

## USOS DEL SÒL I ACTIVITATS PRODUCTIVES A BARCELONA A PARTIR DE L'ANÀLISI PALEOAMBIENTAL DE LA LLACUNA LITORAL MEDIEVAL DEL PLA DE PALAU

Els treballs arqueològics duts a terme al solar localitzat entre la plaça de Pau Vila i els carrers del Dr. Aiguader i de la Marquesa, al peu del baluard del Migdia, han permès descriure l'evolució geoarqueològica d'un tram del front marítim de Barcelona i generar dades fiables de la configuració de la façana litoral. Sota una potent capa de sorres, s'identificà un paquet de llims i argiles orgàniques característiques d'un medi de baixa energia; és a dir, protegit de

l'onatge marí probablement per barres sorrenques. Aquesta seqüència presenta una cronologia entre finals del segle IX i ca. 1440, moment en què es realitzaren els primers intents de construcció d'estructures portuàries. En aquest nivell limoargilós s'han dut a terme anàlisis paleoambientals consistents en l'estudi pol·línic, sedimentològic i geoquímic dels sediments que han posat en evidència els canvis ambientals del front marítim

barceloní, del paisatge vegetal del pla, com també de les activitats agrícoles i productives urbanes en època medieval i inicis de l'edat moderna. La informació així obtinguda ha estat contrastada amb la informació històrica.

**Paraules clau:** front marítim, geoarqueologia, paleopaisatge, agricultura, activitats artesanes, Barcelona, edat mitjana, edat moderna.

## USOS DEL SUELO Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN BARCELONA A PARTIR DEL ANÁLISIS PALEOAMBIENTAL DE LA LAGUNA LITORAL MEDIEVAL DEL PLA DE PALAU

Los trabajos arqueológicos llevados a cabo en el solar localizado entre la plaza Pau Vila y las calles Dr. Aiguader y Marquesa, al pie del baluarte del Migdia, han permitido describir la evolución geoarqueológica de un tramo del frente marítimo de Barcelona y generar datos fiables de la configuración de la fachada litoral. Bajo una potente capa de arenas, se identificó un paquete de limos y arcillas orgánicas características de un medio de baja energía, es decir, protegido del

oleaje marino probablemente por barras arenosas. Esta secuencia presenta una cronología entre finales del siglo IX y ca. 1440, momento en que se realizaron los primeros intentos de construcción de estructuras portuarias. En este nivel limo-arcilloso se han llevado a cabo análisis paleoambientales consistentes en el estudio polínico, sedimentológico y geoquímico de los sedimentos que han evidenciado los cambios ambientales del frente marítimo barcelonés, del

paisaje vegetal del llano, así como de las actividades agrícolas y productivas urbanas en época medieval y principios de la edad moderna. La información obtenida ha sido contrastada con la información histórica.

**Palabras clave:** frente marítimo, geoarqueología, paleopaisaje, agricultura, actividades artesanales, Barcelona, edad media, edad moderna.

## LAND USE AND PRODUCTIVE ACTIVITIES IN BARCELONA, BASED ON PALAEOENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE MEDIEVAL COASTAL LAGOON OF PLA DE PALAU

The archaeological work conducted at the site located at the foot of the Baluard del Migdia bastion between Plaça Pau Vila and Carrer Dr. Aiguader and Carrer Marquesa has provided the opportunity to describe the geoarchaeological evolution of a stretch of the seafront of Barcelona and to generate reliable data on the configuration of the coastline. A layer of silt and organic clays typical of a low-energy environment was found below a thick layer of sands. In other

words, this packet was protected from the swell of the sea, probably by sandbars. This sequence presents a chronology spanning from the late 9th century BC to around 1440, the time when the first attempts were made to build port structures. This layer of silt and clay has been subjected to palaeoenvironmental analyses consisting of the study of the pollen, sediment and the geochemistry of the sediments. The results of this analysis provide evidence of the environmental

changes in the seafront of Barcelona and the landscape in the plain, as well as the urban agricultural and production activities in medieval times and the early modern age. The information obtained has been compared with historical information.

**Key words:** seafront, geoarchaeology, palaeolandscape, agriculture, artisanal activities, Barcelona, Middle Ages, modern age.

## UTILISATIONS DU SOL ET ACTIVITÉS PRODUCTIVES À BARCELONE À PARTIR DE L'ANALYSE PALÉO-ENVIRONNEMENTALE DE LA LAGUNE DU LITTORAL MÉDIÉVAL DU PLA DE PALAU

Les travaux archéologiques menés sur le terrain situé entre la place Pau Vila et les rues Dr. Aiguader et Marquesa, au pied du bastion du Midi, ont permis de décrire l'évolution géo-archéologique d'une portion du front maritime de Barcelone et de trouver des données fiables sur la configuration de la façade littorale. Sous une puissante couche de sables, on identifia un paquet de limons et d'argiles organiques caractéristiques d'un milieu de basse énergie, c'est-à-dire protégé de la

houle marine probablement par des barres sableuses. Cette séquence présente une chronologie qui se situe entre la fin du IXe siècle et 1440 environ, moment où se réalisèrent les premières tentatives de construction de structures portuaires. À ce niveau de limons argileux, on a réalisé des analyses paléo-environnementales consistant en l'étude pollinique, sédimentologique et géochimique des sédiments qui ont mis en évidence les changements environnementaux du

front maritime barcelonais, du paysage végétal de la plaine ainsi que des activités agricoles et productives urbaines à l'époque médiévale et au début de l'époque moderne. L'information obtenue a été vérifiée avec l'information historique.

**Mots clé :** front maritime, géo-archéologie, paléopaysage, agriculture, activités artisanales, Barcelone, Moyen-âge, époque moderne.

## INTRODUCCIÓ

L'evolució natural dels sectors litorals és *per se* complexa, ja que integra dinàmiques marines i continentals. Quan sobre aquests processos, s'hi superposa la gestió humana, aquests medis esdevenen enormement làbils i dinàmics. En aquest context, els estudis geoarqueològics realitzats en antigues zones portuàries aporten una detallada informació referent a l'impacte de la gestió antròpica sobre la configuració del front marítim, com també sobre les diverses activitats humanes dutes a terme en els sectors litorals (Marriner *et alii*, 2008; Marriner, Morhange, 2007). En aquest sentit, aquesta informació enriqueix i complementa les fonts documentals ja que subministra noves dades sobre la morfologia i la gestió del litoral (Marriner, Morhange, 2006). A Barcelona, el desenvolupament d'aquesta aproximació geoarqueològica esdevé especialment necessària, ja que des del segle XVIII s'han anat emetent abundants i sovint contradictòries hipòtesis sobre la configuració i evolució del front marítim, principalment basades en fonts escrites i topografies (Capmany de Montpalau, 1779: 2001; Sanpere i Miquel, 1890; Alemany, 2002; Vila, Casassas, 1974; Riba, Colombo, 2009), però fent un ús molt limitat d'informació geològica i arqueològica (Riba, Colombo, 2009).

