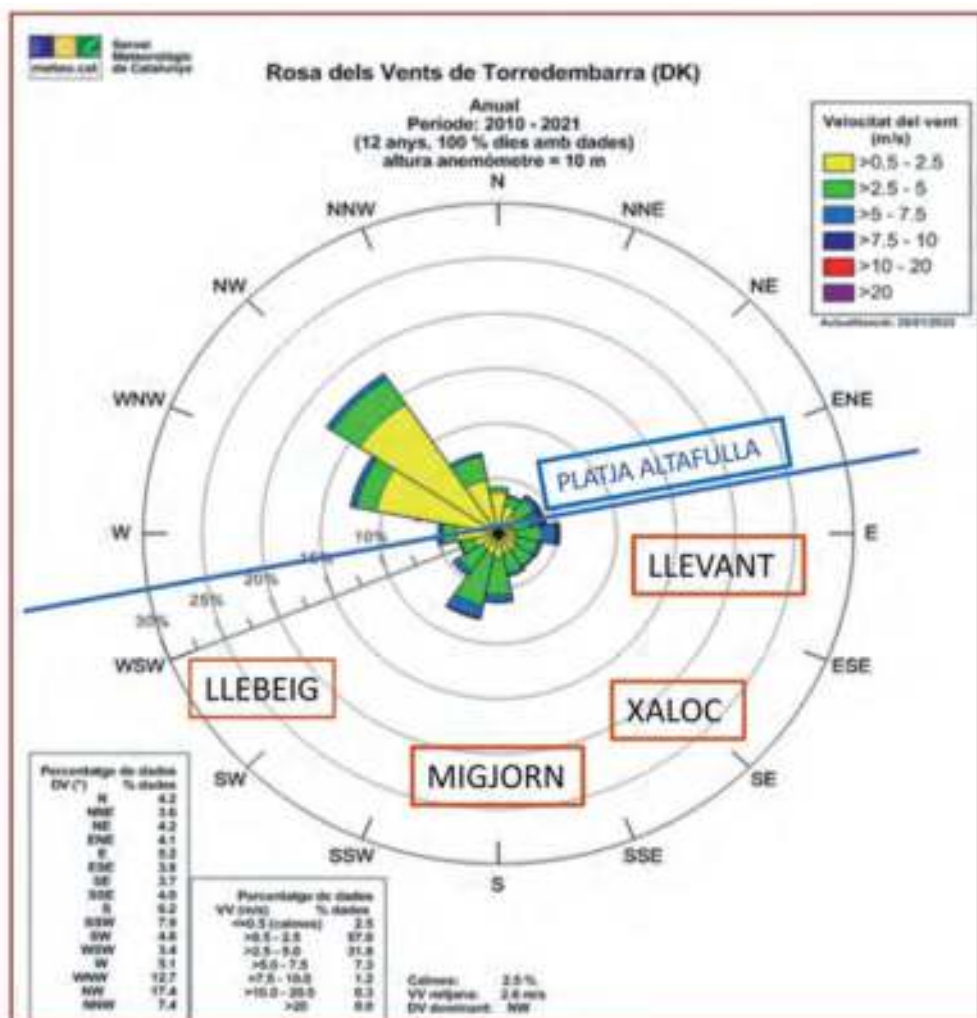


Figura 65: Rosa dels vents, de la platja de Torredembarra, amb l'orientació de la platja d'Altafulla, propera a N 80 E.

Per tant el risc estadístic valorat com la Probabilitat ($h + H$) > 2,4 m, pot ser proper a 1 %. Per un Onatge superior a 3 m, la probabilitat és d'1%. Per probabilitat de direcció afectació (40%).

En tractar-se de **paràmetres interdependents** el risc és molt menor que la seva simple adició però superior a la multiplicació de probabilitats o freqüències. En qualsevol cas s'hauran de tenir en compte les dades reals empíriques, que expliquin els danys i canvis en aquest medi, amb les modificacions efectuades i les seves estructures defensives actuals.

Conclusions actuals:

1. La geomorfologia de la platja d'Altafulla-Tamarit ve condicionada per l'estructura en blocs tectònics de subsidència i elevacions neotectòniques.
2. La seva alimentació i el seu origen poligènic s'han vist alterats antròpicament (presa del Catllar i port de Torredembarra).
3. Si bé la nostra curta memòria humana ens parla d'una platja codolosa, sabem, per la geomorfologia i les *cates*, que la platja, tant aèria com subaquàtica, ha sigut més arenosa que codolosa.
4. Les extraccions d'àrids per obres, per rebliments i obtenció de magnèsia, han facilitat l'erosió de la fracció fina i l'enriquiment en còdols en el sector aeri i intermareal.
5. La creació d'un espigó (1991) paral·lel facilita la defensa del litoral i sobretot la retenció de sorres al seu entorn, creant un istme i una reserva de sorres.
6. La regeneració de sorres major, efectuada amb sorres granítiques continentals —vora de 200.000 m³ de sauló, per complementar el nou passeig marítim— es va difuminar els anys posteriors, deixant les sorres granítiques més grolleres a la part aèria.
7. La política de regeneracions menors té un cost de manteniment elevat i eficiència limitada.
8. L'aplicació dels captadors de sorra eòlics no és aplicable a la platja de Botigues de Mar per la manca de material de sorres fines (<0,3 mm) i espai, tant de captació com de deposició.
9. La recollida de dades diàries de seguiment de la meteorologia, els onatges, i corrents, podria ajudar molt a prendre les millors decisions.
10. Igualment el seguiment del futur macro-biòtop de Torredembarra podria ajudar a entendre els aspectes més biològics, que no hem considerat, però cabdals en aquest medi.

