

Dinàmica litoral al Delta del Llobregat

Itinerari geoambiental III

AUTORS:

Josep Carbonell Terme
Silvia Hermosilla Fernández
Dolors Hernández Pascual
Xavier Martí Ausejo

Coordinació científica: Jorge Guillén Aranda

Coordinació general: Carme Albaladejo Marcet

Febrer 2018

Itinerari geoambiental dirigit a professors de ciències geològiques i ambientals de secundària. Inclou exercicis i activitats prèvies i posteriors a la sortida de camp.

col·lecció / colección

DOCÈNCIA I METODOLOGIA DOCENT, 37

edició / edición



Primera edició: Desembre 2021

Edició: Institut de Desenvolupament Professional-ICE. Universitat de Barcelona
Pg. Vall d'Hebron, 171 (Campus de Mundet) - 08035 Barcelona

Tel. (+34) 934 035 175; idp.ice@ub.edu

Consell Editorial: Maria Rosa Buxarrais, Isabel Paula, Marta Bueno, Mercè Gracenea

Correcció de text: Mercè Gracenea

amb el suport de / con el apoyo de:



Aquesta obra està subjecta a la llicència Creative Commons 3.0 de Reconeixement-NoComercial-SenseObresDerivades. Consulta de la llicència completa a:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>



Esta obra está sujeta a la licencia Creative Commons 3.0 de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada. Consulta de la licencia completa en:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>

Carbonell Terme, J.; Hermsilla Fernández, S.; Hernández Pascual, D.; Martí Ausejo, X.; Guillén Aranda, J. (coord.); Albaladejo Marcet, C. (coord.). Dinàmica litoral al delta del Llobregat. Itinerari geoambiental III. Barcelona, Universitat de Barcelona (Institut de Desenvolupament Professional-ICE), 2021. Document electrònic. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2445/182054>

ISBN: 978-84-09-29040-6

URI: <http://hdl.handle.net/2445/182054>

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	5
1.1.Competències	6
1.2.Continguts generals	8
1.3.Objectius generals	8
1.4.Conceptes previs	9
1.5.Material complementari	9
2. GEOCONTEXT DEL DELTA DEL LLOBREGAT	10
2.1.Interrelació entre la geologia del delta i l'ocupació humana.....	10
2.2.Història geològica del Delta del Llobregat	11
2.3.Procés de creixement del delta del Llobregat.....	13
2.4.Què s'entén per dinàmica litoral del delta del Llobregat?.....	15
2.5.Com es construeixen les platges al delta?	17
3. GUIÓ DE L'ITINERARI GEOAMBIENTAL PER A L'ALUMNE.....	20
3.1.Mapa de l'itinerari.....	20
3.3.Metodologia	21
3.4.Guíó de les parades	21
PRIMERA PARADA: MIRADOR DE LA TORRE DE LA BUNYOLA I EDIFICI DEL SEMÀFOR	21
SEGONA PARADA: PLATJA DEL PRAT DE LLOBREGAT – PLATJA DEL REMOLAR	25
TERCERA PARADA: ESTANY DEL REMOLAR.....	33
4. ACTIVITATS PRÈVIES A L'ITINERARI AMB ELS ALUMNES	36
4.1.Primera activitat prèvia: Exemple de l'evolució de la línia de costa en el cas de la ciutat de Barcelona	36
4.2.Segona activitat prèvia : activitats amb gràfics	40
5. ACTIVITATS POSTERIOR A L'ITINERARI AMB ELS ALUMNES.....	46
5.1.Primera activitat posterior lligada a la primera parada: evolució de la línia de costa del delta del Llobregat	46
5.2.Segona activitat posterior lligada a la segona parada: anàlisi de sediments detrítics no consolidats	50
5.3.Tercera activitat posterior lligada a la tercera parada: possibles solucions a un problema	55
6. SOLUCIONARI DEL PROFESSOR PER A TOTES LES ACTIVITATS.....	57
6.1.Solució de la primera parada.....	57
6.2.Solució de la segona parada.....	61
6.3.Solució de la tercera parada.....	64

6.4.Solució de la primera activitat prèvia: Exemple de l'evolució de la línia de costa en el cas de la ciutat de Barcelona.....	64
6.5.Solució de la segona activitat prèvia: activitats amb gràfics	65
6.6.Solució de la primera activitat posterior lligada a la primera parada: evolució de la línia de costa del delta del Llobregat.....	67
6.7.Solució de la segona activitat posterior lligada a la segona parada: anàlisi de sediments detrítics no consolidats.	69
6.8.Solució de la tercera activitat posterior lligada a la tercera parada: possibles solucions a un problema.	72
7. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA	72
8. ANNEXOS	73
8.1.Annex 1: material complementari a la segona activitat posterior	73

1. INTRODUCCIÓ

Aquest tercer volum de la col·lecció d'itineraris geoambientals té com a objectiu principal oferir al professorat de Secundària una eina útil i eficaç en les seves sortides de camp.

Les persones de l'equip que ha elaborat aquest itinerari creiem que, en la didàctica de les ciències geològiques i ambientals, cal incloure les sortides de camp. Sigui per dificultats tècniques, organitzatives o de qualsevol altra naturalesa, molt sovint en l'aprenentatge dels alumnes de Secundària es troba a faltar un contacte en directe amb la realitat geoambiental que els és més immediata.

Hem pensat a enfocar els itineraris amb uns continguts i un nivell adequats per a la matèria de *Ciències de la Terra i del Medi Ambient* del Batxillerat. Tot i així, amb una adequada adaptació, creiem que també es poden aprofitar per al 2n cicle de l'ESO.

En el material que presentem hi trobareu:

- El **context geològic** de la zona del Delta del Llobregat, amb la informació necessària per tal d'entendre els processos que s'esdevenen a la zona. Al final del treball, el professorat trobarà una bibliografia i una webgrafia per ampliar, si s'escau, aquesta informació.
- Unes **activitats prèvies** a la sortida de camp. Donat que incorporen mapes i gràfics en colors, es poden treballar amb el document digital en una aula d'informàtica, o bé amb l'ordinador i el projector de l'aula.
- Un **guió per a l'alumne** amb activitats per fer durant la **sortida de camp**. S'indica com arribar al lloc de les parades.
- Unes **activitats posteriors** a la sortida de camp, que són activitats d'**aplicació** dels coneixements adquirits. Donat que aquestes activitats també incorporen mapes i gràfics en colors, es poden treballar amb el document digital en una aula d'informàtica, o bé amb l'ordinador i el projector de l'aula.
- Un **guió per al professor** amb el solucionari de totes les activitats, així com una galeria d'imatges i també una sèrie d'annexos que complementen la informació.

L'opció d'aprenentatge que seguim en aquesta proposta és clarament constructivista. Les activitats estan dissenyades per tal que l'alumne sigui qui "descobreixi" i "construeixi" el que va aprenent; de vegades ho fa a partir dels conceptes previs, de vegades a partir del que observa, i de vegades a partir de la informació que se li subministra.

Som conscients de la gran extensió de les activitats proposades, però hem volgut oferir tot aquest ventall de possibilitats per tal que cada professor sigui qui triï i utilitzi el material segons les seves necessitats i segons els interessos i capacitats dels alumnes a qui anirà dirigida aquesta proposta.

1.1. Competències

A la majoria d'activitats es desenvolupen les següents competències, pròpies de la matèria de Ciències de la Terra i del Medi ambient, tal com assenyala el Decret 142/2008 pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments del batxillerat.:

- a. **La competència en indagació i experimentació.** Aquesta competència implica la capacitat de portar a terme una recerca basada en l'anàlisi dels problemes ambientals, tot posant en pràctica habilitats com: identificar i acotar problemes; diferenciar les causes, processos i conseqüències dels problemes ambientals, generar qüestions susceptibles de ser investigades; enregistrar i analitzar dades; valorar-les a la llum de la bibliografia consultada, treure'n conclusions; comunicar tot argumentant de manera crítica i defensar explicacions; analitzar i fer prediccions a partir dels models; examinar les limitacions de les explicacions científiques; i argumentar la validesa d'explicacions alternatives en relació amb les evidències experimentals.

A més a més, pel que fa a l'etiologia dels problemes ambientals, es pren consciència que els problemes ambientals són socioecològics i que a la resposta científica cal sumar-hi altres respostes com l'econòmica i la social i, en definitiva, la política, per tal d'arribar a respostes satisfactòries i possibles solucions.

- b. **La competència en la comprensió de la naturalesa de la ciència.** Aquesta competència implica acostar-se a la naturalesa de la ciència i investigar com es construeix el coneixement científic. La ciència treballa amb l'elaboració de models i amb l'ús de mètodes empírics, anàlisi d'explicacions i arguments fonamentats, anàlisi i discussió de les evidències obtingudes amb l'observació i l'experimentació, per tal de contrastar les hipòtesis i validar els models i les teories proposats. Amb aquests procediments, els científics s'esforcen a elaborar les millors explicacions possibles sobre els fets naturals i el món real i en aquest context el coneixement científic és, en principi, susceptible de ser revisat i canviat a la llum de noves evidències que no encaixen en les teories vigents; per tant, és un coneixement sotmès a revisió.

Pel que fa a la interdisciplinarietat, es posen en joc coneixements adquirits en el camp de les matèries de ciències i es sumen altres del camp de les ciències socials en el marc ampli de les relacions entre ciència, tecnologia i societat, per valorar alguns dels problemes tractats.

- c. **La competència en la comprensió i capacitat d'actuar sobre el món.** Aquesta competència implica apropiar-se dels conceptes fonamentals, dels models i dels principis de la ciència per utilitzar-los en explicacions argumentades, en prediccions o per donar compte dels fets observats, però també adquirir consciència de les possibles aplicacions dels resultats obtinguts per les ciències i la tecnologia en donar resposta a les necessitats humanes, individuals i col·lectives, i també valorar els impactes de les activitats humanes en el si de la biosfera, avaluant-ne les possibles respostes, alternatives o solucions aportades per a un desenvolupament sostenible.

En algunes activitats, també s'intenten assolir algunes competències més generals del Batxillerat, com ara:

a. La competència en gestió i tractament de la informació. Aquesta competència comprèn el conjunt de capacitats i destreses que permeten mobilitzar recursos per trobar, reunir, seleccionar i analitzar informacions procedents de fonts diverses i en diferents suports, tant en l'àmbit acadèmic com en la vida quotidiana. També contempla la capacitat de valorar si la informació obtinguda és pertinent d'acord amb les preguntes formulades o en funció dels objectius proposats, com la facultat de convertir-la en coneixement.

b. La competència digital. En el desenvolupament d'aquesta competència digital es proposen activitats d'aprenentatge que demanen la utilització dels aspectes més bàsics de les eines tecnològiques i del tractament de la informació. Aquestes noves eines possibiliten, a més, la comunicació personal i també la interacció i la cooperació.

c. La competència personal i interpersonal. Es tracta d'una de les competències més importants en l'entorn d'aprenentatge constructivista. Tracta de la facultat de mobilitzar el conjunt de capacitats i destreses que permeten, d'una banda, l'autoconeixement i el coneixement dels altres i, d'una altra, treballar en entorns col·laboratius. Aquesta competència és imprescindible per desenvolupar la capacitat d'autoregular els propis aprenentatges i construir el propi projecte vital, per prendre decisions i assumir-ne els riscos i per adquirir un esperit de superació.

d. La competència en el coneixement i interacció amb el món. És sens dubte la competència més directament relacionada amb l'itinerari. Aquesta competència mobilitza diferents sabers escolars referits al món físic i a la interacció entre les persones i la naturalesa, i ha de permetre que l'alumnat aprengui a utilitzar de manera responsable els recursos dins d'una consciència de sostenibilitat del medi ambient, i adquireixi hàbits racionals de consum i de gestió de la salut individual i col·lectiva. També li ha de servir per comprendre fenòmens de caire espacial, essent conscient de la incidència de l'activitat humana en el medi. A tot plegat, cal afegir-hi la capacitat d'integrar conceptes i principis bàsics procedents de camps diversos, per entendre la complexitat de les relacions entre la humanitat i el medi i per aplicar el marc teòric en la resolució de problemàtiques reals o simulades, basades en aspectes de la vida quotidiana, del món laboral o de contextos més globals.

1.2. Continguts generals

a. Conceptuals:

- Processos geològics externs costaners.
- Establiment de les principals característiques dels sistemes costaners.
- Definició dels conceptes de dinàmica litoral i morfologia costanera.
- Evolució del relleu litoral com a conseqüència d'aquests processos.
- Valoració dels riscos i els impactes mediambientals en les zones costaneres: debat sobre la gestió del litoral.
- Estudi pràctic i aplicació sobre un cas concret de risc, impacte i gestió del litoral català.
- Ordenació i planificació del territori.

b. Procedimentals:

- Orientació amb mapes.
- Identificació d'estructures geològiques, de formes de relleu i de l'ocupació del territori.
- Interpretació de mapes topogràfics i geomorfològics.
- Fonaments i aplicacions de fotografies aèries.
- Interpretació de blocs-diagrames.
- Elaboració de mapes temàtics senzills.
- Cartografia i anàlisi de riscos.
- Anàlisi de dades i gràfics.

c. Actitudinals:

- Valoració de les repercussions que les activitats humanes tenen sobre el medi.
- ?Actituds favorables a la resolució de problemes que planteja el medi ambient.
- ?Comportament respectuós amb el medi en les sortides de camp.

1.3. Objectius generals

L'objectiu general d'aquest treball és estudiar les característiques de la dinàmica litoral en un tram proper a la desembocadura del riu Llobregat, així com la problemàtica mediambiental associada.

A nivell més concret i, com a objectius didàctics més específics, podem considerar els que se citen a continuació.

- Reconèixer a grans trets les unitats del relleu més properes a la zona d'estudi.
- Analitzar la incidència dels agents geològics externs en el modelat del paisatge.
- Descriure els diferents tipus de riscos geològics i els seus efectes, tot localitzant-los en l'espai i en el temps.
- Identificar els factors naturals i d'origen antròpic que influeixen en els danys causats per la dinàmica litoral.

- Proposar mètodes de predicció i formes de prevenció del risc, a partir del plantejament real o hipotètic, però sempre senzill, d'un cas de risc geològic.
- Analitzar i interpretar dades de diversa procedència i naturalesa i realitzar càlculs numèrics i estadístics senzills, així com representar les conclusions de manera adequada amb diferents mètodes.

1.4. Conceptes previs

Per tal d'afrontar amb garantia d'èxit l'aprenentatge, pensem que els alumnes haurien de tenir assolits, si més no parcialment, els conceptes següents:

- Conceptes geològics relacionats amb el cicle geològic extern: erosió, transport i sedimentació.
- Processos geològics associats a la dinàmica litoral i eòlica.
- Processos de sedimentació i tipus de sediments.
- Conceptes de vulnerabilitat, exposició i perillositat.
- Conceptes d'impacte antròpic.

En un context d'aprenentatge constructivista caldrà, per tant, fer una exploració de les **idees prèvies** de l'alumnat. Aquesta exploració es pot dur a terme de diverses maneres (formulari KPSI, pluja d'idees, mapes conceptuals, etc.) que deixem obertes per tal que cada professor desenvolupi aquelles que cregui més convenientes. Amb aquesta exploració, no tan sols serà el professor qui tindrà coneixement del nivell dels seus alumnes, sinó que també ells mateixos estaran en disposició d'iniciar el seu procés d'aprenentatge.

1.5. Material complementari

Llapis i goma (*per respondre el guió de l'alumne, de manera especial a l'hora de fer dibuixos*)

Brúixola

Cinta mètrica llarga (*o corda amb nusos*)

Plaques de petri i flascons (*per recollir mostres de sorra*)

Mapa de la comarca del Baix Llobregat (*col·lecció de mapes comarcals de Catalunya. Escala: 1:50.000*). Ed. ICGC (*Institut Geològic Cartogràfic de Catalunya*)

Mapes topogràfics de l'ICGC *de la zona d'estudi (Escala 1:10.000)*

2. GEOCONTEXT DEL DELTA DEL LLOBREGAT

2.1. Interrelació entre la geologia del delta i l'ocupació humana

El delta del Llobregat (Campmany, 2005) es caracteritza per la seva horitzontalitat extrema ja que només té un 0.1% de pendent. Està limitat per un seguit de relleus elevats que el rodegen: el massís de Garraf, el massís de l'Ordal, la serra de Collserola i la muntanya de Montjuïc.

Es reparteix entre els municipis de Barcelona, el Prat de Llobregat, Sant Boi de Llobregat, Viladecans, Gavà, Castelldefels i Sitges, amb 23 km de costa. Al 2004 es va modificar artificialment la desembocadura del riu Llobregat dos quilòmetres cap al sud per a l'engrandiment del port de Barcelona.

Quant a la transformació humana del delta, aquesta ha estat molt recent des d'un punt de vista històric, ja que durant molts segles el delta del Llobregat ha estat caracteritzat per ser una terra inhòspita i pràcticament despoblada.

Etapa de predomini de la dinàmica natural: El fet de ser una zona fàcilment inundable, plena d'aiguamolls, considerada un focus d'insalubritat per les infeccions i malalties que les aigües estancades ajudaven a propagar, explicaria la repulsió a l'ocupació humana.

Les pastures extensives van ser l'única activitat econòmica a la zona fins l'edat mitjana.

Etapa colonitzadora: A partir del segle XV hi ha constància de l'inici de la dessecació d'algunes maresmes per a ser convertides en terres de conreu. És una agricultura tradicional, de secà i poc productiva, que anirà guanyant extensió amb el pas del temps.