D'altra banda, els sediments procedents de medis de deposició de baixa energia, com les llacunes, constitueixen excel·lents registres de la variabilitat paleoambiental i de les paleoactivitats humanes. Diversos treballs han posat en evidència que aquests registres són també adients en la reconstrucció dels canvis ambientals d'època històrica, ja que permeten confrontar les fonts escrites amb les dades sedimentològiques (Riera *et alii*, 2004; Ejarque *et alii*, 2009).

Tot i la notable contribució dels registres paleoambientals i paleogeogràfics en la definició dels processos de canvi paisatgístic, usos del sòl i activitats productives, aquests treballs són encara escassos al pla de Barcelona. Així, en l'actualitat es disposa d'algunes seqüències pol·líniques (Pantaleón-Cano *et alii*, 1994; Riera, 1995; Riera, Palet, 2008), de contaminació per metalls pesants (Palanques *et*

*alii*, 1998; Sánchez-Cabeza *et alii*, 1993) i d'evolució geomorfològica del litoral (Julià, Riera, inèdit; Riba, Colombo, 2009), però que són encara insuficients.

Les obres de rebaix realitzades al solar comprès entre la plaça de Pau Vila i els carrers del Dr. Aiguader i de la Marquesa (fig. 1) han permès observar i descriure la composició litològica d'un reduït tram del front marítim de Barcelona localitzat al pla de Palau, a peu del baluard del Migdia. L'excavació va retallar un paquet de sediments litorals de 8 metres de potència fins a una cota de 7 m sota el nivell actual del mar (s.n.a.m.), caracteritzats per un predomini de nivells sorrencs. A 6,2 m de fondària (cota absoluta de 5,2 m s. n.a.m.) aparegueren unes capes llimargiloses de color gris i marró entre les quals s'intercalaven capes de sorres. Els treballs de seguiment i excavació arqueològics foren realitzats per l'empresa CODEX Arqueologia i Patrimoni. En aquest mateix volum, l'arqueòleg responsable de la intervenció, Mikel Soberón, presenta una àmplia informació sobre la seqüència estratigràfica, com també dels resultats arqueològics, unes dades que han estat discutides amb l'autor i emprades en l'elaboració d'aquest treball per tal de seguir codis i interpretacions comuns.

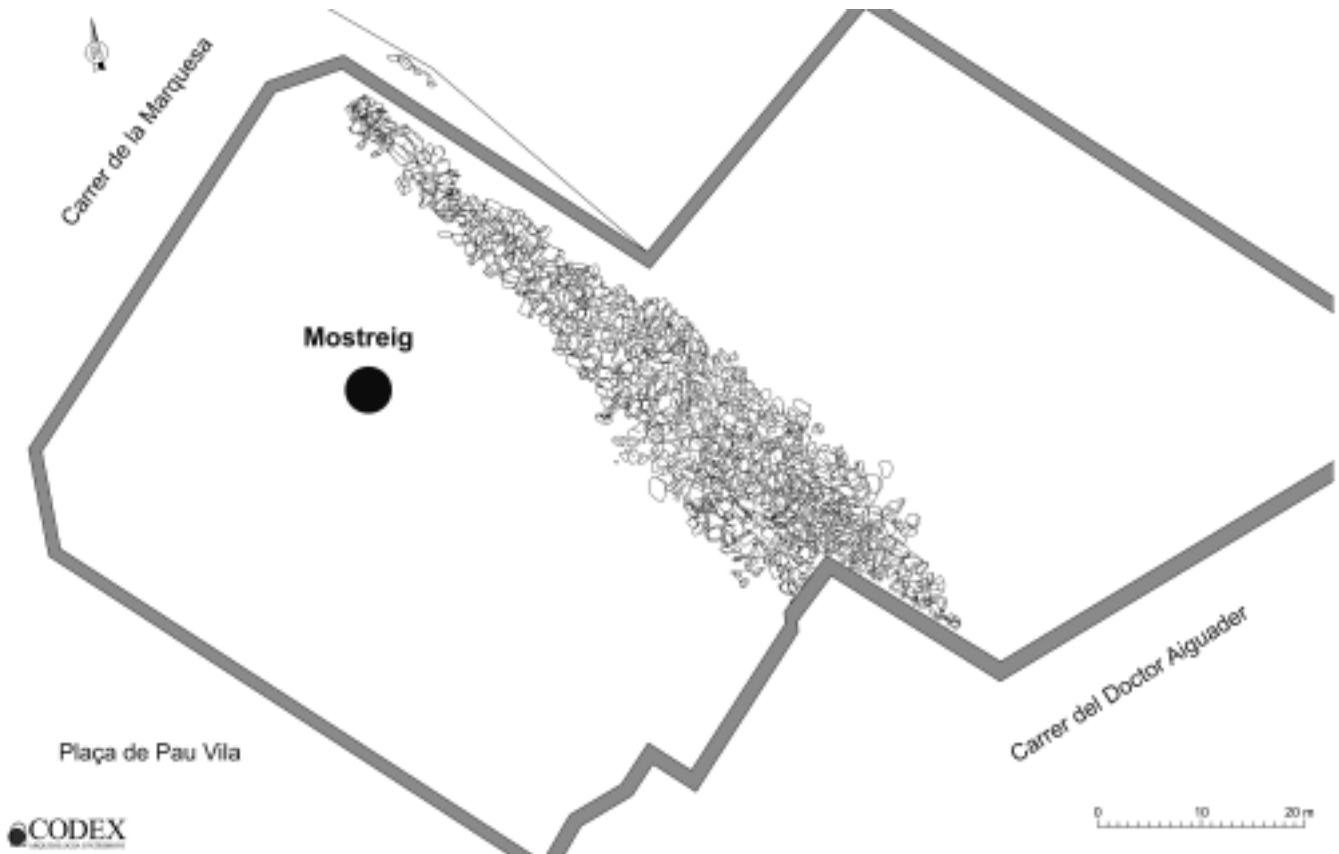
Els paquets sedimentaris identificats al solar del baluard del Migdia comprenen conjunts de sorres i graves a la base (UE 655), seguits per una seqüència de sediments fins grisos i marrons amb intercalacions de sorres (UE 649) sobre els quals es diposita una potent capa de sorres (UE 646). Sobre aquest darrer nivell es construí el moll de 1477 i, amb posterioritat, sedimentaren sorres i graves procedents del Besòs i retreballades per la dinàmica marina (UE 634). Aquest treball se centra en l'estudi geològic de la seqüència llimoargilosa (UE 649) intercalada entre les capes de sorres i graves.

## DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA

La seqüència litològica de llims i argiles presenta en el punt de mostreig una potència de 177 cm, dels quals 67 corresponen a capes de sorra que s'intercalen entre els nivells de fins (fig. 2). Les capes de sorra tenen una potèn-

\*Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera. CSIC, Barcelona.

\*\*Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques. Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia. Universitat de Barcelona. Barcelona.



**Figura 1**

Localització del punt de mostreig de la seqüència de llims i argiles en la intervenció arqueològica del solar de la plaça de Pau Vila i carrers del Dr. Aiguader i de la Marquesa. Plànol elaborat per l'empresa CODEX Arqueologia i Patrimoni. (Mikel Soberón)

cia mitjana d'una desena de centímetres (de 3 a 17 cm de potència) i en el punt de mostreig es reconeixen un total de 6 capes. Aquestes capes presenten un predomini de l'estratificació planar tot i que s'han documentat estructures acanalades que retallen els nivells de llims (fig. 3). Aquestes capes sorrenques presenten una gran variació lateral i poden desaparèixer a favor dels dipòsits de llims cap al SW<sup>2</sup>. El contacte entre les capes sorrenques i els nivells de fins és net i mostra com la bioturbació introdueix sorres en els nivells de llims (*burrows*) (fig. 4). S'han identificat set nivells de llims de gruixos que varien entre 3 i 35 cm, i que sumen un total de 110 cm de potència. A la taula 1, s'hi sintetitzen les característiques sedimentològiques principals d'aquests nivells sedimentaris fins.

La deposició de llots orgànics en zones litorals està relacionada amb el desenvolupament de medis deposicionals restringits; és a dir, protegits de l'onatge i dels corrents de deriva litoral. Aquests medis, molt freqüents al llarg de la costa catalana, reben el nom de llacunes litorals, aiguamolls, maresmes o albuferes i es caracteritzen per el seva estreta relació amb la dinàmica marina. Les aigües solen ser salabroses i la fauna que contenen està dominada per

espècies que suporten un cert nivell de salinitat. A la seqüència del pla de Palau, s'hi identifiquen foraminífers com *Ammania beccarii*, *Elphidium crispum* i miliòlits, mol·luscs del gènere *Corbula*, *Pecten*, *Cardium*, *Tellina*, pues d'equínids i ostracodes del gènere *Cyprideis*. Aquesta composició faunística suggereix que la llacuna estava principalment alimentada per aigua marina, encara que ocasionalment pogués quedar separada físicament del mar.

#### INTERPRETACIÓ PALEOGEOGRÀFICA

La reconstrucció paleoambiental que es deriva de la deposició d'aquests fangs al litoral es basa en els següents criteris:

1.- Els fangs es dipositaren en una columna d'aigua d'entre 7 i 5,4 m. En platges obertes al mar, aquestes fondà-

Textura	Color	Composició mineralògica	Contingut en matèria orgànica	Estructures sedimentàries	Composició biòtica
D50% 12 µm D10% 2 µm Δ mida a sostre	Gris blavós. Marró a sostre	Predomini quars seguit d'argiles tipus illita i feldespat. Presència de calcita i ocasionalment de pirita	3-7 %	Estratificació planar difusa, Bioturbació freqüent. Ocasionalment, làmines texturals i de color de gruix mil·limètric	<i>Continental:</i> fulles, gasteròpodes, pinyes, pinyols, ossos <i>Marina:</i> foraminífers ( <i>Ammonia beccarii</i> , <i>Elphidium crispum</i> i miliòlits), ostracodes ( <i>Cyprideis</i> ), mol·luscs ( <i>Corbula</i> , <i>Pecten</i> , <i>Cardium</i> , <i>Tellina</i> ), pues d'equínids

ries estan ja sota la influència de l'onatge i, per tant, l'única possibilitat d'una sedimentació de baixa energia queda limitada a la presència d'un entorn protegit del mar (llacuna o golf molt tancat) en aquesta zona del front marítim de Barcelona.

2.- En zones litorals amb presència de punts rocallosos com la muntanya de Montjuïc, i desembocadures fluvials amb important descàrrega de sòlids, la deriva litoral afavoreix la formació entre aquests dos elements de cordons litorals, barres i illes barrera. Aquests dipòsits sorrenca que formen barres i *spits* limiten depressions lacunars. Per tant, l'existència d'una llacuna en el front marítim de Barcelona està necessàriament vinculada a la presència d'una barra mar endins que molt probablement es pot associar a les denominades *tasques* que dificultaven l'accés al port de la ciutat (Riba, Colombo, 2009). En aquest sentit, una seqüència sedimentològica i pol·línica obtinguda a la plataforma deltaica del Besòs (Riera, 1995) mostra un increment de l'al·luvionament a partir del segle VII-VIII dC com a conseqüència d'un procés de desforestació associat a incendis forestals (Riera, 1995; Riera, Palet, 2005, 2008). D'altra banda, en els segles XII i XIII s'han documentat importants acumulacions fluvials en d'altres planes litorals catalanes, com és el cas del riu Ter (Marqués, Julià, 2005).

3.- El contingut fòssil dels nivells llimosos és molt variat i no hi ha una clara evolució vertical que suggereixi una evolució des d'un medi marí cap a un sistema d'aigua dolça com sol passar en l'evolució natural de platges progradants. La presència en els llims de restes fòssils com fulles (fig. 5), pinyes, espícules de pi, pinyols i ossos posen de manifest els arrossegalls continentals a través dels cursos d'aigua, que poden ser naturals com les rieres o artificials com les sèquies i/o clavegueres.