12. Bibliografia i obres citades.

- ARCHE, A. (2010): *Sedimentología. Del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Textos universitarios núm. 46
- CARULLA, N. (1999): *Valoració de l'impacte econòmic anual provocat per la derivació de cabals fora de la conca del riu Gaià i l'anul·lació d'escolaments per sota de la presa del Catllar, propietat de Repsol*. Estudi Altafullencs 23. (pàg. 61)
- CARULLA, N.; VIVES, J. (1997): *Anàlisi preliminar i valoració mediambiental del terme d'Altafulla*. Estudis Altafullencs 21. (pàgs. 91-93)
- CARULLA N. ; PUIGSERVER D. (2001): *Anàlisi de la tipologia dunar i de la morfologia dels estanys litorals; aplicació a la proposta de restauració del paratge de Les Madrigueres (el*

- Vendrell, Tarragona*). Butlletí naturalístic del Delta del Llobregat núm 4. El Prat de Llobregat
- CEDEX (2014): Informe técnico: *Estudios de dinámica litoral, defensa y propuestas de mejora en las playas con problemas erosivos. Considerando los efectos del cambio climático: Estrategias de actuación en el Maresme*. Clave CEDEX 22-414-5-002. Centro de Estudios de Puertos y Costas
- COMES, G; Gual I. (2011): *La mar dels pescadors de Baix a Mar. Torredembarra (1950-1995)*. Centre d'Estudis Sinibald de Mas. Monografies 11. Torredembarra
- DE MARTONNE, E (1968): *Tratado de geografía física*. Cuarta parte Cap XV *Las formas litorales. Factores de su evolución*. Cap. XVI, *Tipos de costa*. Ed. Juventud S.A. Barcelona
- DERRUAU, M. (1966): *Geomorfología*. Ed. Ariel. S.A. Trad. de Solé Sugranyes
- Dirección General de Puertos y Costas. Subdirección General de Ordenación y Programación. (1979): *Estudio de la dinámica litoral en la costa peninsular mediterránea y onubense. Provincias de Valencia, Castellón, Tarragona*
- Enciclopèdia Catalana, Vol II, Geologia II (1992): *Morfologia submarina i litoral*. pàgs. 390-437
- FOLCH, J. (2018): *La mar de Tarragona. Una aproximació naturalística...al litoral més desconegut*. Autoedició
- GIMÉNEZ GARCÍA, J. (1998): *Quantificació de les deformacions verticals recents a l'est de la península ibèrica a partir d'anivellaments topogràfics de precisió*. Monografies tècniques (núm. 3) de l'Institut Cartogràfic de Catalunya. Generalitat de Catalunya
- Institut d'Estudis Catalans, (1997): *Diccionari de Geologia*, direcció Oriol Riba i Arderiu. Enciclopèdia Catalana. Barcelona
- Laboratori d'Enginyeria Marítima (2008): *Estat de la zona costanera a Catalunya. Vol. I. Aspectes metodològics*. UPC. Barcelona
- MEDINA, Raúl (2008): *Impactos del Cambio climático en las zonas costeras españolas y afección a las infraestructuras portuarias*. I Jornadas sobre puertos deportivos y Medio Ambiente. Marbella
- MEDINA, Raúl (2015): *Causas de la erosión de nuestras playas* en IX Jornadas Nacionales y IX Internacionales sobre naturaleza y Medio Ambiente. Universidad de Cantabria
- MUNTANER A. (2008): *Records de la fàbrica de la Roca de Gaià*. Estudis altafullencs 32. pàgs 35-44
- Roig, X. (2000): *Diagnosi i redacció d'un pla de gestió, planificació i recuperació del sistema platja, accessos i entorns d'Altafulla*. 43893. Ajuntament d'Altafulla
- SOLÉ, T. (2020): *El pas del temps a la platja d'Altafulla*. Estudis Altafullencs 44
- SOLÉ, T. (2021): *L'Altafulla de la meva infantesa*. Estudis Altafullencs 45

13. Documentació consultada dels Arxius de la *Delegación de Costas del Estado*, i de l'Arxiu Provincial de Tarragona: Any i temàtica

1. 1965: *Proyecto de Muro de Defensa de la playa de Altafulla*
2. 1974: *Proyecto de Paseo Marítimo de la playa de Altafulla*
3. 1974: *Proyecto de Paseo Marítimo de la playa de Altafulla*
4. 1983: *Proyecto de reparación urgente del Paseo*
5. 1984: *Proyecto de reposición arena en la playa del Gayà*
6. 1985: *Plan de ordenación de la playa de Altafulla*
7. 1985: *Proyecto de reposición arena*
8. 1986: *Proyecto del CEDEX sobre el plan de ordenamiento de la playa*
9. 1986: Estudios geofísicos
10. 1984 a 1994: *Batimetrías a escala 1/2.500*
11. 1988: *Deslindes y materializaciones de deslindes*
12. 1989: *Informes mareográficos*
13. 1989: *Proyecto de regeneración de la playa de Altafulla*
14. 1989: *Proyecto de realimentación de la playa de Altafulla*
15. 1991-1992: Batimetries
16. 1993: *Realimentación playa Altafulla y presupuesto*
17. 1994: *Evolución perfiles de la playa de Altafulla*
18. 1995-1996: *Informes sobre las subidas del nivel del mar*
19. 1996: *Batimetrías Altafulla - Granulometrías*
20. 1996: Tesina de Magister (Univ. Cantabria), Jordi Galofré: Estudio del comportamiento evolutivo de una playa: Caso de Altafulla. (2 volums Batimetries Altafulla).
21. 1997: Batimetries i granulometries. TOPONORT SA
22. 1997: Oct. Levantamiento batimétrico 1/1.000 Altafulla
23. 2000: *Batimetrías de Altafulla*