No serà, però, fins el segle XIX quan s'iniciarà la primera gran transformació del paisatge del delta: la construcció dels grans canals de reg que sorgeixen del riu, com ara el Canal de la Infanta (1819) o el Canal de la Dreta (1855), els quals permetran la implantació de l'agricultura de regadiu amb el consegüent desenvolupament econòmic i social. Es desenvolupa una agricultura intensiva d'horta que esdevindrà el principal proveïdor de la ciutat de Barcelona. La superfície conreada anirà guanyant terreny en detriment dels erms i les maresmes. Amb l'entrada del segle XX es procedirà a la fixació

de les dunes litorals mitjançant una extensa pineda litoral, ja que les dunes mòbils són una amenaça pels fèrtils camps de conreu. Cita

Etapa industrial: Al llarg del segle XX esdevindran nous canvis al delta. L'arribada de la societat industrial es produirà sobretot a mitjan segle. La ciutat de Barcelona es troba en plena expansió i el delta, pla i gran, és al costat mateix de la ciutat.

Començaran a implantar-se polígons industrials sense cap planificació ni ordenació prèvia i el ciment anirà cobrint les terres del delta. Serà el moment de la creació de l'aeroport del Prat, de l'expansió del port de Barcelona, de la creació de la Zona Franca, etc., al mateix temps que les ciutats del delta i del seu entorn tindran espectaculars creixements demogràfics i urbanístics per l'arribada massiva de nova població.

L'etapa logística del delta s'inicia amb l'aprovació, el 1994, del Pla Director d'Infraestructures del Delta del Llobregat, amb la creació de la tercera pista de l'aeroport i una nova terminal, l'ampliació del port de Barcelona, la creació de la zona d'activitats logístiques associada al port i la construcció de noves infraestructures viàries i ferroviàries que connecten port i aeroport amb Barcelona i la resta del país.


El pla també contempla la construcció d'una macrodepuradora així com el desviament del riu Llobregat. Totes aquestes actuacions generen molta més pressió sobre els pocs espais lliures que encara resten al delta: els aiguamolls litorals que van ser protegits (unes 500 ha) el 1987 sota la figura de Reserves Naturals de la Ricarda – Ca l'Arana i del Remolar – Filipines, i els espais agraris que, com a resposta a les amenaces que patien, també es van protegir el 1998 amb la figura de Parc Agrari del Baix Llobregat. La situació actual del delta és, doncs, la d'un espai que es troba a prop del col·lapse territorial.

2.2. Història geològica del Delta del Llobregat


La formació geològica del Delta del Llobregat (Ferret Pujol, 2012) està fortament lligada als ascensos i descensos del nivell del mar. Aquests s'han donat a major o menor escala de forma repetitiva i continuada durant tota la història geològica, en forma de transgressió i regressió marina. Malgrat tot, la important progració del delta és conseqüència de la gran quantitat de sediments aportats.


La transgressió es produeix quan el mar puja, mentre que la regressió es produeix quan el nivell del mar baixa. Si l'aportació de sediment és molt gran, es poden donar també condicions de progració de costa en una transgressió marina.

El complex deltaic del Llobregat té actualment uns 100 kilòmetres quadrats de superfície i està format per materials d'edat quaternària, tant del plistocè com del holocè.

Es desenvolupa discordant sobre l'antic relleu constituït per materials que van des del  Neogen fins al Paleozoic. Així, durant tot el Quaternari, s'acumulen importants gruixos de sediments durant centenars de milers d'anys, procedents tant de les aportacions del riu aprofitant les regressions marines, com de les transgressions.

Aquests sediments, que ara es troben dipositats a les parts profundes del delta i en la part del prodelta tenen una potència de 600 metres, mentre que només els 60 metres superiors són els que corresponen a les aportacions més recents a l'Holocè.

Fa uns **18.000 anys** va ser l'última vegada que les glaceres van arribar a la seva  màxima extensió i, per tant, el nivell relatiu del mar estava uns **100 metres per sota del nivell actual**. Llavors es va produir un escalfament global produint una important i ràpida transgressió marina que al principi va ser d'1 centímetre per any de mitjana. Dita transgressió va durar al voltant d'uns 7000 anys fins que el nivell del mar va arribar a 2 metres per damunt de la cota actual.

Això va provocar que es neguessin les terres baixes i l'antiga plana deltaica. La major  part del delta del Llobregat (i de l'Ebre) es trobaven doncs, submergides. Eren badies poc profundes envoltades de terres baixes al·luvials de les quals emergien alguns illots.

Després, es van succeir pujades i baixades de temperatures globals que van desaccelerar el procés fins que finalment, fa uns **5.000 anys**, es produeix una certa estabilització una vegada havien desaparegut moltes de les glaceres. És el moment en el que comença a configurar-se l'actual delta, ja que es donen les condicions per una acumulació de sediments.

Cap a l'any **1.000 aC** l'acumulació de sediments aportats pel riu havia fet augmentar considerablement les àrees emergides, i el seu paisatge consistia en aiguamolls i terres baixes pantanoses. Ja en temps històrics, la plana litoral havia anat creixent amb els al·luvions aportats pel riu, de manera que cap al segle XVIII la línia de costa es trobava com l'actual.

HOLOCÈ

En el últim tram del quaternari, a l'holocè, podem distingir quatre associacions de fàcies diferents: en la base els llims i argiles de fàcies prodelta, llims i sorres fines de fàcies de front deltaic distal, sorres mitjanes i grolleres de fàcies deltaic proximal i finalment una unitat de sediments fins de plana deltaica.

Des del punt de vista **hidrogeològic**, existeix un aquífer superficial format pels materials de la zona proximal i somera del delta recent, i un aquífer profund separat del primer per les fàcies de prodelta que actua d'aquí tard.

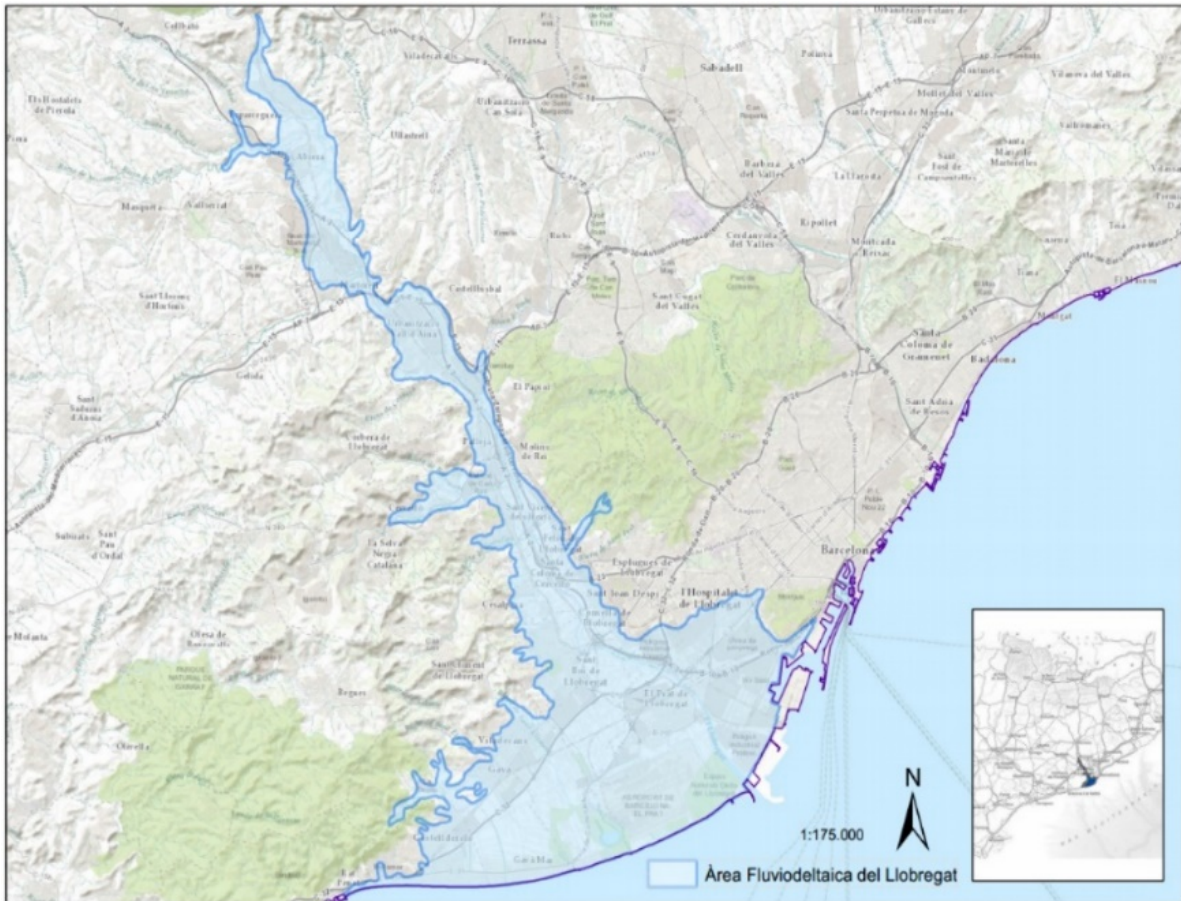


Figura 1. Àrea fluviodeltaica del Llobregat. Font: Adaptat del Mapa d'àrees hidrogeològiques de Catalunya 1:250.00

Tanmateix la seva **àrea fluviodeltaica** (Figura 1) és definida per les graves, sorres i lloms del complex deltaic, i els seus dipòsits aluvials que arriben fins "la puda" de Montserrat, ja a la serralada prelitoral. Aquesta àrea es troba encaixada entre els dipòsits cretàtics del garraf, paleozoics de Collserola i neogens del Vallès penedes.

2.3. Procés de creixement del delta del Llobregat

El creixement del delta al llarg dels darrers segles (Ferret Pujol, 2012) ha estat condicionat per l'existència dels dos massissos rocosos adjacents a la zona de la desembocadura: Montjuïc i Garraf.

Totes les aportacions sedimentàries són del riu i redistribuïdes per l'onatge i els corrents. Alguns autors fan una diferenciació entre la banda occidental i oriental en quant al model de creixement.

De fet, en els últims vint segles el riu ha tingut cinc lleres diferents (Figura 2), variant la seva posició des de prop de la muntanya de Montjuïc fins a la posició de l'estany del Remolar, segons els estudis fets a nivell de cartografia de les columnes estratigràfiques i dels diferents relats històrics que situaven la ubicació dels diferents ports.

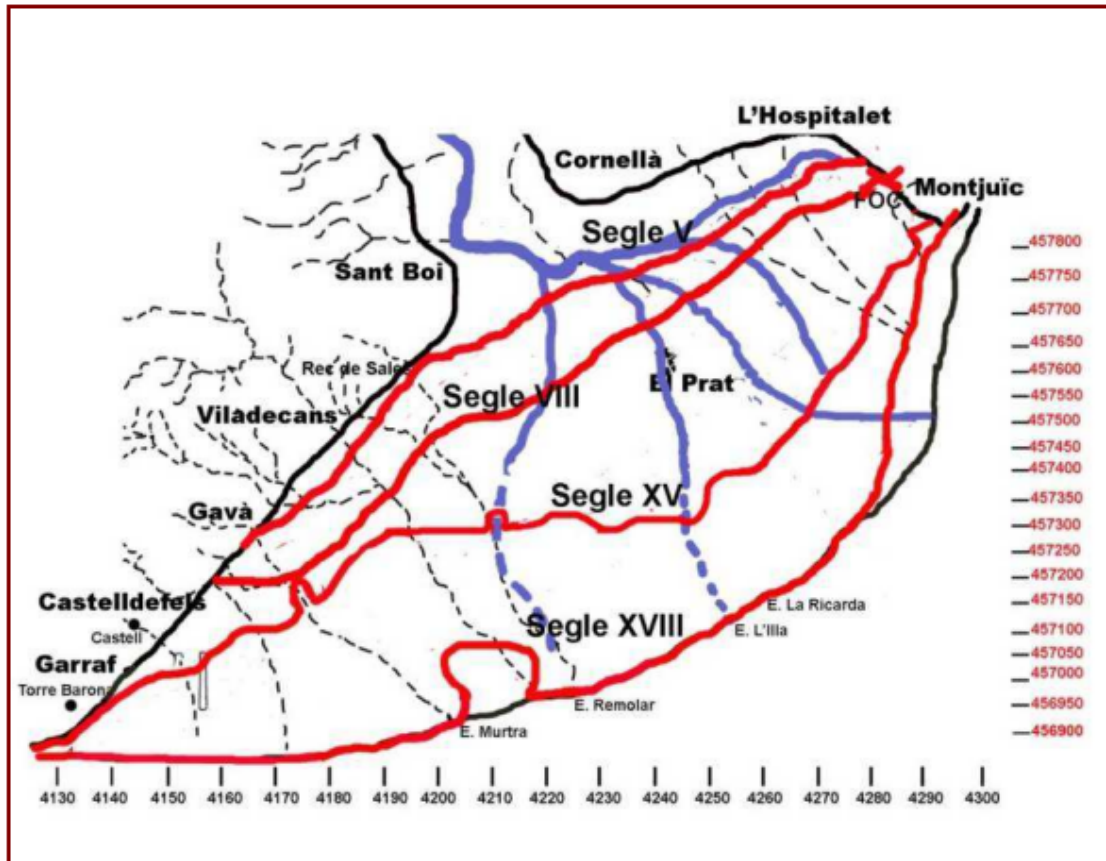


Figura 2. Progressió de la línia de costa al llarg dels segles i posició aproximada de la llera del Riu Llobregat. Font: Ferret Pujol, Joan Lluís "Formació del delta del Llobregat".

El model de creixement consisteix en un ràpid avanç de la costa a la desembocadura (progradació) a partir de la formació de successives barres de sorra localitzades cada vegada més endins del mar. Quan el riu troba una nova sortida cap al mar més eficient, abandona la desembocadura antiga la qual pateix una erosió molt intensa per l'acció de l'onatge i els corrents. El sediment erosionat és redistribuït al llarg de la costa formant la plana deltaica.

En resum:

L'evolució superficial del delta ha estat condicionada per dos fenòmens: l'avanç constant de la línia de costa per l'aportació de sediments formant barres, i la contínua variació del curs del Llobregat que ha anat eixamplant la plana deltaica i ha deixat com a testimonis del seu pas llacunes litorals allargassades com el Remolar o la Ricarda. Ara bé, la progradació del delta s'atura a mitjan segle XIX. En les últimes dècades s'observa un procés erosiu bastant generalitzat, atribuïble a causes diverses, però principalment a la regularització de les aigües de la conca fluvial, la intensa urbanització de la plana deltaica i a l'engrandiment del port de Barcelona.

2.4. Què s'entén per dinàmica litoral del delta del Llobregat?

INTRODUCCIÓ

La quantitat i qualitat (mida de gra) de les aportacions fluvials juntament als processos de transport de sediment i erosió que afecten a la costa del delta del Llobregat configuren la seva dinàmica litoral. Dits processos modelen les formes del litoral a curt i llarg termini (canvis geomorfològics), i determinen l'evolució de la línia de costa. Anem a analitzar aquestes forces en el context del nostre mar.

1. Vents i l'onatge: En la costa catalana els vents predominants són de Llevant (precedents del E), ja que els temporals d'onatge que venen d'aquesta direcció tenen una major àrea de generació a diferència dels de Garbí (O), Tramuntana (N) o el Mestral (NO). Les alçades de les onades són d'un metre o menys de mitjana anual, en canvi en els temporals les alçades poden assolir dels 6 als 10 metres.

2. El règim mareal: El mar mediterrani és micromareal, ja que les variacions del nivell del mar associades a la marea astronòmica són inferiors al 20 centímetres, encara que aquestes variacions del nivell del mar poden arribar gairebé a 1 m degut als efectes acumulats de la marea astronòmica, el vent i la pressió atmosfèrica.

3. El subministrament sedimentari: Gran part dels sediments fluvials arriben a la costa durant les riuades. La dràstica baixada de les aportacions sòlides fluvials degut a la regulació de les conques fluvials amb la construcció d'embassaments, així com la reforestació i l'augment del consum d'aigua, provoquen un balanç sedimentari negatiu de les platges. La construcció de ports que interrompen el transport de sediment, i la construcció d'infraestructures i d'urbanitzacions, i les seves estructures de defensa associades, que ocupen la part interior de les platges, acceleren aquests processos erosius.



4. El transport longitudinal i transversal de sediment: Habitualment es diferencia entre el transport longitudinal a la platja o deriva litoral i el transport transversal. El primer està associat al corrent generat per la incidència obliqua de l'onatge, mentre que el segon es relaciona directament amb les oscil·lacions de les onades. Tots dos són els principals mecanismes modeladors de la costa.

5. El canvi climàtic: La vulnerabilitat dels diferents tipus de respostes costaneres al canvi climàtic dependrà en cada cas de la geomorfologia i les estructures existents. Els trams de costa més abruptes seran menys vulnerables i menys dinàmics, i les costes sedimentàries seran les més vulnerables. En el cas dels deltes són els que tenen un equilibri més fràgil. El canvi climàtic pot suposar modificacions en les condicions dels

corrents i l'onatge i una acceleració de la pujada del nivell del mar. Aquests canvis poden afavorir els processos d'erosió i inundació de moltes platges.

Els factors modeladors de la zona litoral posen en relació les conques fluvials i les dinàmiques marines. Entre els primers estan els que influeixen en la generació i transport de sediments cap a la costa i entre els segons estan el nivell del mar, la intensitat, direcció dominant dels vents i de l'onatge. Tots ells influeixen en l'equilibri entre erosió i sedimentació.