4.- Si bé els fangs ens informen de les característiques

#### Taula 1

Resum de les principals característiques sedimentològiques de la seqüència de llims.  
(Ramon Julià)

d'un espai restringit, les capes de sorra que s'intercalen ens indiquen la proximitat de la barra. Les capes de sorra intercalades corresponen a dipòsits de *washover* provocats pels temporals de llevant. Durant aquests temporals, l'onatge pot arribar als 7 m d'alçada (Marqués, Julià, 2005), tot provocant el trencament de la barra i aportant una gran quantitat de sorra a la llacuna. Aquesta invasió sorrenca s'estén sobre el sòl fangós de la llacuna en forma de ventall. Com que aquesta sorra prové de la barra, sol arrossegar també bioclasts com petxines i gasteròpodes marins. L'entrada massiva d'aigua de mar durant les llevantades pot ocasionar canals i petites erosions en els llots lacunars en forma de paleocanals, fenomen documentat en el solar del baluard del Migdia (fig. 4). En funció del model cronològic que proposarem, les principals entrades de sorres, possiblement causades per llevantades, es produïren cap als anys 960, 1100, 1330, 1345, 1356 i 1395 i, per tant, foren més freqüents durant el segle XIV.

5.- La presència de graves amb abundants còdols de roques carbonatades adossats a l'espigó del segle XV evidència la influència dels sediments fluvials en aquesta zona de platja (UE 644). El fet de trobar graves de procedència del Besòs a uns 7 m s.n.a.m. (UE 655) conjuntament amb restes arqueològiques del s. IV dC<sup>3</sup> mostra que en aquesta època, i abans de formar-se la llacuna, els al·luvions del Besòs ja eren dispersats pels corrents marins fins aquest punt del front marítim.

Fondària (cm)	Codi laboratori	Material datat	Edat radiocarbònica (anys BP)	C13/C12 (0/00)	Edat convencional (anys BP)	Edat calibrada 2σ (95%) Cal AD	Edat calibrada del model cronològic
Derelict (UE 658)	269606	Molsa vaixell	570+/-40	-26.3	550+/-40	1310-1440	1410
20	269607	Restes carpològiques	590+/-40	-25.2	590+/-40	1290-1420	1395
75-80	244054	Carbons	780+/-40	-32.2	660+/-40	1274-1397	1335±62
133-134	244055	Carbons	990+/-40	-27.2	950+/-40	1016-1179	1097±81

**Taula 2**

Resultats de les datacions radiocarbòniques obtingudes en la seqüència de llims.  
(Ramon Julià i Santiago Riera)

Tanmateix, la presència de graves siliciclàstiques pot atribuir-se al transport al·luvial de les rieres del pla de Barcelona que drenen la serra de Collserola. De totes formes no es descarta que en alguns nivells superiors, part d'aquest material groller s'hagi dipositat com a conseqüència del buidatge de llast o del transport de blocs de roca sorrenca de Montjuïc per part dels vaixells, tal com es documenta en la capa més superficial dels fangs (fig. 4).

## MODEL CRONOLÒGIC

El model cronològic de la seqüència de llims s'ha establert a partir de la integració de dos tipus de dades. En aquest sentit, els resultats de les datacions radiomètriques C-14 obtingudes sobre restes vegetals contingudes en el sediment han estat contrastats i complementats amb el material arqueològic recuperat durant l'excavació.

Les mesures de C-14 foren realitzades pel laboratori Beta Analytic Inc. sobre macrocarbons de diàmetre >0,5 mm localitzats a 75-80 i 133-134 cm de fondària i sobre restes vegetals no carbonitzades a 20 cm de fondària, contingudes en el nivell de llims. Una quarta datació s'obtingué en el derelict (UE 658) (taula 2), on s'han datat restes de molses emprades en la construcció del vaixell. A més, s'intentà realitzar una datació radiocarbònica a la base de la formació limoargilosa, però no fou possible concentrar prou pes de material vegetal fiable.

Les datacions han estat calibrades mitjançant el programa Calib 5.0.2 (Stuiver, Reimer, 1993) (taula 2). Cal precisar que una edat radiocarbònica sempre té un marge d'incertesa que està en funció de la desviació estàndard. En aquest treball, l'edat retinguda de les mostres de macrocarbons correspon als valors de màxima probabili-

tat d'una desviació estàndard de  $2\sigma$  de les mesures radiocarbòniques, mentre que en les mostres de restes vegetals no carbonitzades, s'ha retingut l'edat corresponent al valor d'intersecció. En aquest sentit, la mostra de molsa del derelict presenta una edat radiocarbònica de 550+/-40 anys, amb un punt d'intercepció amb la corba de calibratge l'any 1410. Si s'utilitza un valor mitjà de  $2\sigma$  s'obté una edat de probabilitat nul·la. En conseqüència, s'ha retingut la data 1410 per al moment de construcció del vaixell i, tenint en compte que la vida mitjana d'un vaixell d'aquestes característiques era d'una quinzena d'anys (Guérout, 2007; Carrère, 1977), el paquet de sorres dipositat sobre el nivell de llims degué de començar a formar-se cap al tercer decenni del segle XV, data que resulta coherent tant amb la cronologia de les restes ceràmiques d'aquest nivell com amb les dades històriques.

La datació sobre restes carpològiques (a 20 cm de fondària) té una edat radiocarbònica de 590+/-40 anys, amb tres punts d'intersecció amb la corba de calibratge (1330, 1340 i 1395) i un lapse temporal a  $2\sigma$  de 1290-1420. Atès que els punts d'intercepció 1330 i 1340 coincideixen amb l'edat 1335 corresponent a la següent datació situada a 75 cm de fondària, es descarten aquests valors per criteris estratigràfics. Es reté, doncs, en la construcció del model cronològic, l'edat d'intercepció de l'any 1395.

El model cronològic obtingut pot presentar desviacions de fins a 100 anys, per la qual cosa cal considerar aquesta incertesa cronològica a l'hora de correlar els fenòmens paleoambientals detectats al sediment amb la documentació històrica, més precisa en la seva cronologia.

La fi de la seqüència lacunar s'ha establert cap a l'any 1440 dC a partir dels resultats per nosaltres obtinguts, com també de les evidències extretes de l'excavació arqueològica. Els criteris emprats són: la datació C-14 de la molsa emprada en la construcció del vaixell (UE 658), la capa de sorres sobre el sostre dels llims que conté restes ceràmiques amb una cronologia de segle XV i la documentació històrica que indica un primer intent de construcció d'un moll a l'any 1439.