LA DERIVA LITORAL

Com ja hem dit, les onades solen arribar a la costa obliqües i generen un transport longitudinal de sediment anomenat **deriva litoral**. En el cas de la costa catalana, les onades més grans venen de l'E o NE i, en conseqüència, la deriva litoral dominant es dirigeix de NE a SW (Vera et al., 1984).

Veiem ara com funcionen les onades.

Les onades són el resultat del fregament del vent sobre la superfície marina. Així es crea un moviment oscil·latori o ondulatori de les aigües del mar en sentit ascendent i descendent.

Quant més fort i persistent és el vent, les onades són més grans. La seva mida també augmenta amb l'extensió d'alta mar sobre la qual bufa el vent. No hi ha transport d'aigua, només hi ha transport d'energia.

A mesura que les ones s'aproximen a la costa, en arribar a una zona d'escassa profunditat, les ones freguen el fons marí i pateixen un seguit de transformacions: disminueix la seva celeritat, es tornen asimètriques i la seva direcció tendeix a ser més paral·lela a la de la línia de costa on finalment trenquen.

La zona de romponents és la de màxima energia de l'onatge i on el transport de sediment és més gran. Els temporals són, per tant, moments de trauma per a les platges. Es poden **quantificar els fluxos de sediments** i conèixer les direccions principals dels corrents de deriva litoral i llur importància al llarg de la costa.

Per això és important de conèixer bé aquestes direccions abans de realitzar qualsevol **actuació en la línia de costa**, ja que hom pot tallar aquest corrent i provocar greus desequilibris en el transport de sediments que ocasiona, tal com ha passat amb la construcció de ports i dics al llarg del litoral català.

El delta arrodonit, com el del Llobregat, apareix quan hi ha una gran activitat dels corrents de deriva costanera que en suavitzen i arrodoneixen la forma externa.

2.5. Com es construeixen les platges al delta?

LA TRIA GRANULOMÈTRICA

Hem vist com les onades poden formar corrents i remolins amb poder d'erosió, que formen i fan evolucionar el sistema platja. Però també en moments de tranquil·litat meteorològica es produeix trasllat de sediments.

La influència de les onades arriba fins a la zona subaèria de la platja on

La deriva litoral és un dels factors importants que expliquen **l'alimentació natural de les platges**.

progressivament disminueix la seva capacitat de transport per la filtració de l'aigua a la sorra. Es genera, per una banda, un corrent paral·lel a la costa (la deriva litoral) que fa que el sediment es traslladi **longitudinalment** a la riba de la platja (Vera et al., 1984).

Per l'altra banda, el transport de sediment **transversal** es produeix perpendicularment a la platja com a conseqüència del sistema de corrents generat per l'onatge. Aquesta circulació és responsable de la formació de diverses morfologies de la zona litoral com,

EL BALANÇ SEDIMENTARI ACTUAL

La dinàmica fluvial és la principal font d'alimentació del sistema litoral. L'arribada de l'aigua dels rius al mar suposa una entrada constant de sediment que està en suspensió dins l'aigua o que va rodant prop del fons, material nou que va formant un nou espai litoral gràcies a l'acció dels corrents marins. Podríem dir que el riu només funciona quan plou fort.

Actualment el riu es troba regulat per embassaments que retenen els sediments. A més, es produeixen grans extraccions d'aigua que en redueixen els cabals del riu i, per tant, es redueix la força erosiva del riu. Això produeix de forma quasi immediata una resultant negativa del balanç sedimentari, és a dir, un **dèficit de sediments al sistema litoral** i una alteració del seu funcionament natural.

Per contrarestar aquest dèficit sedimentari de vegades s'extreuen sediments a la plataforma continental i s'aboquen a la platja. Aquesta tècnica té inconvenients per l'impacte ecològic de les extraccions, la necessitat de repetir-les cada poc temps i que els dipòsits de sorra de la plataforma catalana són reduïts.

per exemple, les barres de sorra. L'existència de les barres de sorra fan que les onades trenquin molt abans d'arribar a la riba de la platja, i l'energia de l'onatge que arriba al final es molt inferior a la original.

Una de les conseqüències d'aquest transport de sediment tan actiu, tan transversal com longitudinal a la platja, és la tria granulomètrica del sediment. En general, les sorres més gruixudes queden als llocs de màxima energia (on trenquen les onades: a la platja o a la cresta de les barres de sorra), mentre que el sediment és progressivament més fi amb l'augment de la fondària.

LA MORFOLOGIA DE LES PLATGES

La platja és un dipòsit sedimentari que abasta, no només la part aèria o visible, sinó que s'allarga sota l'aigua fins a centenars de metres. És a dir, des del cordó de dunes embrionàries o, si no hi ha, des d'on estenem la tovallola, fins més enllà de la zona on solem nedar o fer snorkel (Vera et al., 1984).

Com hem vist fins ara la platja és, de la franja litoral, l'ambient més dinàmic de tots. La seva forma, tant en **perfil transversal** com en planta té aspectes diferents determinats pels cicles erosió-sedimentació provocats per les variacions de l'onatge i dels temporals, ja que la influència de les mareas en el Mediterrani és testimonial.

Les onades actuen redistribuint el sediment ja que estan dotades d'una gran quantitat d'energia, especialment en els temporals, i és precisament en les platges on s'absorbeix gran part d'aquesta.

Per altra banda la mida i la forma del sediment també influirà en el perfil.

Un cicle morfològic molt característic a les platges és l'erosió a la línia de riba durant els temporals i el transport d'aquest sediment cap a mar formant una barra de sorra.

Així durant **l'hivern** o en situació meteorològica d'inestabilitat, la platja es satura degut a un augment en el volum d'aigua transportat en el moment que les onades trenquen. Això provoca que el sediment de les parts altes de la platja i fins i tot el cordó de dunes embrionàries, sigui erosionat i transportat cap a zones més profundes on es depositarà formant barres. Es genera així un perfil transversal **de suau pendent a la platja**. (1) de la Figura 3.

A **l'estiu** o en situacions meteorològiques tranquil·les, quan l'onatge és de baixa energia, les platges apleguen la màxima quantitat de sediment possible creant els **perfils transversals amb fortes pendents**. (2) de la Figura 3.

Posteriorment, quan les condicions meteorològiques siguin més favorables, aquesta barra submergida depositada durant el temporal, tornarà a ser transportada cap a la platja de nou, i serà depositada tornant a construir un perfil transversal de forta pendent.

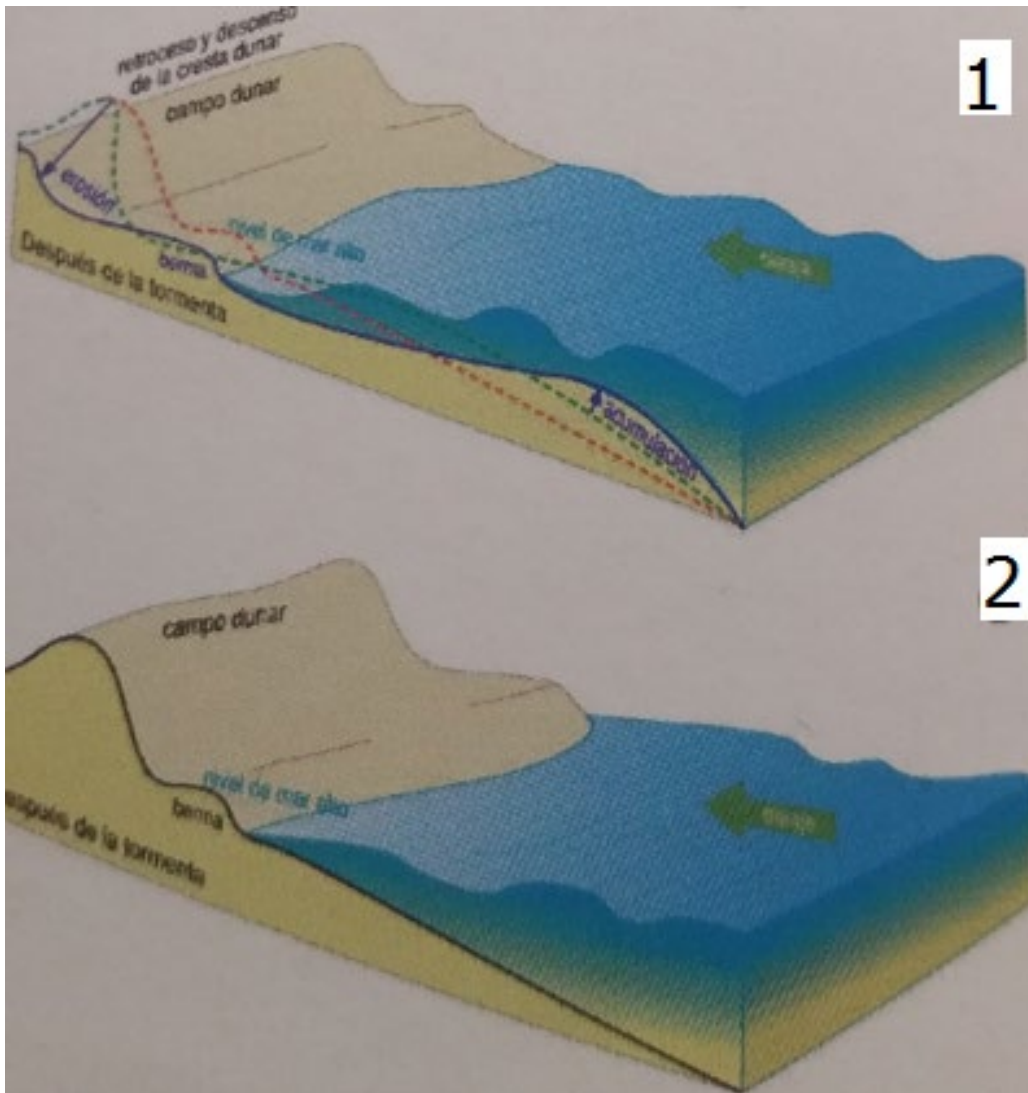


Figura 3. Il·lustracions del perfil de les platges segons la situació meteorològica. Font: adaptat de la "Guia Geològica del parc Nacional de Illes Atlàntiques de Galícia"

Com hem vist, els perfils de la platja venen determinats per la quantitat d'energia de les onades i poden variar entre suaus o fortes pendents depenent de la situació meteorològica (Figura 3). Però de forma general, depenent de la deformació que les onades pateixin en aproximar-se a la costa i de la mida de gra del sediment, les platges es poden classificar en reflectives o en dissipatives, existint entre aquests dos extrems moltes formes intermèdies (Wright i Short, 1984).

Podem dir que la **platja reflectiva**, serà aquella en la que degut a que la zona en la que es troba és encaixada i amb ones de poca alçada (condicions de baixa energia) aquestes són reflectides de tornada al mar i per tant presenten **fortes pendents**.

Pel contrari les **platges dissipatives**, són les que l'energia de l'ona es va dissipant al temps que avança cap a la costa en zones més exposades i obertes, i presentaran **pendents suaus**.

En ambdós casos la presència de temporals farà variar aquest perfil característic.

En resum podem dir que totes aquestes variables fan del sistema platja un sistema complex, i que cadascuna d'elles ens pot explicar el perfil de platja que estem veient en aquell moment. Fins i tot en un mateix tram de platja es poden donar diferents perfils, depenent fonamentalment de si existeix o no transferència de sediment entre les diferents zones del sistema.

3. GUIÓ DE L'ITINERARI GEOAMBIENTAL PER A L'ALUMNE

3.1. Mapa de l'itinerari

L'itinerari consta de tres parades, cadascuna de les quals tenen diferents objectius, tot i que es poden fer per separat, el més convenient és fer-les una a continuació de l'altre no sent aconsellable variar el seu ordre (Figura 4).



Figura 4. Mapa de la part Nord del Delta del Llobregat amb la situació de les parades de l'itinerari geoambiental III.

3.2. Objectius

En la primera parada els objectius són els següents:

- Reconèixer a grans trets les unitats del relleu més properes a la zona d'estudi.
- Interpretar mapes topogràfics i geomorfològics.
- Orientar-se fent servir mapes topogràfics senzills.
- Observar i analitzar els riscos associats a la dinàmica litoral.
- Valorar possibles mesures de gestió mediambiental per minimitzar els riscos.

Els objectius de la segona parada són:

- Identificar estructures geomorfològiques del relleu litoral.

- Interpretar i analitzar dades i gràfics relacionats amb la geomorfologia litoral.
- Elaborar dibuixos esquemàtics de les formes del relleu a la zona litoral.
- Elaborar gràfiques a partir de mostres recollides al camp (platja).
- Analitzar mostres de sorra.

I finalment els objectius de la tercera parada són:

- Observar i interpretar fotografies aèries.
- Observar i analitzar els riscos associats a la dinàmica litoral.
- Valorar les repercussions que les activitats humanes tenen sobre la dinàmica litoral.

3.3. Metodologia

Al llarg del recorregut es plategen diverses activitats, ja sigui en forma de pregunta o bé de dibuix a partir de les observacions de camp. Algunes activitats tenen una resposta tancada, però a d'altres la resposta és més oberta.

El professorat hauria de proposar el treball d'alguna d'aquestes activitats de resposta més oberta en petit grup i, posteriorment, fer una posada en comú.

Deixem a criteri de cada professor aquesta organització del treball en petit grup, donat que nombre i nivell dels alumnes que fan el recorregut pot variar molt.

3.4. Guió de les parades

PRIMERA PARADA: MIRADOR DE LA TORRE DE LA BUNYOLA I EDIFICI DEL SEMÀFOR

Des del pàrquing camineu pel camí de la Bunyola fins al mirador de la torre de la Bunyola on comença la primera parada. Després us dirigireu per l'itinerari marcat (és el número 3) fins a l'edifici del semàfor on fareu la segona part de la parada.

INFORMACIÓ PRÈVIA PER REALITZAR LA PRIMERA PARADA

➤ Com arribar?

Un cop arribats al Prat de Llobregat seguïu les indicacions cap a la platja, després de passar el cementiri, cal seguir les indicacions d' "Espais naturals del riu".



<https://goo.gl/maps/Y4hY23mBBMy>

Arribar fins al pàrquing senyalitzat (P) per deixar el vehicle



➤ Durada total de l'activitat?

S'haurà de caminar uns 4,5 kilòmetres en total i el temps previst 2'30 hores: 1/2 hora per anar des de l'aparcament fins a la primera part de la parada (torre del mirador) + 1/2 hora per anar i tornar a la segona part de la primera parada + 1 hora per realitzar l'activitat + 1/2 hora per tornar a l'aparcament.

➤ Quina seria la dinàmica grupal convenient?

Proposem que, en el cas d'un grup nombrós, un cop arribats al mirador de la torreta s'hauria de dividir el grup en dues parts: una 1/2 treballaria a dalt del mirador i l'altra 1/2 esmorza a baix.

➤ Hi ha material necessari?

Brúixola

ACTIVITAT 1. Enfilats al mirador de la torre de la Bunyola, responeu les preguntes sobre el següent mapa topogràfic de la zona (Figura 5):

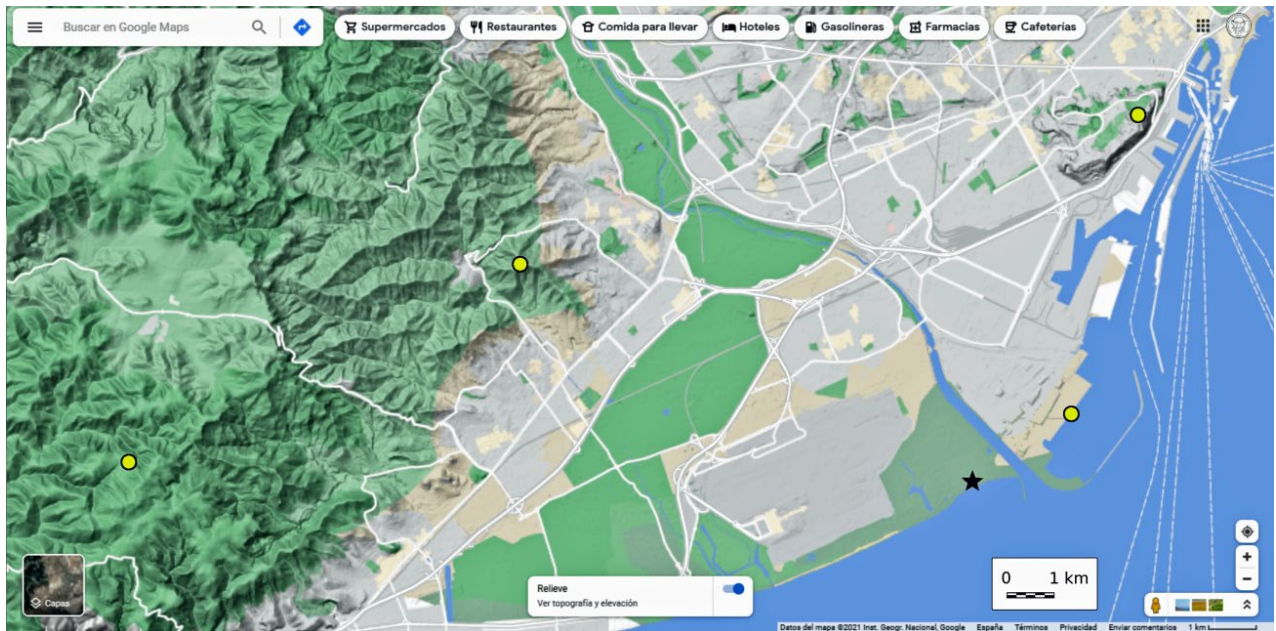


Figura 5. Mapa topogràfic de la zona del delta del Llobregat. Elaboració pròpia a partir de Google Maps.

- Situeu-vos amb l'ajuda d'una brúixola i després ompliu el mapa amb aquests noms: **castell de Montjuic, la Morella, Sant Ramon i les grues del port nou.**
- Calculeu també l'azimut (=direcció) i la distància des del lloc on us trobeu a cadascun d'aquests punts.

Escriviu la vostra resposta aquí:

- Observeu en direcció NE la línia de costa i deduiu si aquesta ha pogut avançar o bé penseu que ha pogut retrocedir.

Escriviu la vostra resposta aquí:

ACTIVITAT 2. Situats a l'edifici del "Semàfor", responeu les següents preguntes:

- a. Indiqueu al mapa topogràfic anterior (Figura 5) el lloc on us trobeu.
- b. Quina part de la línia de costa s'erosiona segons veieu al mapa? Observeu si hi ha algun indicati destacable d'aquesta erosió en el lloc on us trobeu.

Escriuiu la vostra resposta aquí:

- c. Per què una part de la costa creix i l'altra s'erosiona? Formuleu les vostres hipòtesis.

Escriuiu la vostra resposta aquí:

- d. Si aquest procés geològic predominant que heu observat a l'apartat anterior continua durant uns quants anys més, què creieu que passarà amb aquest edifici del semàfor?.

Escriuiu la vostra resposta aquí:

- e. Observeu els cartells informatius que trobareu a l'interior de l'edifici del semàfor. Penseu: quina mesura prendríeu per evitar la regressió que s'observa a les fotos.

Escriviu la vostra resposta aquí:

SEGONA PARADA: PLATJA DEL PRAT DE LLOBREGAT – PLATJA DEL REMOLAR

L'onatge modela i configura el perfil de la platja depenent de l'energia o força amb la que arriba a la costa.

Observeu la zona que es troba a prop de l'aparcament. Es tracta d'una platja que es manté pràcticament verge, és a dir, no s'han fet obres artificials que alterin la seva dinàmica. Aquí, doncs, podem fer diferents observacions sobre la dinàmica natural d'una platja.

En aquesta zona estan previstes diferents activitats.

INFORMACIÓ PRÈVIA PER REALITZAR LA SEGONA PARADA

➤ Com arribar?

Un cop al Prat de Llobregat cal seguir les indicacions que porten a la platja. Seguir el passeig de la platja fins al final que és la platja del Remolar on hi ha el mirador de l'aeroport i deixar el vehicle a l'aparcament habilitat.



<https://goo.gl/maps/MVJD3WrYHVx>



➤ Durada total de l'activitat?

1 hora.

➤ Quina seria la dinàmica grupal convenient?

En funció de la grandària del grup, es pot subdividir aquest a l'hora d'observar i analitzar els grans de sorra.

➤ Hi ha material necessari?

Metro llarg o corda amb nusos.

Plaques de petri o similar (per recollir i observar els grans de sorra)

Flascons per recollir grans de sorra.

ACTIVITAT 1.

"http://territori.gencat.cat/ca/01_departament/documentacio/territori-i-urbanisme/ordenacio_territorial/livre_verd_estat_de_la_zona_costanera/" editat per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), recull un estudi que caracteritzava l'estat i l'evolució de la zona costanera de Catalunya, per tal que servís de referència per a planificació i la gestió costanera, així com per a la redacció de qualsevol projecte que s'hagi de realitzar a la zona.

Entre molta altra informació, es va fer el perfil de cadascuna de les platges catalanes. Així, el 28 de setembre de 2007 es va dibuixar el perfil de la platja del Prat de Llobregat (nord), que és més o menys on ens situem ara mateix, des de la vora del mar fins aproximadament uns 39 metres enrere (Figura 6):

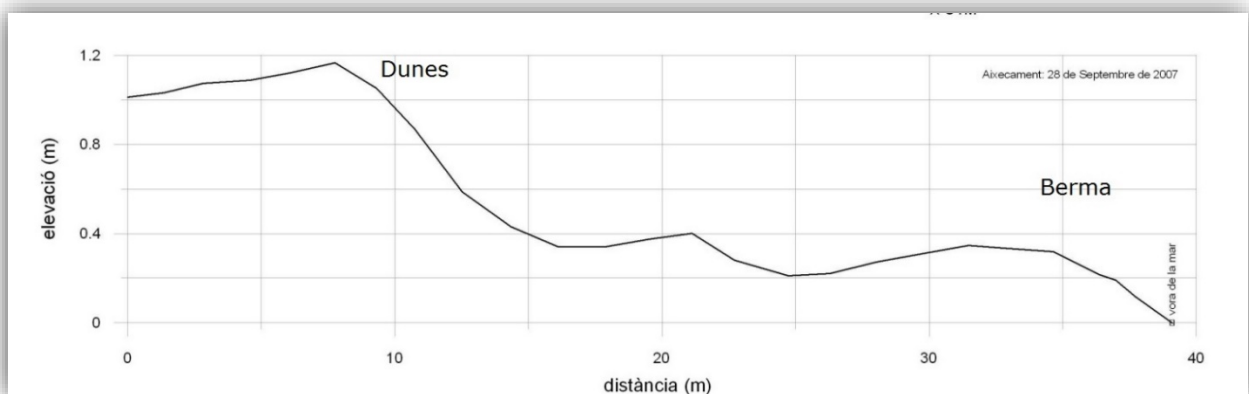


Figura 6. Perfil de la platja del Prat de Llobregat en la seva part sud. Font: Llibre verd de l'estat de la zona costanera de Catalunya. ICGC.

- Per situar-vos, hem posat alguns dels noms en què es pot dividir els diferents trams d'aquesta franja de platja que, recordeu, correspon a un dia determinat de l'any.
- Ara que la visiteu segurament en tindrà un altre perfil depenent de com l'hagi treballat l'onatge que a la seva vegada depèn de les últimes condicions meteorològiques locals i/o regionals.

Mireu si, a grans trets, el perfil de la platja que observeu en el moment de la visita s'avé amb el perfil dibuixat a la figura, sobretot pel que fa a la zona més propera al nivell del mar.

Escriuiu la vostra resposta aquí:

- c. Feu un dibuix aproximat agafant de referència el de la figura. Quines diferències més significatives trobeu?

Escriviu la vostra resposta aquí:

- d. Com és la part més propera al mar? És més o és menys planera que la de la figura?

Escriviu la vostra resposta aquí:

- e. Si la part frontal no té pendent i és més planera, on creieu que sigui més probable trobar el material sorrenc que falta?

Escriviu la vostra resposta aquí:

- f. En quines èpoques de l'any és més probable trobar la part frontal més plana (amb menys pendent)?

Escriviu la vostra resposta aquí:

ACTIVITAT 2. Agafeu mostres de la part més propera al mar, de la zona intermèdia i de la zona més allunyada.

- a. Ajudeu-vos de l'escala de Folk de sota (Figura 7) i feu un anàlisi granulomètric visual. Determineu la/les mida/mides predominants en cadascuna de les zones. Trobeu cap diferència?

Escriviu la vostra resposta aquí:

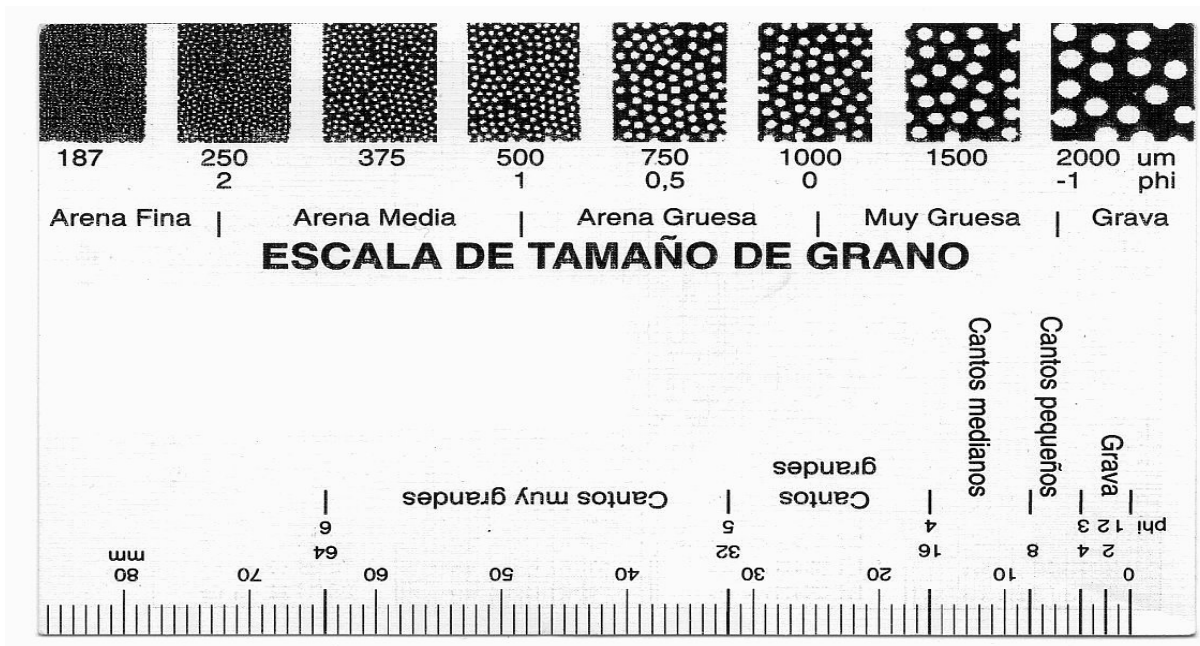


Figura 7. Escala de Folk

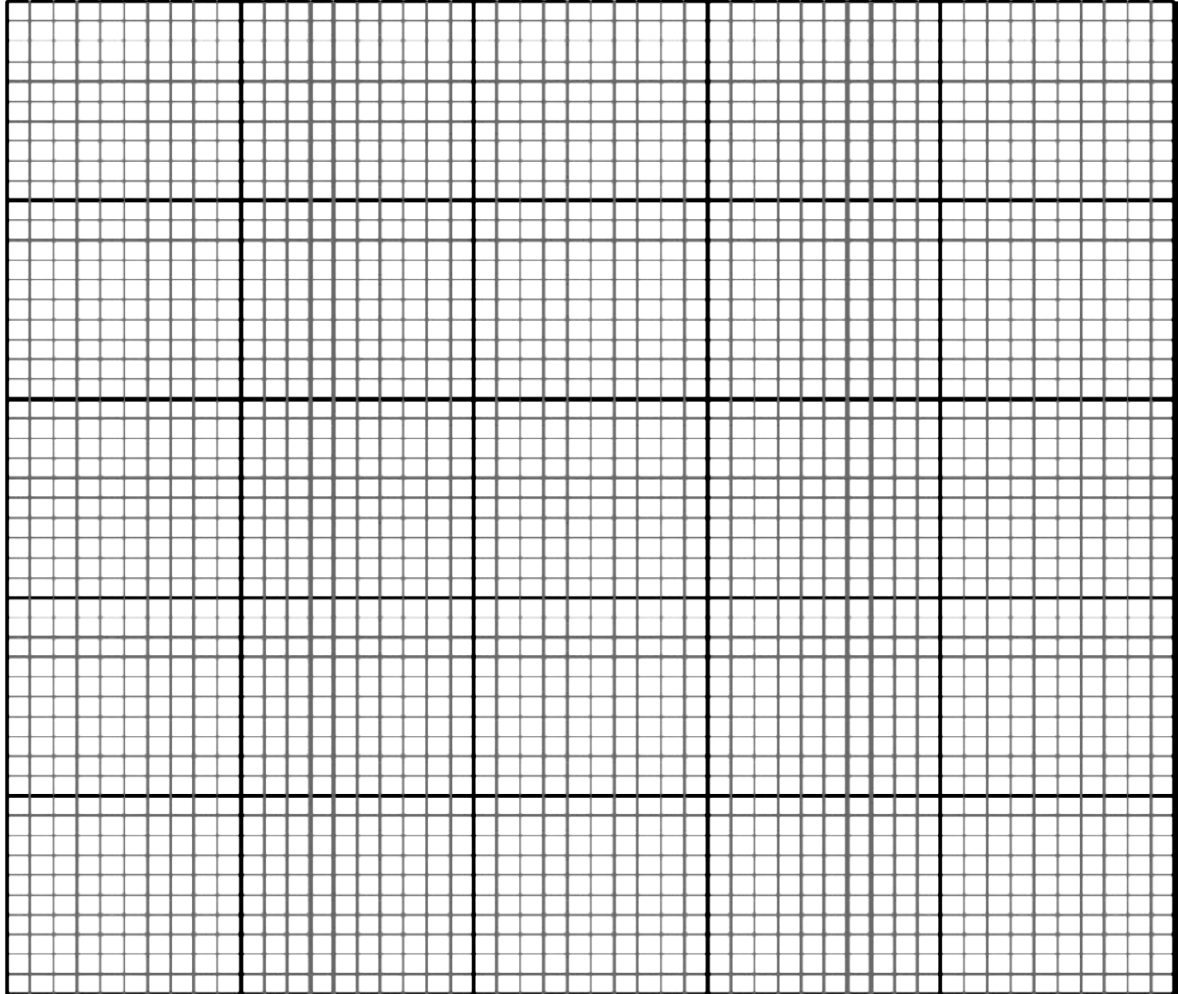
b. A què atribuiu aquesta diferència de mides?.

Escriuiu la vostra resposta aquí:

c. Agafeu mostres de cadascuna d'aquestes zones i porteu-les al laboratori per fer la segona activitat posterior lligada a la segona parada: anàlisi de sediments detrítics no consolidats

ACTIVITAT 3. Observeu i mesureu les dunes.

- a. Aprofitant els eixos cartesianes de sota, poseu-hi la llegenda i dibuixeu a escala la duna que observeu davant vostre. És necessari portar un metro llarg o una corda amb nusos numerats per fer les mesures.



- b. Sobre el dibuix que heu fet, assenyalau els principals elements o trams de la duna: sotavent, cresta, barlovent.
- c. Indiqueu quina deu ser la direcció predominant dels vents que han format aquesta duna?

Escriuiu la vostra resposta aquí:

- d. Observeu la inclinació que presenten els pins més propers a la línia de costa. Quina deducció feu d'aquesta observació?

Escriviu la vostra resposta aquí:

TERCERA PARADA: ESTANY DEL REMOLAR

INFORMACIÓ PRÈVIA PER REALITZAR LA SEGONA PARADA

➤ Com arribar?

Un cop al Prat de Llobregat cal seguir les indicacions que porten a la platja. Seguir el passeig de la platja fins al final que és la platja del Remolar on hi ha el mirador de l'aeroport i deixar el vehicle a l'aparcament habilitat.



<https://goo.gl/maps/MVJD3WrYHVx>



Seguir caminant per la platja (uns 15 minuts) fins a l'espigó que flanqueja la sortida de l'estany del Remolar.

➤ Durada total de l'activitat?

3/4 d'hora

➤ Quina seria la dinàmica grupal convenient?

Tot el grup junt

➤ Hi ha material necessari?

Brúixola

ACTIVITAT 1. Observació de l'erosió a la zona S-SW de l'espigó:

- a. Observeu la imatge següent extreta de Google earth (Figura 8) corresponent a una vista a 380 metres d'alçada en data març de 2017. Compareu-la amb el que ara observeu. Segurament té un aspecte molt semblant.



Figura 8. Imatge extreta de *Google Earth* de l'espigó de desembocadura de l'estany del Remolar.

- b. La costa en aquest punt ja no és tant rectilínia com en els punts anteriors, ja que s'observen ondulacions, intenteu raonar el motiu.

Escriviu la vostra resposta aquí:

- c. Observeu la zona N-NE, on podreu comprovar una important sedimentació.
- d. Observeu també que la platja ja no és plana, que presenta un graó o berma important. Intenteu pensar el motiu, o si més no, reflexionar sobre el tema de la dinàmica de la platja.

Escriviu la vostra resposta aquí:

4. ACTIVITATS PRÈVIES A L'ITINERARI AMB ELS ALUMNES

Es proposen dues activitats prèvies a la realització de l'itinerari on es treballen diferents aspectes de l'evolució de la costa, i també diferents eines de representació dels vectors.

4.1. Primera activitat prèvia: Exemple de l'evolució de la línia de costa en el cas de la ciutat de Barcelona

L'evolució de la línia litoral barcelonina és un clar exemple de com les activitats humanes influeixen en el processos naturals, en aquest cas concret en la dinàmica litoral.

Tal i com es diu en el document *Història de les platges*¹, "El segle VI a.C., la muntanya de Montjuïc i els seus assentaments ibèrics presidien el pla situat a redós de la serra de Marina, entre els rius Rubricatus (Llobregat) i Betulònica (Besòs), que en aquella època presentava un perfil litoral del tot diferent al d'ara. A ponent de Montjuïc, llargues platges, i entre la muntanya i el turó més tard anomenat Taber (avui dia carrer de Paradís i entorns), una petita badia permetia l'entrada del mar fins a terra endins, molt més enllà de la franja costanera actual. Encarada a mar, en el cim d'aquest turó, s'establí la Barcino romana. Posteriorment, el mar s'anà retirant i es van anar creant uns paisatges canvians d'illots i llacunes. La regressió marina continuà i els nous espais de terra ferma que anaven apareixent van ser ocupats per horts i cases."

El mapa de la Figura 9 representa com ha evolucionat la línia litoral de Barcelona des de l'època prehistòrica fins l'actualitat.