En retenir aquesta datació per a la fi del sistema lacunar en aquest punt del litoral barceloní, s'ha construït un model temporal del nivell de llims en funció de quatre punts cronològics (fig. 6). En la construcció del model s'ha considerat que els nivells de sorres intercalats corresponen a episodis d'entrada de sorres a la llacuna de curta durada en comparació a la menor taxa de sedimentació dels llims. En conseqüència, aquests nivells sorrencs han estat exclosos en la confecció del model cronològic. El càlcul d'edats de les mostres s'ha realitzat a partir de la taxa de sedimentació obtinguda entre un parell de dates consecutives. La taxa de sedimentació entre les fondàries 75-80 i 133-134 cm ha estat extrapolada cap a la base per determinar la cronologia del tram inferior del paquet de llims, entre els 133-134 i els 177 cm de fondària. L'aplicació d'aquest model cronològic permet calcular una edat per a l'inici de la sedimentació de llims en el punt del solar on els localitza la seqüència estudiada, cap a finals del segle IX dC. D'altra banda, les fonts escrites sembla que suggereixen l'existència d'una zona humida a inicis del segle XI que podria referir-se a aquesta llacuna (Banks, 1984; 1992), mentre que la llacuna de la Llavineria s'ha situat en un sector proper al punt d'estudi a mitjan segle XI (Carreras Candi, 1919, p. 305).

Cal retenir que en el nivell de graves i sorres grolleres localitzat per sota dels nivells lacunars (UE 655) s'hi ha identificat restes ceràmiques del segle IV dC<sup>3</sup>.

## MATERIAL I MÈTODES

L'estudi de l'evolució del sector s'ha realitzat en dues etapes. La primera consistí en el treball de terreny i tingué com a objectius caracteritzar les diferents unitats litològiques i estructures sedimentàries, realitzar l'aixecament d'una columna litològica de la seqüència llimoargilosa (UE 649) i, finalment, mostrejar aquests nivells. La segona fase consistí en el mostreig de laboratori i la realització d'anàlisis de diversos descriptors paleoambientals com la sedimentologia, la geoquímica i la palinologia. El diagrama pol-línic percentual ha estat elaborat a par-

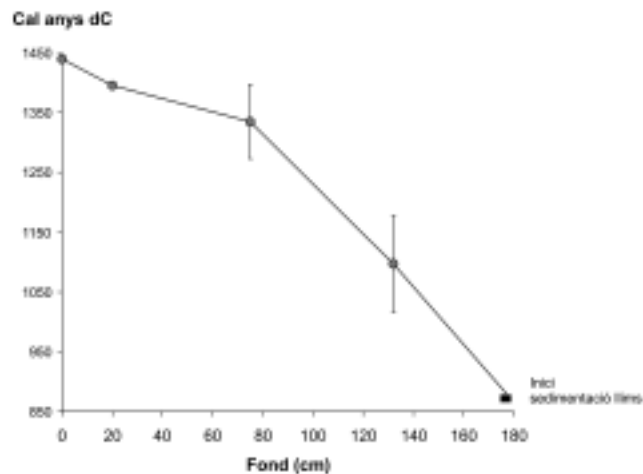


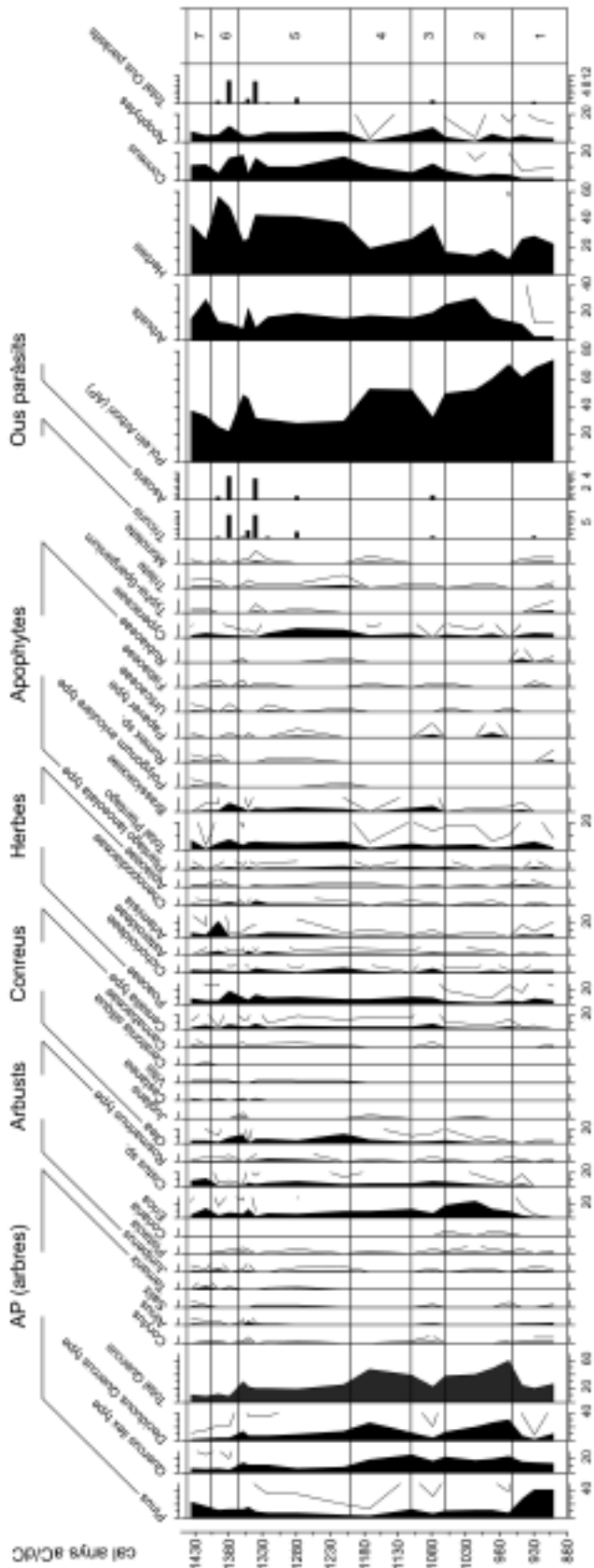
Figura 6  
Model cronològic de la seqüència de llims.  
(Ramon Julià i Santiago Riera)

tir de l'estudi de 20 mostres de sediments. La caracterització sedimentològica dels llims s'ha dut a terme mitjançant difracció de RX i el contingut en matèria orgànica i l'anàlisi textural per làser. La composició en metalls pesants i elements majoritaris s'ha realitzat per dissolució total del sediment i l'ús d'ICP Mases i d'ICP-AES. Els estudis sedimentològics han estat realitzats a alta resolució, a intervals d'1 cm.