Els trams gruixuts amb diferents colors representen els dics que es van anar construint progressivament per anar configurant el port de Barcelona, el qual es va començar a construir a partir del 2 d'agost del 1439 com a conseqüència del "Privilegi" que el rei Alfons V va atorgar a la ciutat.

El primer dic es va començar a construir a l'extrem de llevant de la ciutat (fora del mapa de la Fig.7) enfront del convent de Santa Clara (situat aproximadament a l'espai que ocupa actualment el Parlament de Catalunya) i es creu que va consistir en una alineació de blocs d'escullera d'uns 100 m de longitud en direcció est, que va resultar del tot insuficient per aguantar els temporals i que no aconseguí crear un espai marítim protegit efectiu per les embarcacions.

1

http://w110.bcn.cat/portal/site/MediAmbient/menuitem.37ea1e76b6660e13e9c5e9c5a2ef8a0c/?vgnextoid=9fdd9161f7d1a210VgnVCM10000074fea8c0RCRD&vgnnextchannel=9fdd9161f7d1a210VgnVCM10000074fea8c0RCRD&lang=ca_ES

Un segon intent de construcció es produí a la dècada 1477-1487 aconseguint unir l'illa de Maians amb la costa, però no es pot considerar que els resultats fossin gaire positius pel efectes que va provocar sobre la línia de costa (Figura 2).

De fet Barcelona no va disposar d'un port segur fins 1874, 4 segles després de començades les obres !



Figura 9. Variació de la línia de costa de Barcelona. Mapa modificat a partir de © Ermengol Patalín (2009) <http://elsbarcelonautes.blogspot.com/2010/03/lilla-de-maians.html>

1. D'acord amb el es descriu en el text, identifiqueu els espais assenyalats amb lletres.

- A :
- B :
- C :
- D :

2. Fixeu-vos en l'escala del mapa (Figura 9) i realitzeu els càlculs següents :

- Distància entre els punts 1 i 2 :
- Distància entre els punts 3 i 4 :

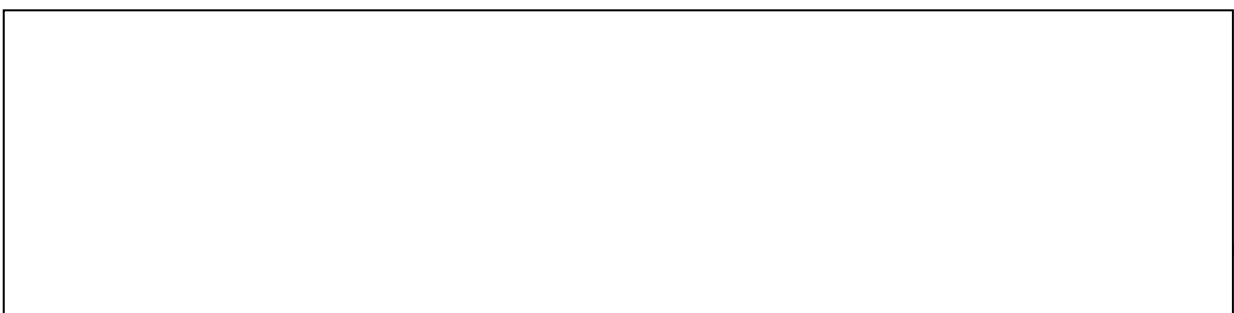


Figura 10. Evolució de la línia de costa: l'illa de Maians. © Ermengol Patalín (2009). Extret de <http://bereshitbcn.blogspot.com.es/2011/04/evolucion-linia-de-costa-illa-de-maians.html>

3. Utilitzant la Figura 10, mesureu l'avangament de la línia de costa entre dues dates consecutives. Feu-ho sobre el marge dret. Fent servir un full de càlcul determineu la taxa de creixement anual. Repetiu els càlculs per cadascuna de les tres línies de costa representades i feu també el càlcul del promig. Imprimiu els resultats del full de càlcul i adjunteu-los a continuació:



4. Busqueu informació sobre quina és la direcció dominant del corrent litoral (o de deriva litoral) a la costa de Barcelona i, en general, a la costa catalana. Poseu una fletxa sobre el mapa de la Figura 8 que ho indiqui.
5. D'acord amb la informació anterior i el mapa de la Figura 8, quina creieu que és la causa principal de l'acumulació de sediments sobre els quals es va construir el barri de la Barceloneta a partir de 1753?



4.2. Segona activitat prèvia : activitats amb gràfics

La imatge següent (Figura 11) representa el litoral del sud de la ciutat de Barcelona, a partir de la nova desembocadura del riu Llobregat, i s'hi assenyalen la posició de la boia oceanogràfica a partir de la qual s'han obtingut les dades que ara treballareu.



Figura 11. Localització del NODO WANA 2108135. Elaboració pròpia a partir de Google Maps.

1. Busqueu informació a Internet sobre el tipus d'instruments de mesura habituals en una boia oceanogràfica. Feu un petit resum:

2. Col·loqueu en aquesta "rosa dels vents" (Figura 12) el nom dels diferents vents.

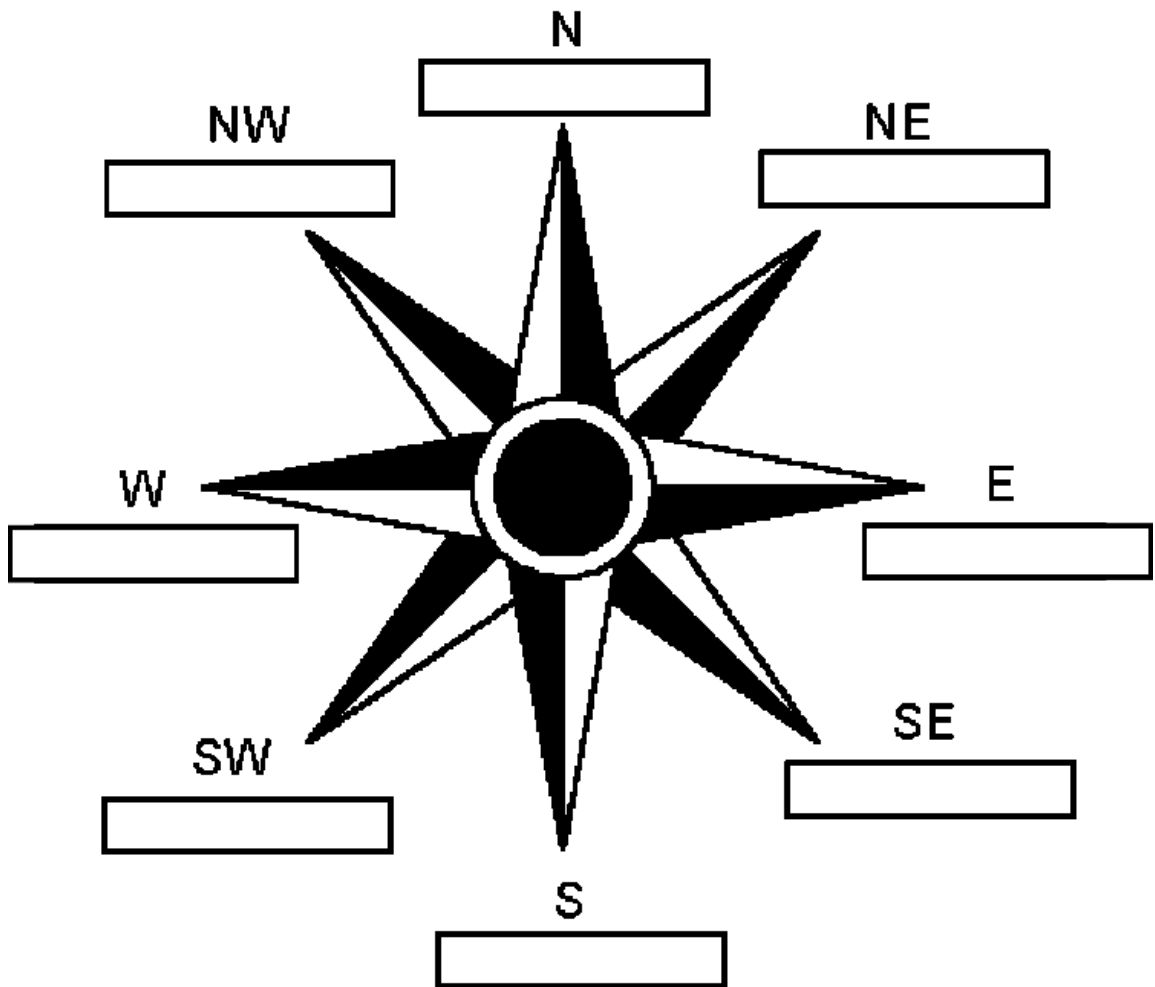


Figura 12. Rosa dels vents.

3. Observeu el gràfic de la pàgina següent (Figura 13) i responeu :

a) Què representa aquest gràfic?

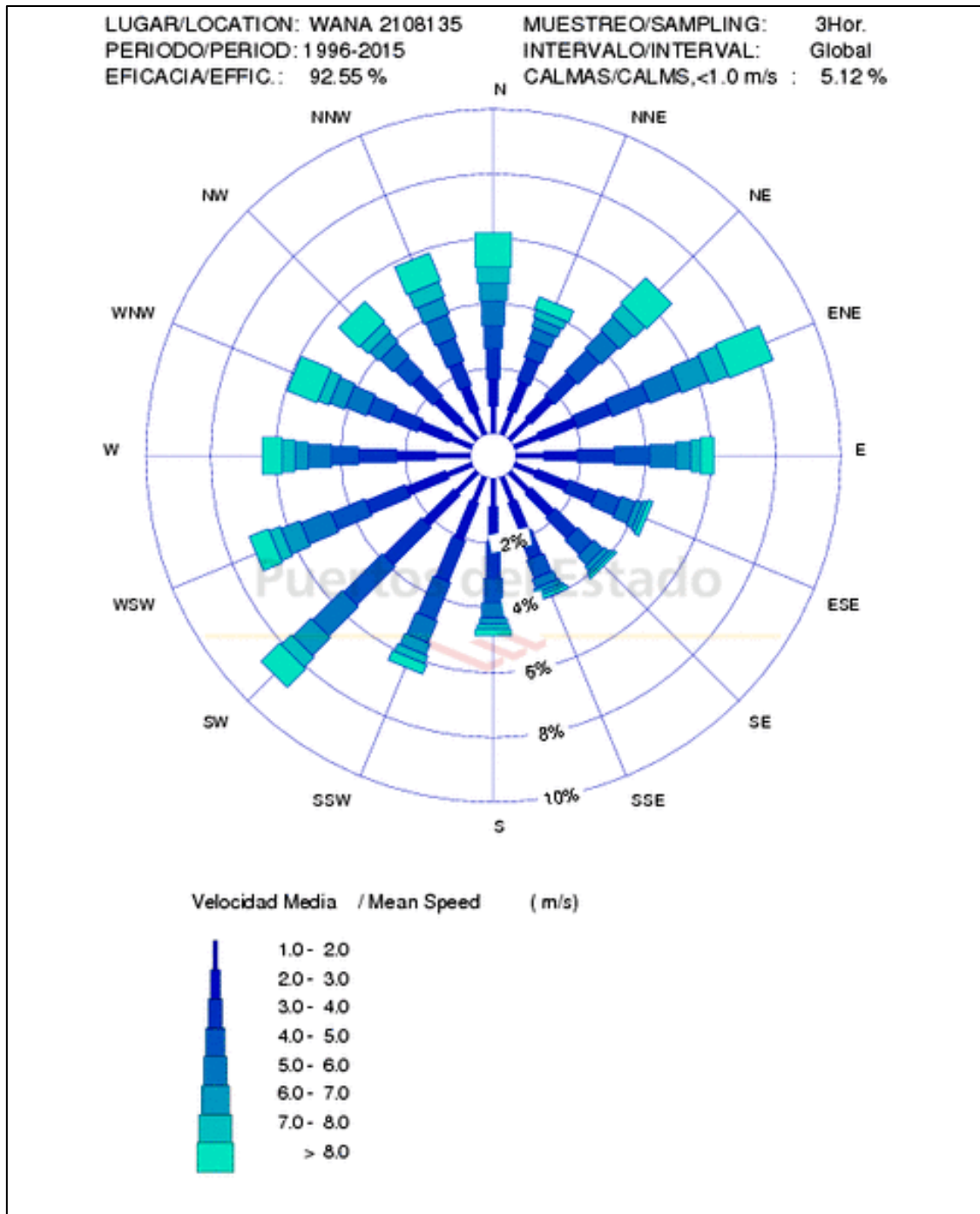


Figura 13. Rosa dels vents estacionalestacional. Rosa de velocitats mitjanes (extret a partir de https://bancodatos.puertos.es/BD/informes/medios/MED_3_8_2108135.pdf).

- b) Quina és la direcció del vent predominant i quin percentatge anual suposa aquesta direcció majoritària?

- c) Quina és la direcció del vent menys habitual i quin percentatge anual suposa aquesta direcció ?



4. Observeu el gràfic de la pàgina següent (Figura 14) i responeu:

- a) Què representa aquest gràfic ?



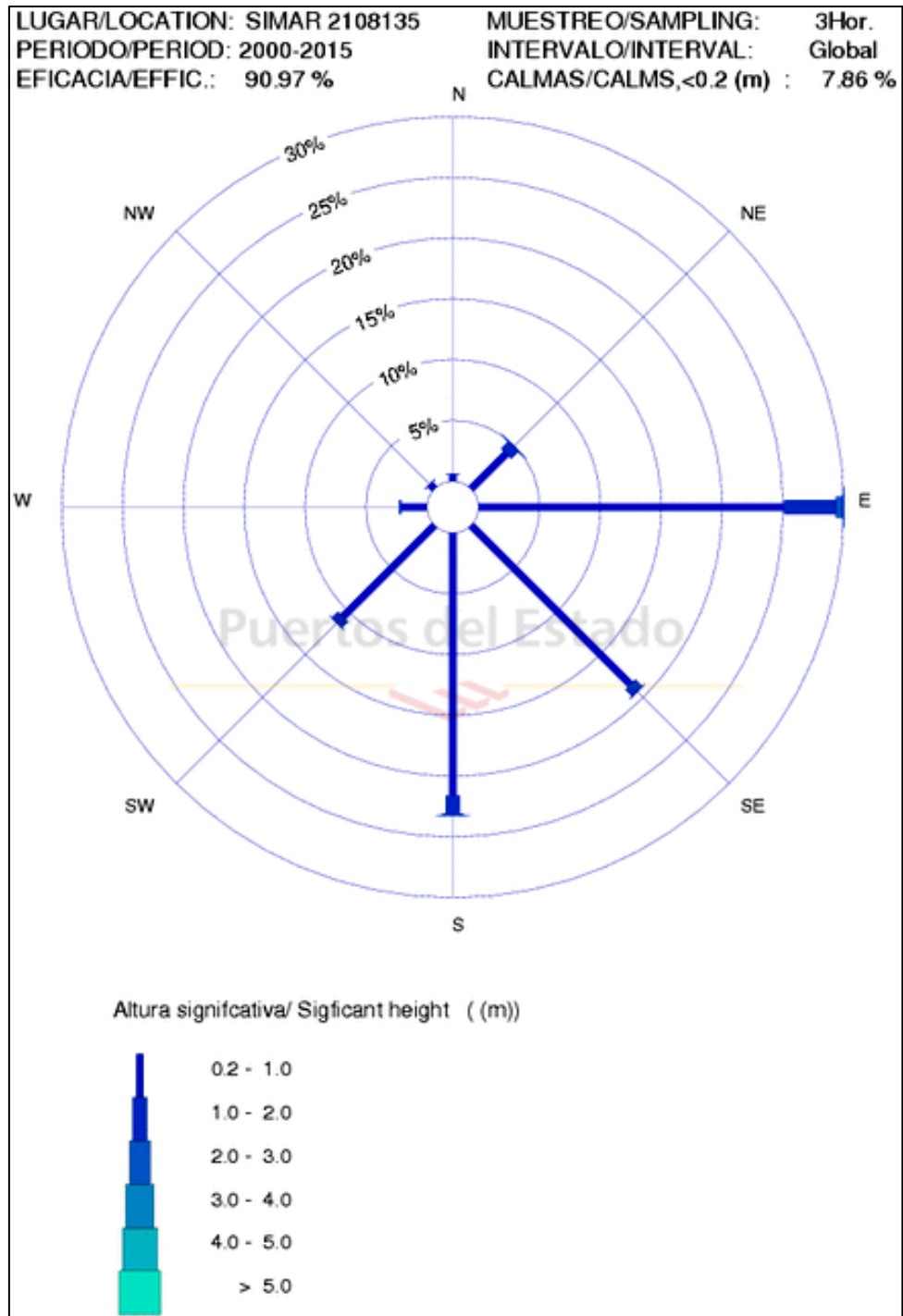


Figura 14. Rosa d'onatge anual. Rosa d'altures significatives (extret a partir de https://bancodatos.puertos.es/BD/informes/medios/MED_1_8_2108135.pdf).

- b) Quina és la direcció predominant i quin percentatge anual suposa aquesta direcció majoritària?

- c) Quina és la direcció menys habitual i quin percentatge anual suposa aquesta direcció minoritària?

5. Veieu coincidència entre la direcció del vent i la de l'onatge? Justifiqueu la vostra resposta.

5. ACTIVITATS POSTERIORES A L'ITINERARI AMB ELS ALUMNES

5.1. Primera activitat posterior lligada a la primera parada: evolució de la línia de costa del delta del Llobregat

En aquesta activitat treballarem l'evolució de la línia de costa primer a escala general i després ens centrarem en un sector de Ca l'Arana.

1. En la Figura 15 hi ha un esquema que ens mostra les zones d'acreció i erosió del perfil de la línia de la costa (taxa d'evolució del perfil) en metres per any (m/a).

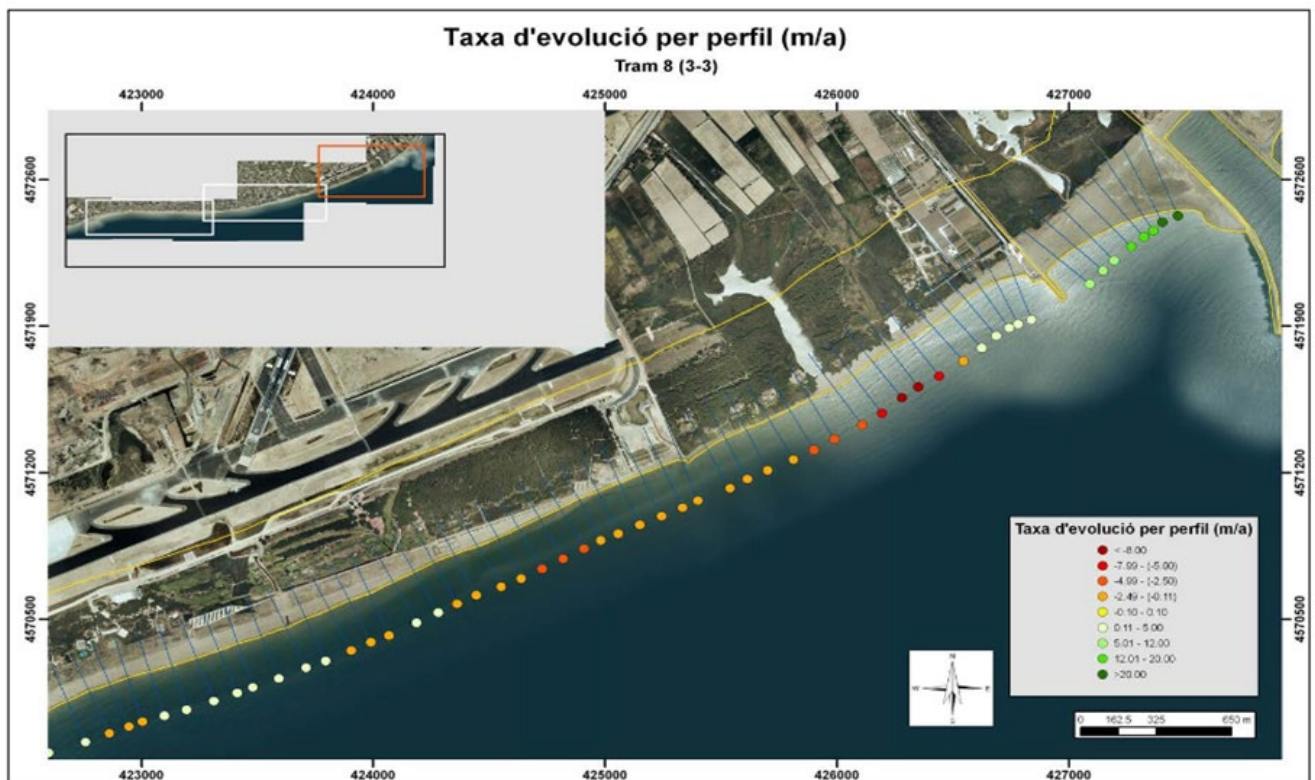


Figura 15. Imatge extreta del "Llibre verd de la zona costanera de Catalunya". 2010

- a) Busqueu a la figura els llocs de la primera parada.
- b) Segons el que veieu al mapa, quina part de la línia de costa creix?

2. Evolució de la costa a la zona de Ca l'Arana

A la figura 16 es pot veure la imatge captada del programa Google earth a l'any 2001 i la superposició amb els límits (línies de colors) dels diferents elements (platja, bassa, estany...) que heu trobat al llarg de la sortida de camp en la seva posició actual.



Figura 16. Elaboració pròpia a partir de Google earth de l'any 2001 a la zona de Ca l'Arana.

La Figura 17 correspon a la imatge captada del programa Google earth a l'any 2012, que correspon a la posició actual dels diferents elements i de nou, s'han superposat els límits de cadascun d'ells amb les mateixes línies de colors.



Figura 17. Elaboració pròpia a partir de Google earth de l'any 2012 a la zona de Ca l'Arana.

- a) Assenyalen amb una fletxa damunt d'ambdues imatges el lloc de la parada 1 de l'itinerari.
- b) Compareu ambdues imatges i expliqueu què ha passat. I expliqueu per quin motiu ha avançat la línia de costa.

- c) Expliqueu quina metodologia faríeu servir per calcular de manera aproximada la superfície que s'ha guanyat al mar.

- d) Amb la metodologia proposada feu el càlcul d'aquesta superfície.

- e) Calculeu la velocitat a la qual s'ha guanyat superfície al mar.

5.2. Segona activitat posterior lligada a la segona parada: anàlisi de sediments detrítics no consolidats

1. Resolució de problemes:

La qüestió (problema) que haureu de resoldre serà aquesta: **tots els sediments detrítics que es recullen en una zona son iguals?**

Per resoldre la qüestió, treballareu en parelles o en petit grup.

Se us donarà una col·lecció numerada de sediments corresponents a diferents zones.

Per cada tipus de sediment (Borràs i Rodríguez, 1989) caldrà primer formular una **hipòtesi** i **deduir** com penseu que seran aquests sediments.

Tipus o grups de proves:

↪ Aspectes Físics

La mida, forma i color del sediments, son tots iguals? Com ho podem saber?

Doneu resposta a la pregunta plantejada i **formuleu una hipòtesi**.

Utilitzant els següents **materials, comproveu** la vostra hipòtesi:

- Diversitat de sediments
- Lupa binocular
- Placa de petri
- Pinces
- Agulla manegada

- Paper mil·limetrat
- Sedàs de diferents mides

Dissenyeu i planifiqueu l'experiment a realitzar:



Realitzeu l'experiment i escriviu **les conclusions. Comuniquen-les** (ho podeu fer mitjançant un informe o un dibuix comentat).

Feu una **posada en comú** de les conclusions amb els diferents grups.

Creieu que hi poden haver restes de matèria orgànica? Com ho podeu demostrar?

Feu una **posada en comú** dels diferents grups en quant a la **metodologia** que caldria utilitzar per resoldre la qüestió.

← Composició química

Com és la composició química dels grans de sorra? Son iguals? De què depèn la seva composició química?

Per tal de donar resposta a les preguntes plantejades, **formuleu les vostres hipòtesis.**

Utilitzeu els següents materials per comprovar les vostres hipòtesis:

- Diversitat de sediments
- Placa de petri
- Pinces
- Espàtula
- Agulla manegada
- Gradeta i tubs d'assaig
- Goters
- Flascó rentador
- Reactius: aigua destil·lada, aigua oxigenada 60 volums, sol. d'àc. Clorhídric al 10 %
- Vidre (serveix per veure si tots o alguns grans de sorra ratllen un vidre. Voldrà dir que el gra que el ratlla és dur i probablement serà de quars).

Amb aquests materials es pot comprovar: la **terbolesa**, la **matèria orgànica** i el **carbonat càlcic**. Busqueu la informació necessària per poder realitzar els experiments i que ens permeti conèixer pera que serveixen cadascun dels reactius.

Dissenyeu i planifiqueu l'experiment a realitzar per cadascuna de les proves.



Realitzeu l'experiment i escriviu **les conclusions. Comuniquen-les** (ho podeu fer mitjançant un informe o un dibuix comentat).

Feu una **posada en comú** de les conclusions amb els diferents grups.

2. Origen dels sediments.

- Atenent a l'aspecte físic dels sediments, ens permeten deduir el seu origen? Per què?

- Si aquests sediments provenen de manera majoritària del riu Llobregat, creieu que es podria deduir com són les roques de la capçalera d'aquest riu Per què?

- Quina informació ens donaria conèixer el recorregut del riu Llobregat? En quin tipus de mapa cercaríeu la informació?

5.3. Tercera activitat posterior lligada a la tercera parada: possibles solucions a un problema

Davant els greus problemes d'erosió de la costa del Maresme (Barcelona), el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en un informe de l'any 2014, ha presentat les següents estratègies d'actuació per resoldre'ls :

- 1- Reduir la dinàmica litoral el màxim possible, mitjançant solucions estructurals (espigons, dics, etc.)
- 2- Augmentar la quantitat de sediments en el sistema litoral amb aportacions externes que compensin les pèrdues
- 3- Atenuar la intensitat de la dinàmica litoral, (solució de compromís o intermèdia)

Com exemple del primer tipus d'estratègia tenim el cas d'un tram de costa de Sant Pol de Mar que inclou les platges de Morer i de La Roca Grossa, on es planteja la possibilitat de construir un espigó en forma de L entre les dues platges.

Tot seguit teniu uns mapes (Figures 18, 19 i 20) on es contempen les possibles conseqüències d'aquesta actuació sobre la línia de costa propera.

1. Quin del mapes creieu que representa millor el que succeirà?. Justifiqueu la vostra resposta.



Figura 18. Opció 1 en la construcció de l'espigó.



Figura 19. Opció 2 en la construcció de l'espigó.



Figura 20. Opció 3 en la construcció de l'espigó.

Resposta:

6. SOLUCIONARI DEL PROFESSOR PER A TOTES LES ACTIVITATS

6.1. Solució de la primera parada

Veureu que en totes les parades s'utilitza els temps verbals en plural es per fomentar per part del professorat el treball en grup/cooperatiu

Activitat 1. Enfilats al mirador de la torre de la Bunyola, responeu les preguntes sobre el següent mapa topogràfic de la zona:

- a. Situeu-vos amb l'ajuda d'una brúixola i després ompliu el mapa amb aquests noms: castell de Montjuic, la Morella, Sant Ramon i les grues del port nou.

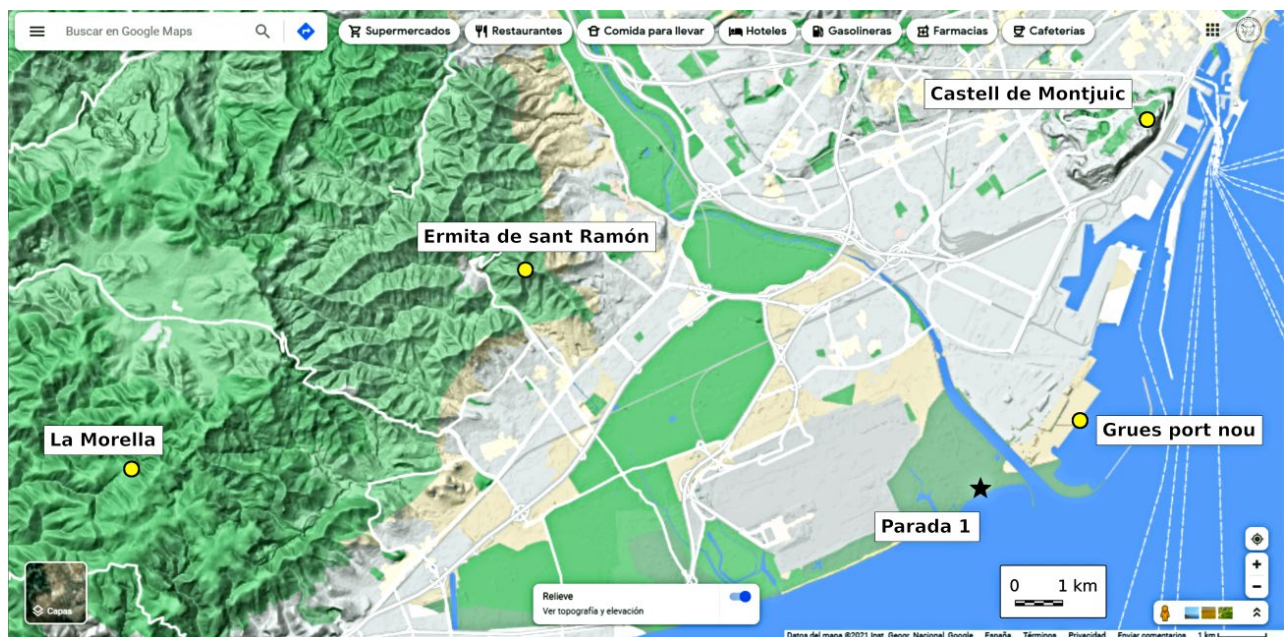


Figura 21. Mapa topogràfic de la zona del delta del Llobregat amb les solucions de l'activitat 1. Elaboració pròpia a partir de Google Maps.

- b. Calculeu també l'azimut d'aquests punts i la distància des d'on esteu a cadascun dels punts assenyalats al mapa.

Escriviu la vostra resposta aquí:

TRAJECTE	AZIMUT(= DIRECCIÓ)	DISTÀNCIA
Parada 1- Grues port nou	54°	2,45 km
Parada 1- Castell de Montjuic	25°	8,13 km
Parada 1- Ermita de Sant Ramón	296,5°	10,55 km
Parada 1- La Morella	271°	17,47 km

Sant Ramon: 285° / 7,9 Km

Grues noves del port: 23° / 1,56 Km

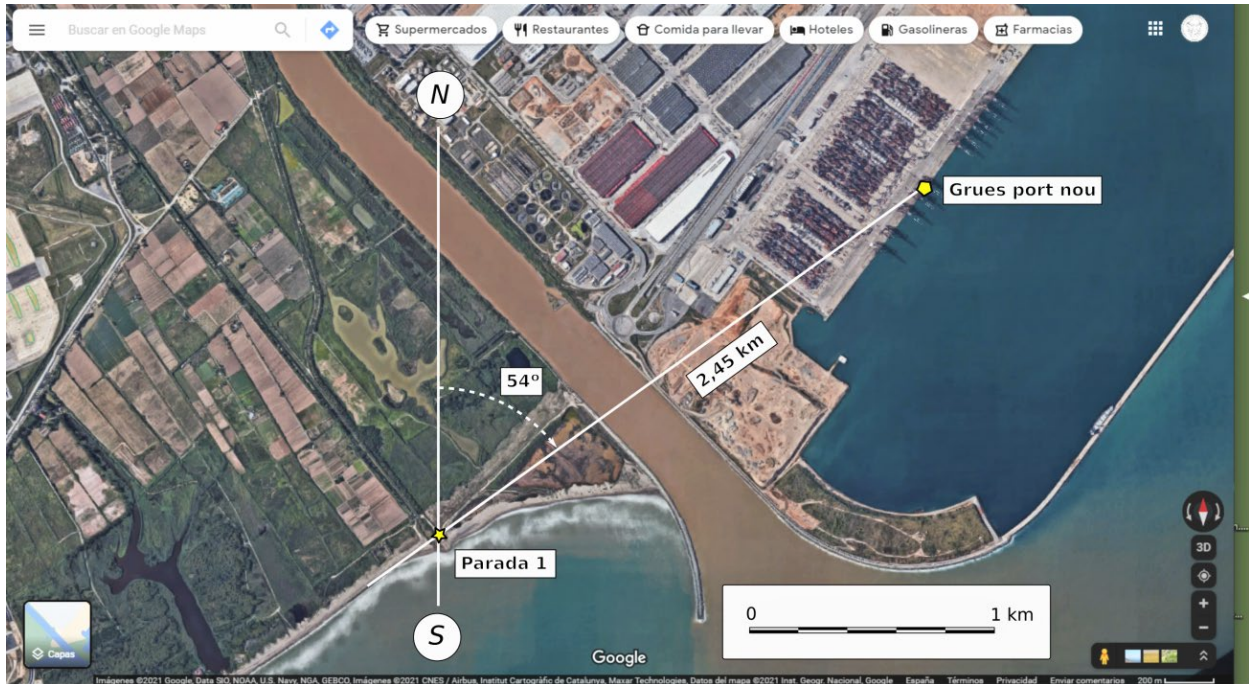


Figura 22. Solucions del punt 1 (activitat 2). Elaboració pròpia a partir de Google Maps.



Figura 23. Solucions del punt 2 (activitat 2). Elaboració pròpia a partir de Google Maps.



Figura 24. Solucions del punt 3 (activitat 2). Elaboració pròpia a partir de Google Maps.