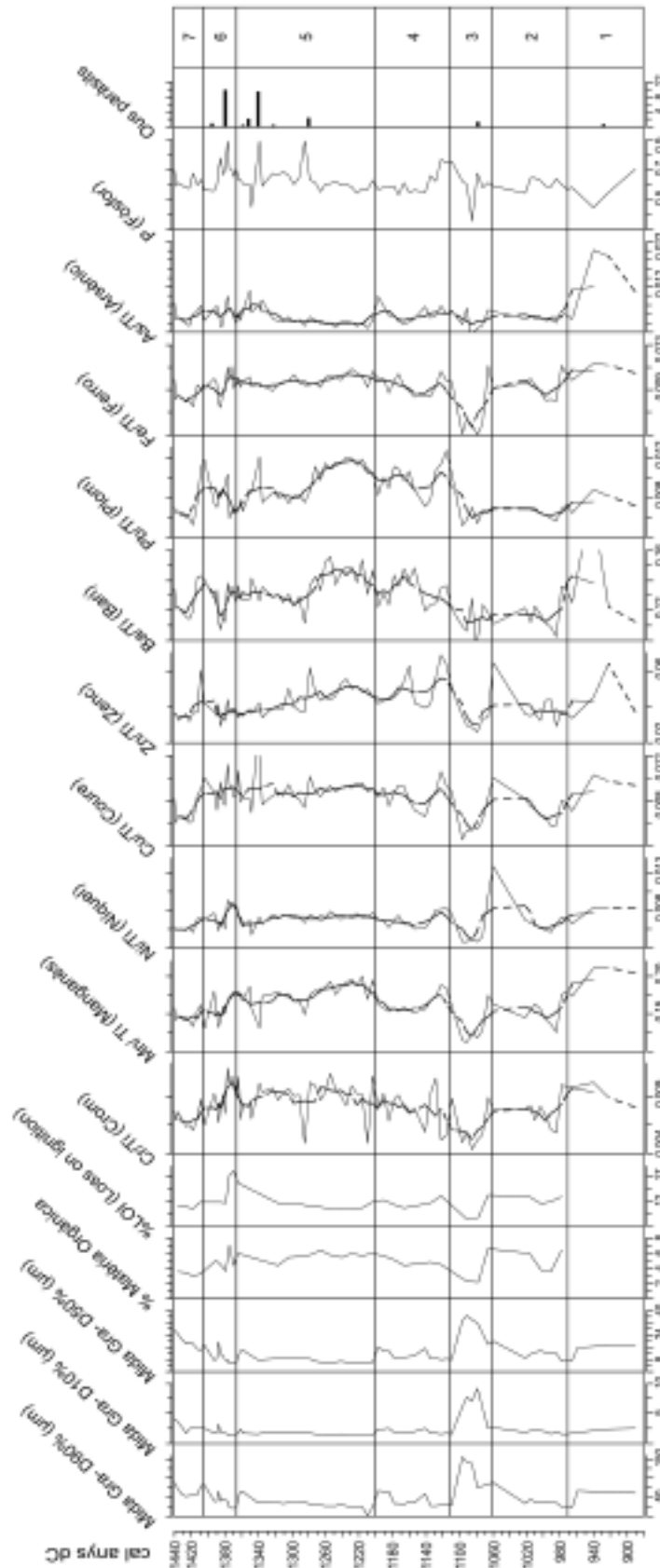
## RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els resultats de l'estudi pol-línic es mostren a la figura 7, i els de l'estudi sedimentològic i geoquímico, a la figura 8. La zona 1, entre els anys 880 i 960, evidencia l'existència d'un medi forestal obert on roure i alzines han retrocedit i han permès l'expansió de comunitats secundàries com les pinedes. Tanmateix, els indicis d'activitat agrícola són molt escassos amb evidències puntuals de cerealicultura, si bé la presència d'herbàcies i altres tàxons *apophytes*<sup>1</sup>

1. Un taxó pol-línic *apophyte* s'associa a una planta herbàcia que es desenvolupa principalment en medis antropitzats i és, per tant, indicador indirecte de les activitats humanes. S'associen a plantes de marcat caràcter nitròfil i ruderal (Behre, 1981; Riera, 1995).



**Figura 7**  
 Diagrama pol·línic percentual del nivell de llims.  
 [Anàlisi: Santiago Riera]



**Figura 8**  
Composició química, mida de gra i contingut en matèria orgànica del nivell de llims.  
(Anàlisis: Ramon Julià)



(Poaceae, *Artemisia*, Apiaceae, Total *Plantago* i Rubiaceae) indica un cert grau d'impacte humà sobre el medi. Aquesta major obertura paisatgística correspon al moment final de la fase de desforestació documentada al sector nord del Pla entre el 600 i el 975 dC, que s'ha posat en relació amb l'extensió d'activitats ramaderes (Riera, 1995; Palet, 1997; Riera, Palet, 2005, 2008).

Tanmateix, l'activitat artesanal barcelonina fou destacada en aquesta zona 1, quan els metalls pesants (Pb, Cu, Cr, Zn) registren elevats valors per sobre del senyal de fons tot suggerint una activitat metal·lúrgica i l'existència d'altres activitats artesanes. L'alt valor d'arsènic en els sediments podria estar relacionat amb el curtint de pells i les produccions tèxtil, vidriera, metal·lúrgica i/o ceràmica. Aquestes dades indiquen que entre finals del segle IX i tercer quart del segle X, el territori del pla de Barcelona presenta una reduïda activitat agrària, si bé l'ús ramader podria ser rellevant. Tanmateix, les activitats artesanes són considerablement presents al nucli urbà. Aquesta dinàmica hauria estat la conseqüència de la inestabilitat del sector inherent al caràcter fronterer de la ciutat i als nombrosos atacs islàmics de finals del segle IX i del segle X (Hernández, 2001).

Durant aquest període, se sedimentà a l'interior de la llacuna una capa de sorra d'11 cm de potència que s'interpreta com un *washover fan*, probablement resultat d'un temporal de llevant ocorregut cap a l'any 960.