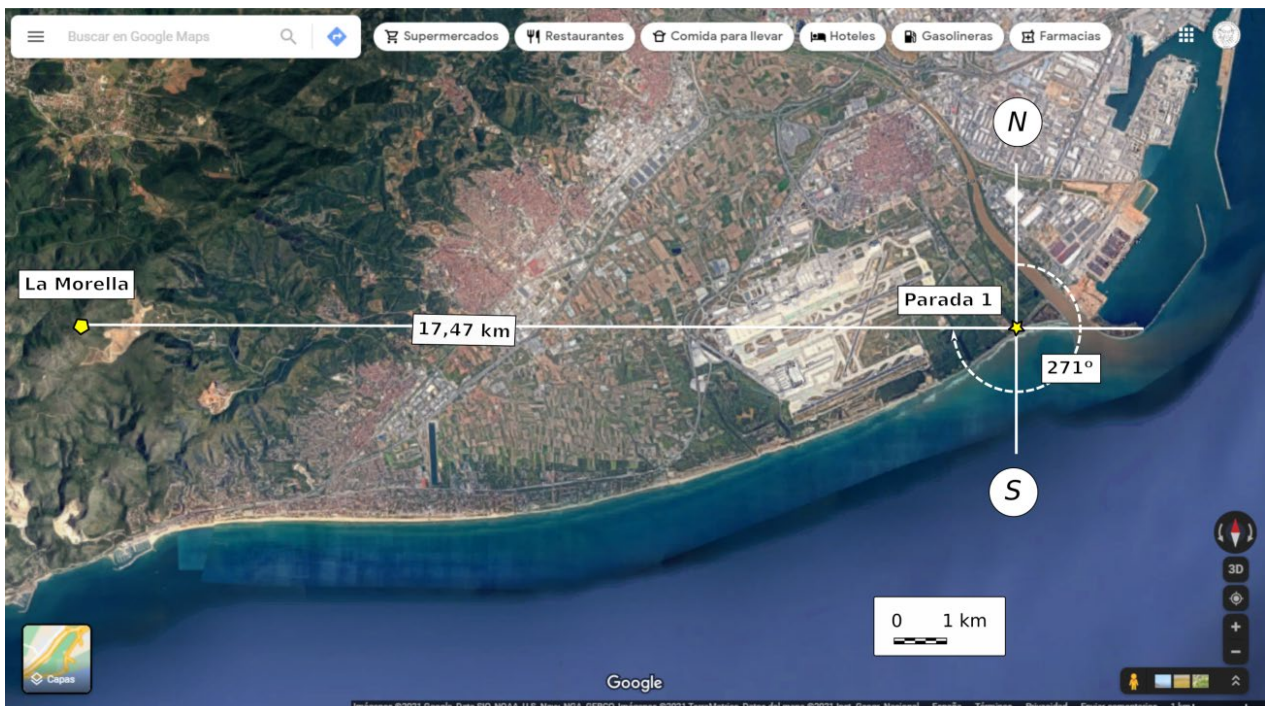


Figura 25. Solucions del punt 4 (activitat 2). Elaboració pròpia a partir de Google Maps.

- c. Observeu en direcció NE la línia de costa i deduiu si aquesta ha pogut avançar o bé penseu que ha retrocedit.

Escriviu la vostra resposta aquí:

Resposta exploratòria.

- a. Indiqueu al mapa topogràfic anterior el lloc on us trobeu.
- b. Segons el mapa, quina part de la línia de costa s'erosiona? Observeu si hi ha algun indicati destacable d'aquesta erosió en el lloc on us trobeu.

Escriviu la vostra resposta aquí:

la zona sud-oest. S'haurien de veure ferros i/o canonades que han quedat exposades just al límit on arriben les onades.

- c. Perquè una part de la costa creix i l'altra s'erosiona?

Escriviu la vostra resposta aquí:

Creix allà a on el balanç d'aportacions/erosió és positiu, i s'erosiona allà a on les aportacions (deriva litoral) no compensen les pèrdues per erosió.

- d. Si aquest procés geològic predominant que heu observat a l'apartat anterior continua durant uns quants anys, que creieu que passarà amb aquest edifici del semàfor?.

Escriviu la vostra resposta aquí:

El podríem veure a toca de la línia de la costa. Les onades podrien arribar al mateix edifici.

- e. Observeu els cartells informatius que trobareu a l'interior de l'edifici del semàfor. Penseu: quina mesura prendríeu per evitar la regressió que s'observa a les fotos?

Escriviu la vostra resposta aquí:

Mesures preventives estructurals que podrien ser la construcció d'algun dic o barrera que freni la erosió.

6.2. Solució de la segona parada

ACTIVITAT 1

Mireu si, a grans trets, el perfil de la platja que observeu en el moment de la visita s'avé amb el perfil dibuixat a la figura, sobretot pel que fa a la zona més propera al nivell del mar.

Escriviu la vostra resposta aquí:

Resposta exploratòria.

c. Feu un dibuix aproximat agafant de referència el de la figura. Quines diferències més significatives trobeu?

Escriviu la vostra resposta aquí:

Resposta exploratòria. Depèn de l'època de l'any.

d. Com és la part més propera al mar? És més o és menys planera que la de la figura?

Escriviu la vostra resposta aquí:

Resposta exploratòria. Depèn de l'època de l'any. Hi ha dues possibilitats: amb més o amb menys pendent. Veure punt 2 (Geocontext).

e. Si la part frontal no té pendent i és més planera, on creieu que sigui més probable trobar el material sorrenc que falta?

Escriviu la vostra resposta aquí:

Submergit, davant de la línia de costa formant barres o platges submergides.

f. En quines èpoques de l'any és més probable trobar la part frontal més plana (amb menys pendent)?

Escriviu la vostra resposta aquí:

A l'estiu l'onatge és de baixa energia, i les platges apleguen la màxima quantitat de sediment possible fent que el perfil sigui amb fortes pendents (berma). En canvi, a l'hivern, la platja es satura degut a un augment en el volum d'aigua transportat en el moment que les onades trenquen, i provoca que el sediment de les parts altes de la platja siguin erosionats i transportats cap a zones més profundes on es dipositarà formant barres. Es genera així un perfil transversal de suau pendent a la platja (gairebé sense berma). (Veure apartat 2. Geocontext).

Cal tenir en compte, a més, els temporals de Llevant, habituals a la tardor i a la primavera, que erosionen la platja deixant una berma evident.

ACTIVITAT 2

Agafeu mostres de la part més propera al mar, de la zona intermèdia i de la zona més allunyada.

a. Ajudeu-vos de l'escala de Folk de sota i feu un anàlisi granulomètric visual. Determineu la/les mida/mides predominants en cadascuna de les zones. Trobeu cap diferència?

Escriviu la vostra resposta aquí:

Hauria de ser així:

Zona externa, propera a les dunes: mides més fines.

Zona propera a la línia de costa (berma, graó): mides més grolleres.

b. A que atribuiu aquesta diferència de mides?.

Escriviu la vostra resposta aquí:

(Veure apartat 2. Geocontext).

Les mides més grolleres es localitzen a on hi ha la màxima energia que habitualment és el lloc on trenquen les onades (línia de costa). La mida de gra disminueix des d'aquest punt tant cap a l'interior com cap al mar.

ACTIVITAT 3

- b. Sobre el dibuix que heu fet, assenyeleu els principals elements o trams de la duna: sotavent, cresta, barlovent.

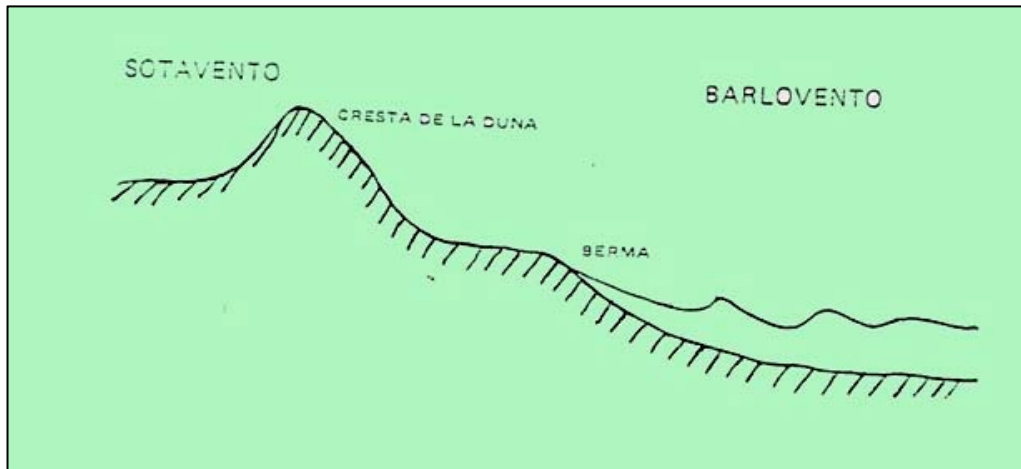


Figura 26. Dibuix de les parts d'una platja. Elaboració pròpia.

- c. Indiqueu quina deu ser la direcció predominant dels vents que han format aquesta duna?

Escriviu la vostra resposta aquí:

Normalment, de mar cap a terra.

- d. Observeu la inclinació que presenten els pins més propers a la línia de costa. Quina deducció feu d'aquesta observació?

Escriviu la vostra resposta aquí:

Confirma la direcció predominant del vent de la resposta anterior.

6.3. Solució de la tercera parada

- b. En aquest punt la costa ja no és tant rectilínia com en els punts anteriors, que s'observen ondulacions, intenteu raonar el motiu.

Escriviu la vostra resposta aquí:

En aquest punt, es nota molt més els efectes de la deriva litoral. Es tractaria d'una platja amb una dinàmica reflectiva.

- d. Observeu també que la platja ja no és plana, que presenta un graó important. Intenteu pensar el motiu, o si més no, reflexionar sobre el tema de la dinàmica de la platja.

Escriviu la vostra resposta aquí:

Es tracta d'una platja reflectiva (veure l'apartat 2. Geocontext). Tot i que els temporals de Llevant poden condicionar l'existència evident o no d'aquesta berma.

6.4. Solució de la primera activitat prèvia: Exemple de l'evolució de la línia de costa en el cas de la ciutat de Barcelona

1. D'acord amb el es descriu en el text, identifiqueu els espais assenyalats amb lletres.

- A : MONTJUIC
- B : BADIA (actual Raval)
- C : Turó TABER (MONS TABER)
- D : Convent de Sta. Clara (actual Parlament de Catalunya)

2. Fixeu-vos en l'escala del mapa i realitzeu els càlculs següents :

- Distància entre els punts 1 i 2 : 2108 m (distància sobre mapa 9,7 cm)
- Distància entre els punts 3 i 4 : 1565 m (distància sobre mapa 7,2 cm)

3. Utilitzant la figura 2, sobre el marge dret, mesureu l'avançament de la línia de costa de dues dates consecutives i fent servir un full de càlcul determineu la taxa de creixement anual. Repetiu els càlculs per cadascuna de les tres línies de costa representades i feu també el càlcul del promig. Imprimeu els resultats del full de càlcul i adjunta'ls aquí

Escala : 2,5 cm = 250 m i : 10.000

Distància sobre mapa (1439-1614, 175 anys) = 2,8 cm = 280 m

Distància sobre mapa (1614-1714, 100 anys) = 2,9 cm = 290 m

Distància sobre mapa (1714-1890, 176 anys) = 1,6 cm = 160 m

Distància TOTAL (1439-1890, 451 anys) = 7,3 = 730 m

Taxa creixement (1439-1614, 175 anys) = 280 m/175 anys = 1,6 m/any

Taxa creixement (1614-1714, 100 anys) = 290 m/100 anys = 2,9 m/any

Taxa creixement (1714-1890, 176 anys) = 160 m/176 anys = 0,91 m/any

Taxa creixement PROMIG (1439-1890, 451 anys) = 730 m/451 anys = 1,618 m/any

4. Busqueu informació sobre quina és la direcció dominant del corrent litoral (o de deriva litoral) a la costa de Barcelona i, en general, a la costa catalana. Poseu una fletxa sobre el mapa de la figura 2 que ho indiqui.

NE → SW

5. D'acord amb la informació anterior i el mapa de la fig. 2, quina creieu que va ser la causa principal de l'acumulació de sediments sobre els quals es va construir el barri de la Barceloneta a partir de 1753 ?

La causa principal fou la barrera que suposà la construcció del port de Barcelona, al llarg de diferents etapes.

6.5. Solució de la segona activitat prèvia : activitats amb gràfics

1. Busqueu informació a la xarxa sobre el tipus d'instruments de mesura habituals en una boia oceanogràfica

Instrumentació meteorològica

- Temperatura aire
- Velocitat i direcció del vent
- Humitat
- Pressió atmosfèrica

Instrumentació oceanogràfica

- Temperatura aigua
- Velocitat i direcció dels corrents (correntímetre)
- Conductivitat, temperatura i densitat (CTD)
- Altura onades, període i direcció
- pH
- oxigen dissolt
- concentració clorofil·la
- terbolesa
- M. orgànica dissolta

Posicionament

- Brúixola i GPS

2. Col·loqueu en aquesta "rosa dels vents" el nom dels diferents vents

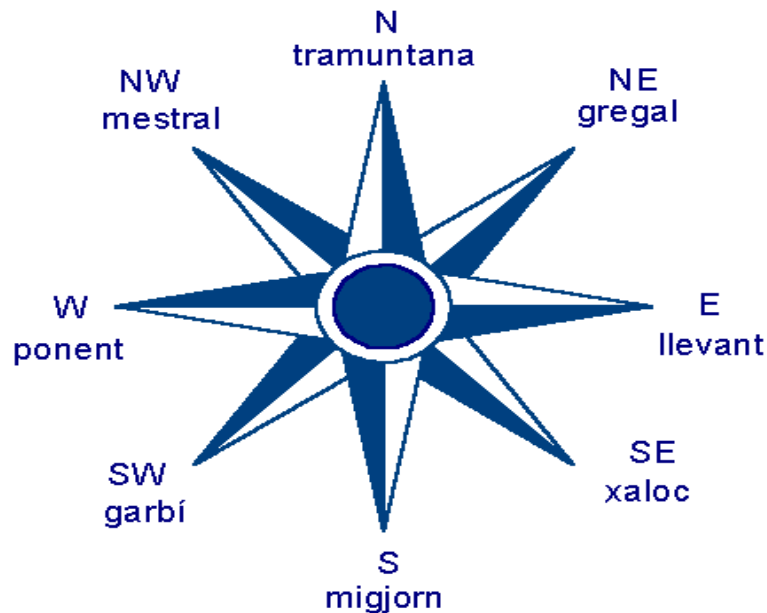


Figura 27. Rosa dels vents.

3. Observeu el gràfic de la Figura 13 i responeu :

a) Què representa aquest gràfic?

Representa les direccions i velocitats mitjanes mesurades en una boia oceanogràfica concreta durant un període d'anys determina

b) Quina és la direcció del vent predominant i quin percentatge anual suposa aquesta direcció majoritària?

Vent del SW amb, un percentatge aprox. d'un 9 %

c) Quina és la direcció del vent menys habitual i quin percentatge anual suposa aquesta direcció ?

Vent del SSE, amb un percentatge aprox. d'un 4 %

4. Observeu el gràfic (Figura 14) i responeu:

a) Què representa aquest gràfic ?

Representa les altures significatives de les onades mesurades en una boia oceanogràfica concreta durant un període d'anys determinat

b) Quina és la direcció predominant i quin percentatge anual suposa aquesta direcció majoritària?

Direcció predominant E, amb un percentatge aprox. d'un 30 %

c) Quina és la direcció menys habitual i quin percentatge anual suposa aquesta direcció minoritària?

Direcció menys habitual N o NW, amb un percentatge aprox. d'un 1 %

5. Veieu coincidència entre la direcció del vent i la de l'onatge? Justifiqueu la vostra resposta.

No. Això és degut "bàsicament" a que el vent que genera les onades que es dirigeixen a la costa s'origina gairebé sempre en zones allunyades d'aquesta i pot tenir una direcció molt diferent de la dels vents locals propers a la costa.

A la costa catalana, un exemple d'això seria una situació concreta amb vent locals de garbí (SW) en un dia de temporal de llevant (E) en el que les grans onades que arriben a la costa s'han generat a l'est de Còrsega i Sardenya degut a forts vents de llevant (E).

6.6. Solució de la primera activitat posterior lligada a la primera parada: evolució de la línia de costa del delta del Llobregat

1. A la figura 15 hi ha un esquema que ens mostra les zones d'acreció i erosió del perfil de la línia de la costa (taxa d'evolució del perfil) en metres per any (m/a)



Figura 28. Mapa amb la solució de l'apartat 1.a.

a) Busqueu a la figura els llocs de la primera parada.

Està senyalat amb un cercle vermell.

b) Segons el mapa, quina part de la línia de costa creix i quina decreix?

Les boles amb colors verds ens indiquen que creix a la zona més propera a l'espigó. Les boles amb colors vermells i taronges ens indiquen que decreix a la zona més allunyada de l'espigó.

2. Evolució de la costa a la zona de Ca l'Arana

a) Assenyaleu amb una fletxa damunt d'ambdues imatges el lloc de la parada 1 de l'itinerari.



Figura 29. Mapes amb la solució de l'apartat 2.a

b) Compareu ambdues imatges i expliqueu què ha passat. I expliqueu per quin motiu ha avançat o retrocedit la línia de costa.

Entre el punt de la parada 1 i la desembocadura del riu Llobregat hi hagut un avanç aparent de la línia de la costa. Hi ha una platja recolzada.

Aquest avanç aparent es deu a l'acumulació de sediments immediatament darrera de l'espigó arrossegats per la deriva costanera, ja que la desembocadura del riu (com a àrea font del sediment) es troba molt a prop. No així més endavant a la zona del semàfor on es produeix una erosió molt marcada.

En aquesta qüestió, s'ha de tenir clar que en presència d'un espigó, sempre es produirà una erosió induïda en la part oposada a la corrent de la deriva costanera.

- c) Expliqueu quina metodologia faríeu servir per calcular la superfície que s'ha guanyat al mar.

La metodologia més fàcil és quadricular la superfície que es vol calcular. Això es pot fer agafant una fotocòpia de paper mil·limetrat en paper vegetal i superposar-la a la zona esmentada. Es fa un recompte aproximat dels quadradets i, amb l'escala del mapa, es calcula la superfície.

Una altra manera seria aproximar la superfície que es vol calcular a alguna figura geomètrica coneguda. en aquest cas, podríem aproximar la zona a un triangle. Es mesura sobre el paper les mides dels costats d'aquesta figura i, amb l'escala, es fa el càlcul de l'àrea d'un triangle.