Entre els anys 960 i 1060 (zona 2), al pla de Barcelona s'hi produeix un procés de desforestació de la pineda i la regeneració de la roureda i, en menor mesura, de l'alzinar. D'altra banda, l'expansió de brolles (*Erica* sp., *Cistus* sp.) suggereix un cert grau de pertorbació humana del medi. Paral·lelament, els conreus creixen tímidament, principalment l'olivera, la noguera i els cereals. La presència de tàxons pol·línics *apophytes* (Cichorioideae, Total *Plantago*, *Papaver* type, *Convolvulus*, Urticaceae), principalment a finals del segle X, podria indicar un manteniment de les activitats agropecuàries al pla de Barcelona (Palet, 1997; Riera, Palet, 2005). Aquesta pressió humana pot relacionar-se amb l'expansió agrícola i urbana barcelonina de finals del segle X, apuntada a partir de les fonts escrites (Bonnassie, 1979-81; Banks, 1984, 1992; Feliu, 1992; Palet, Riera, 1994). D'altra banda, la presència de *Coriaria myrtifolia* (roldor) i *Pistacia* (llentiscle) podria estar posant de manifest una activitat de curtint de pells a la ciutat, atès que aquestes plantes eren utilitzades pel seu alt contingut en tanins (Carrère, 1977; Cardon, 2007).

D'altra banda, el contingut en metalls pesants es redueix significativament a la primera meitat de la zona 2, entre 960 i 1000, fet que posa de manifest una davallada de les activitats productives i artesanes a la ciutat. Posteriorment, entre 1020 i 1060 dC, alguns metalls com Cu, Zn i Ni mostren una tendència a incrementar-se fins a obtenir valors màxims al final de la zona, fet que denota una recuperació de les activitats artesanes. La crisi productiva del darrer quart del segle X podria haver estat el resultat dels atacs islàmics que degueren d'afectar negativament l'activitat urbana. Amb posterioritat al 1020, s'inicia una lenta recuperació de la producció artesana que pot associar-se al progrés econòmic i a l'impuls urbà de la segona meitat del segle XI, assenyalats per diversos historiadors (Feliu, 1992; Banks, 1992).

La zona 3, entre 1060 i 1110 dC, representa un curt període de desforestació, amb reducció dels tàxons arboris, principalment rouredes i en menor mesura alzinars i pinedes. La degradació vegetal provoca l'extensió d'estepes (*Cistus* sp.) i la reducció de brucs (*Erica* type). Aquest procés és paral·lel a una expansió de conreus, principalment anuals com els cereals i el cànem, com també un increment dels tàxons herbacis (Poaceae) i *apophytes*, indicadors de l'activitat humana, principalment de la ramaderia (Cichorioideae, *Plantago lanceolata* type, Urticaceae, *Sanguisorba minor* type, Brassicaceae, *Papaver* type). Aquest desenvolupament d'activitats agropecuàries durant la segona meitat del segle XI ha estat destacada pels historiadors (Bonnassie, 1979-81; Feliu, 1992). Es documenta per primer cop la presència d'ous de paràsits intestinals (*Trichuris* i *Ascaris*) que podrien ser el resultat del creixement urbà en l'àrea de Santa Maria del Mar (Banks, 1984).

D'altra banda, el conjunt de metalls pesants presenta una marcada disminució i assoleix els valors mínims de la seqüència. Aquesta davallada està fortament condicionada pels canvis en la textura del sediment, que ara es caracteritza per un increment de la mida del gra, amb un 30% de sorra fina, i una davallada del contingut en matèria orgànica (<4%). Aquestes condicions sedimentàries limiten l'extracció d'informació sobre les activitats artesanes durant aquest període, que ha estat històricament descrit com l'inici d'un període d'expansió urbana (Banks, 1984, 1992). La major proporció de sorres pot estar relacionada amb un episodi d'*overwash* de menor entitat o localitzat més lateralment respecte al punt de mostratge, tot i que no es descarta una gestió humana de la barra, com per exemple l'obertura de canals, que afa-

voriria la influència marina dins la llacuna. Globalment, les zones 2 i 3 evidencien una tendència granocreixent del sediment que finalitza amb el nivell de sorres de 14 cm de potència, dipositades cap a l'any 1100.

Durant la zona 4, entre 1110 i 1200 dC, l'alzinar mixt amb roures es regenera al pla de Barcelona, mentre que la pineda desapareix. Paral·lelament, es produeix una retracció inicial de conreus i d'*apophytes*, fet que suggereix una desintensificació de les activitats agropecuàries al territori central del Pla.

Tanmateix, alguns metalls pesants (Cr i Pb) augmenten progressivament en aquesta zona, fet que posa de manifest un període de desenvolupament artesà al llarg del segle XII, si bé altres metalls com el Zn i el Ni mostren una tendència contrària. Aquest període de desenvolupament urbà presenta però una fase de recessió a meitat del segle XII.

Aquest increment de metalls contaminants podria ser conseqüència del procés d'urbanització del sector anomenat Vilanova (Banks 1984; 1992) proper al punt d'estudi, en un context d'expansió urbana generalitzada (Bonnassie, 1979-81; Vilar, 1964). Durant el segle XII Barcelona es consolida com a centre productiu i comercial (Bonnassie, 1979-81), principalment centrat en la producció tèxtil (Feliu, 1992).

D'altra banda, el contingut de P (fòsfor) que s'havia incrementat des de la zona 1 fins a arribar a un màxim cap a l'any 1120, davalla fins a valors de fons al tercer quart del segle XII. L'increment de P pot correspondre a un major transport de matèria orgànica a la llacuna, que podria haver comportat una major eutròfia i condicions anòxiques confirmades, d'altra banda, per la presència de pirites en el sediment.

La zona 5 entre ca. 1200 i 1365, és una fase de desforestació del Pla amb reducció d'alzines i roures i baixos valors de pol·len arbori (AP). La presència de tàxons arbustius com *Cistus* sp. i *Rosmarinus type* paral·lel a la reducció dels brucs (*Erica*), indica un elevat grau de degradació de boscos i brolles. Paral·lelament, es documenta una expansió agrícola, principalment dels coreus d'olivera, vinya, cereals i canem. Aquesta expansió agrícola oleícola ha estat documentada en els diagrames pol·línics del nord del Pla amb cronologies similars (Riera, 1995; Riera, Palet, 2005, 2008). L'increment dels tàxons pol·línics *apophytes* refermen aquest procés d'antropització de l'espai (Cichorioideae, Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata* type, Brassicaceae, Total *Plantago*, *Rumex* sp., *Papaver* type, etc).