Nota: l'escala és 1:13.600

- d) Amb la metodologia proposada feu el càlcul.

Aproximadament: 259.000 m²

- e) Calculeu la velocitat a la qual s'ha guanyat superfície al mar.

259.000 m² en 11 anys → 23'54 m²/any

6.7. Solució de la segona activitat posterior lligada a la segona parada: anàlisi de sediments detrítics no consolidats.

• Objectius

Aquesta pràctica té com a objectes d'estudi els sediments detrítics i, en especial, les sorres.

A través de l'estudi d'aquests materials, mitjançant tècniques d'observació, d'anàlisi, proves físiques i químiques i determinacions d'organismes, es persegueixen dos tipus de finalitats bàsiques :

Generals: desenvolupar i consolidar en l'alumne tot un seguit de tècniques, capacitats (observació, anàlisi, deducció, etc.) i procediments propis del **treball científic**.

Específiques: - apropar a l'alumne a la metodologia d'estudi dels sediments detrítics i utilitzar les dades obtingudes per **deduir o inferir** la "història geològica"

(àrea font, tipus i durada del transport i, finalment, el medi sedimentari) d'aquest sediment.

- **dissenyar i realitzar un experiment** per donar resposta a una qüestió o problema.

- **Material**

Cal el següent material:

- col·lecció variada de sediments
- lupa binocular
- placa de Petri
- espàtula
- pinces de punta fina
- agulla manegada
- gradeta i tubs d'assaig
- flascó rentador (aigua destil·lada)
- goters (per les diferents dissolucions)
- portaobjectes (optatiu, només per fer muntatges)
- goma aràbiga (optatiu, només per fer muntatges)
- paper mil·limetrat
- claus i làmines per a la determinació d'organismes
- Reactius:
 - o aigua destil·lada
 - o aigua oxigenada 60 volums
 - o sol. d'àc. clorhídric al 10%

- **Aspectes Físics**

Els estudiants amb aquesta primera investigació han de treure les següents conclusions:

- 1- Han de poder descriure les diferents formes, colors i mides dels grans de sorra.
- 2- Que els grans de sorra o sediments son diferents.
- 3- Que pot haver-hi fracció orgànica o no (restes d'éssers vius).
- 4- De que depèn la forma, color mida,... dels sediments.

Es poden comparar les conclusions i re formular-les llegint la pàg 60 (glossari) de l'Annex 1 (granulometria/ forma dels grans/aspecte superficial ...)

- **Composició química**

Els estudiants amb aquesta segona investigació han de treure les següents conclusions:

- 1- Han de poder observar i descriure que hi ha diferent composició mineralògica de les sorres
- 2- Que els sediments poden tenir diferent graus de terbolesa

3- Que pot haver-hi matèria orgànica o no (restes d'éssers vius)

4- Que hi poden haver-hi sediments amb presència de carbonats

Es poden comparar les conclusions i re formular-les llegint la pàg 66 i 67 (composició mineralògica/ prova de la terbolesa/ prova de l'aigua oxigenada/ prova de l'àcid clorhídric).

2. Origen dels sediments

- Atenent a l'aspecte físic dels sediments, ens permeten deduir el seu origen? Per què?

Un origen proper donaria, en general, sediments grollers i de formes anguloses. Amb tot, el remodelat continu a nivell de platja dels sediments els acaba per arrodonir força, tot i que vinguin de penya-segats costers propers.

D'altra banda, si l'origen és fluvial, al ser l'origen força més distanciat, podem assegurar que tindran un grau alt d'arrodoniment i una mida molt més fina.

El color, la brillantor i la transparència ens poden donar pistes de la composició mineral i, per tant, del seu origen petrològic.

- Si aquests sediments provenen de manera majoritària del riu Llobregat, creus que es podria deduir com són les roques de la capçalera d'aquest riu Per què?

Sí. Analitzant la composició química, ens dona una idea de la composició mineral i, per tant, de les roques que han originat aquests sediments.

- Quina informació ens donaria conèixer el recorregut del riu Llobregat? En quin tipus de mapa cercaries la informació?

Tindríem informació del tipus de roques al llarg del seu recorregut així com la longitud d'aquest recorregut de de la capçalera (indret d'una major erosió).

El mapa més indicat seria un mapa geològic detallat.

6.8. Solució de la tercera activitat posterior lligada a la tercera parada: possibles solucions a un problema.

Quin del mapes creus que representa millor el que succeirà?. Justifica la teva resposta.

El mapa correcte és el de l'opció 1, ja que la deriva costanera es mou paral·lela a la costa en direcció sud-oest i arrastra el sediment en la part occidental mentre que en la part oriental l'acumula. Aquest efecte és degut a que la corrent, en trobar un obstacle deixa anar la seva càrrega de sediment i per tant quan el salva ja no aporta, quedant exposada la part de darrera de l'obstacle a l'erosió.

7. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

- Borràs, A.; Rodríguez, A.. *Anàlisi de sorres en el laboratori. Un enfocament pràctic i multidisciplinari en el laboratori*. Actes del Segon Simposium sobre l'ensenyament de les Ciències Naturals. p.582-588. Tarragona. 1989.
- Campmany, Josep. *La colonització del delta occidental del Llobregat*. Dins de TELLO, E. i PRATS, N. *El Baix Llobregat, història i actualitat ambiental d'un riu*. Sant Feliu del Llobregat: Centre d'Estudis Comarcals del Baix Llobregat. 2005.
- Decret 142/2008. DOGC número 5183. Ordenació dels ensenyaments del batxillerat.
- Ferret Pujol, Joan Lluís. *Formació del delta del Llobregat*. Dins: DD.AA. *Patrimoni, història local i didàctica. Homenatge a Jaume Codina*. Actes de les VI Jornades del Patrimoni del Baix Llobregat, Sant Feliu de Llobregat: Consell Comarcal del Baix Llobregat i Edicions del Llobregat, 2012. Pàg. 166-183. ISBN: 978-84-938801-6-3.
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. *Mapa d'àrees hidrogeològiques de Catalunya 1:250.000. Memòria explicativa de continguts*. 2017. <https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Descarregues/Cartografia-geologica-i-geotematica/Cartografia-hidrogeologica/Mapa-d-arees-hidrogeologiques-de-Catalunya-1-250.000-MAH250M-v1.0-2017>.
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. *Mapa topogràfic de Sant Feliu de Llobregat (escala 1:25.000)*.
- Rodríguez Fernández, R. (Coord.). *Guia geològica del Parc Nacional de les Illes Atlàntiques de Galícia*. IGME: 2013. ISBN: 978-84-8014-851-1.
- Vera, J.A. et al. *Geologia (COU)*. Zaragoza: Edelvives, 1984. ISBN: 84-2630-402-8.
- Web del Consorci del delta del Llobregat: <https://tinyurl.com/tbrpfb96>

- Web del Departament de la Vicepresidència i de Polítiques Digitals i Territori. (*Llibre Verd de l'estat de la zona costanera de Catalunya*). <https://tinyurl.com/4pckb9kh>
- Web de l'Ajuntament de Barcelona. *Història de les platges* <https://tinyurl.com/35xae2y9>
- Web "Els barcelonautes": <https://tinyurl.com/vt4nfvru>. L'Illa de Maians - (*publicat el dilluns, 8 de març de 2010*).
- Web "Totselsnomsdebarcelona": <https://tinyurl.com/954h5fnd>. L'illa de Maians i la costa de Barcelona (*publicat el dimecres, 10 d'octubre de 2012*).
- Web: https://bancodatos.puertos.es/BD/informes/medios/MED_3_8_2108135.pdf (Aquesta adreça permet descarregar els dos documents corresponents sencers on es troben les imatges utilitzades en la 2^a activitat pèvia).
- Wright, L. D., y A. D. *Short Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis*, Marine Geology, 56, 93–118. (1984)
- *Estudi geotècnic del delta del Llobregat*. Inèdit: <https://tinyurl.com/594rcxzz>

8. ANNEXOS

8.1. Annex 1: material complementari a la segona activitat posterior

- Glossari

El terme LUTITA s'aplica als sediments i a les roques sedimentàries detrítiques en els quals el diàmetre és inferior a 1/16 mm. Dins d'aquests límits s'inclouen els llims (entre 1/16 i 1/256 mm) i les argiles (inferior a 1/256 mm).

Les SORRES són sediments incoherents (sense cimentar) i heterogenis constituïts per grans de mida compresa entre 1/16 i 2 mm. Aquests grans procedeixen de roques preexistents, principalment granits i roques afins.

Les RUDITES són roques detrítiques heterogènies, formades per fragments de minerals i roques de mida superior a 2 mm. Les GRAVES són rudites sense cimentar.

- Granulometria

Segons la mida predominant es distingeixen els següents tipus de sorres: **molt fina** (1/16 a 1/8 mm.), **fina** (1/8 a 1/4 mm.), **mitjana** (1/4 a 1/2 mm.), **grollera** (1/2 a 1mm.) i **molt grollera** (1 a 2 mm.).

Quan la mida dels grans de sorra és uniforme, sense diferències importants, es diu que té una **bona selecció o classificació granulomètrica**. En cas contrari, és a dir quan

hi ha gran diversitat en la mida dels grans, es diu que la sorra té una **mala classificació o selecció granulomètrica**.

De cada mostra has d'anotar la mida dels grans més abundants, així com la del gra més gros i la del més petit.

Forma dels grans. Per determinar-la podeu fixar-vos en la següent figura :

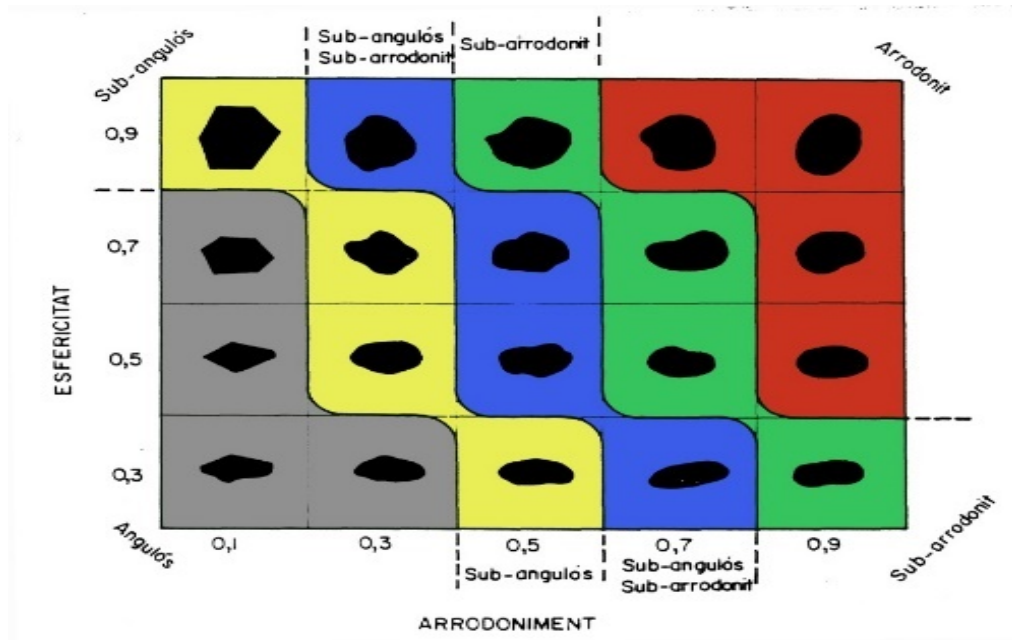


Figura 30. Gra d'arrodoniment de la sorra (gràfica modificada a partir de Krumbein y Sloss (1953)).

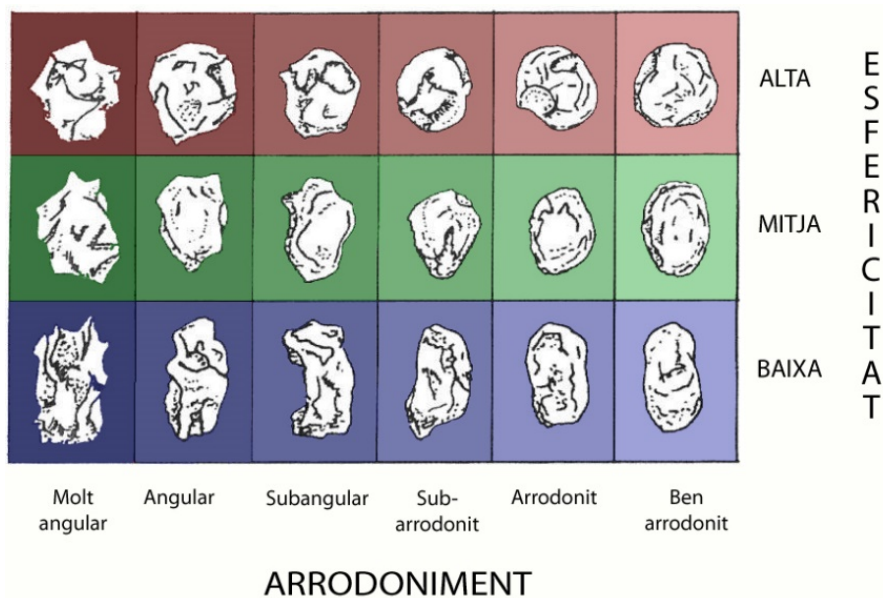


Figura 31. Gra d'arrodoniment de la sorra (gràfica modificada a partir de Powers (1953)).

- Aspecte superficial

Ens proporciona informació sobre el medi de transport del sediment. De forma general, els grans poden ser **brillants o mats**. Els grans amb superfície brillant indiquen habitualment un transport en un medi aquàtic. Els que presenten la superfície mat ens recorden el vidre sense polir i se'ls atribueix un transport pel vent amb freqüents xocs entre ells. Sovint, però, aquesta característica no està ben definida.

- Composició mineralògica

Els components més freqüents dels sediments de la mida de les sorres i de les graves són :

- QUARS : és sens dubte el constituent predominant a la majoria de les sorres. La forma i la coloració dels grans de quars poden ser diverses, però és freqüent que siguin incoloros i semitransparents, amb la superfície neta i amb lluïssor vítrica.

- FELSDPATS : són de color rosat o blanc, de superfície mat i amb freqüents mostres d'alteració.

- MIQUES : es presenten en forma de làmines de contorn poligonal, negres i brillants. Es ratllen fàcilment amb la punta d'una agulla i presenten una fàcil exfoliació.

- CARBONATS : principalment calcita. En general són grans ben rodats, brillants i amb coloracions variables. Es poden distingir fàcilment degut a que reaccionen i es dissolen en ser atacats per l'àcid clorhídric al 10%.

- FRAGMENTS DE ROQUES : especialment abundants en el cas de les graves (clasts), reben el nom de **còdols o palets** si són inferiors a 25 cm. Provenen de la fragmentació de diverses roques, com ara pissarres, micacites, calcàries, gresos, quarsites, etc. També es troben a les sorres, però amb mides inferiors als 2 mm.

- RESTES ORGÀNIQUES (BIOCLASTS) : les sorres de platja contenen amb freqüència restes ben determinables d'organismes marins, com closques de mol·luscs i de foraminífers (protozous), pues i plaques d'erions, artells de crustacis, etc. Els sediments continentals poden presentar restes de vegetals (cel·lulosa i lignina recents (fusta)), exoesquelets de quitina dels artròpodes i closques de mol·lusc d'aigua dolça. Alguns d'aquests components suren un cop la mostra ha estat sacsejada amb aigua i, consegüentment, poden separar-se per flotació. El grau de dificultat en la determinació de les restes d'organismes és variable i es necessiten taules de classificació específiques.

- Prova de la terbolesa

Serveix per determinar la presència de **llims i argiles** en una mostra de sediment. És molt fàcil de realitzar : s'agafa una petita mostra del sediment a estudiar i es reparteix aproximadament a part iguals en dos tubs d'assaig. A un d'ells se li afegeix aigua

oxigenada de 60 volums fins la meitat i a l'altre el mateix volum d'aigua destil·lada. Després de deixar-los reposar 5 minuts es sacseja cada tub uns 15 segons i s'observa el **grau de terbolesa** que presenta l'aigua. Els resultats poden expressar-se mitjançant una escala semiquantitativa.

- Prova de l'aigua oxigenada

Aquesta prova serveix per detectar la presència de matèria orgànica (en general) en el sediment i es basa en el fet que l'aigua oxigenada en presència de matèria orgànica s'hidrolitza i allibera oxigen. La reacció, que és lenta i no immediata, és la següent:



Per fer la prova has de col·locar una petita mostra del sediment en un tub que té aigua oxigenada de 60 volum fins la meitat, i deixar-ho reposar 10 minuts aproximadament. Passat aquest temps mira d'aprop el tub per veure si hi ha bombolletes atrapades enmig dels grans de sediment o be se'n desprenen directament. Expressa els resultats mitjançant una escala semiquantitativa.

- Prova de l'àcid clorhídric

Permet detectar la presència de carbonats, en especial carbonat càlcic, en una mostra. Es basa en la següent reacció :



Col·loca una petita mostra del sediment en una càpsula de Petri i aboca-hi al damunt una solució d'àcid clorhídric al 10%. Pots observar-ho a la lupa. Si hi ha partícules de carbonat càlcic (es produirà) una efervescència immediata i intensa fins la dissolució total d'aquestes. Cal que quantifiquis els resultats.

Si el despreniment de CO_2 va acompanyat d'una olor d'ous podrits, això indica la presència de sulfurs en el sediment. Aquests, en reaccionar amb l'àcid clorhídric, donen lloc a àcid sulfhídric, d'olor característica, segons la reacció :