Aquest creixement agrícola ha estat ja assenyalat per diversos historiadors (Vilar, 1964). En aquest sentit, la documentació escrita ha posat també de manifest l'expansió de l'olivera al llarg del segle XII (Feliu, 1992), si bé les referències escrites sobre aquest conreu són més freqüents en el sector de Montjuïc a partir del darrer quart del segle XII (Palet, Riera, 1994). Tanmateix, el tram final de la zona, entre 1350 i 1360, posa de manifest una regeneració dels espais forestals, mentre que els conreus davallen cap a l'any 1350, moment en què l'olivera i la vinya desapareixen. Cal destacar el fort increment d'ous de paràsits intestinals (*Trichuris* i *Ascaris*) entre els anys 1340 i 1350. Atès que aquests ous es documenten en sediments arqueològics associats a latrines, clavegueres, etc (Hidalgo, 2006), el creixement de paràsits a la seqüència, associat a més a pics de P (fòsfor), suggereix un major aport d'aigües residuals a la llacuna. D'altra banda, l'abundància d'aquests ous també indica unes condicions higienicosanitàries deficientes de la població barcelonina, una constatació que cronològicament és coincident amb les epidèmies de pesta a la ciutat durant la segona meitat del segle XIV (Vilar, 1964).

El contingut en metalls pesants dels sediments registra els valors màxims de la seqüència, amb alts pics entre 1220 i 1280 (Cr i Pb, principalment) que, posteriorment, durant la meitat superior de la zona, tendeixen a davallar i arriben a concentracions mínimes entre 1350 i 1360. Aquest període de màxima activitat productiva es relaciona amb la construcció de les drassanes velles, edificades en aquest sector i que foren el centre de construcció de vaixells destinats a l'expansió marítima pel Mediterrani. En aquest sentit, la necessitat de fusta per a la fabricació de naus podria haver contribuït a la desforestació del Pla documentada en el diagrama pol·línic. Aquesta zona 5 de màxim contingut en metalls correspon al període de fort desenvolupament urbà i econòmic de Barcelona durant el segle XIII i primera meitat del segle XIV (Vilar, 1964; Riera, Feliu, 1992), com també amb la consolidació de la Ribera com a barri productiu, on abundaven els tallers d'artesans (Banks, 1984, 1992; Batlle, Vinyoles, 2002). En aquest moment, el sector tèxtil es consolida a la ciutat (Carrère, 1977; Riera, Feliu, 1992). La davallada de les activitats artesanies entre els anys 1350 i 1360, deduïda a partir del baix contingut de metalls, és plenament coherent amb la crisi econòmica de mitjan segle XIV (Vilar, 1964; Carrère, 1977). En funció de les dades pol·líniques, es pot afirmar que aquesta crisi també afec-

tà, si bé transitòriament, la producció agrícola del pla de Barcelona durant la segona meitat del segle XIV.

D'altra banda, els valors d'arsènic (As) es dupliquen a partir de 1330 sense que els metalls que solen acompanyar-lo en activitats artesanes, com Cu, Zn i Fe, augmentin significativament. Podria apuntar-se que s'hagués produït un ús específic d'aquest element a la ciutat, que podria estar relacionat amb els tractaments sanitaris de l'època contra la epidèmia de pesta, atès que es coneixia l'ús de l'arsènic en els tractaments de la pell i en la desinfecció en general (McVaugh, 2005). En aquest sentit, les epidèmies de pesta que afectaren repetidament la ciutat a finals del segle XIV i inicis del segle XV, podrien explicar els pics d'arsènic de les zones 5, 6 i 7.

Al llarg d'aquesta zona s'identifiquen tres capes de sorra de gruixos creixents (de 3, 15 i 17 cm, respectivament) que es dipositaren aproximadament en els anys 1330, 1345 i 1356, i que posarien de manifest bé una major recurrència de llevantedes en aquest període, bé una gestió de la barra sorrenca destinada a afavorir l'accés de les naus.

La zona 6, entre *ca.* 1365 i 1405 dC, evidencia una recuperació de l'activitat agropecuària i una nova retracció de les superfícies forestals i arbustives, que comporta la pràctica desaparició d'alzines i roures al Pla. Paral·lelament, les pinedes es regeneren lleugerament. La recuperació agrícola es fa evident per la nova expansió de l'olivera, la vinya, el castanyer i els cereals, amb continuïtat del conreu de cànem. Els ous de paràsits intestinals (*Trichuris* i *Ascaris*) arriben als valors màxims de la seqüència en les dues darreres dècades del segle XIV. En aquest sentit, cal considerar que la càrrega parasitària estigués relacionada amb un empitjorament de l'estat de salut de la població i de les deficientes condicions sanitàries, fet que concorda amb les recurrents afeccions de pesta a la ciutat a finals del segle XIV (Vilar, 1964).

Els increments de metalls pesants com Cu, Pb i Cr indiquen un nou creixement de les activitats artesanes entre 1365 i 1405. Aquesta constatació corrobora les conclusions dels historiadors que han suggerit que malgrat la crisi de meitat del segle XIV, la producció i el comerç es mantingueren actius a Barcelona fins a mitjan segle XV (Vilar, 1964; Carrère, 1977). En aquest context, les dades paleoambientals apunten que Barcelona superà amb certa rapidesa la crisi demogràfica i econòmica amb una recuperació artesana i agrícola que es manifesta ja *ca.* l'any 1365.

La darrera zona 7 de la seqüència, entre *ca.* 1405 i 1440 dC, es caracteritza per una reducció de conreus arboris, principalment l'olivera, si bé la vinya es manté constant i es documenta per primer cop la presència del garrofer (*Ceratonia siliqua*). Els conreus herbacis, principalment el cànem, presenten un lleuger augment. D'altra banda, la reducció d'*apophytes* apunta a una davallada de les activitats ramaderes al sector central del Pla. Aquesta reducció global de les activitats agropecuàries significà un abandonament de sectors del Pla on es regeneraren les pinedes i les brolles arbustives (*Erica* type, *Cistus* sp.). La concentració de metalls pesants en el sediment mostra una clara davallada fins a arribar als valors de fons, fet que posa de manifest una notable reducció de les activitats artesanes i productives a la ciutat, especialment a partir de *ca.* 1420. Aquest conjunt d'informació paleoambiental reflecteix la crisi econòmica de Barcelona durant el segon quart del segle XV (Vilar, 1964; Guàrdia, Garcia, 1992), que sembla que afectà principalment l'activitat productiva urbana. Durant aquest període, es documenta una nova petita capa de sorres de 7 cm de potència, dipositada cap a l'any 1395.

## CONCLUSIONS

La seqüència llimoargilosa documentada al pla de Palau permet afirmar l'existència d'un medi restringit litoral amb una forta influència marina entre finals del segle IX i meitat del segle XV dC en aquest tram del front litoral barceloní.

La fondària en la qual es documenta la seqüència llimoargilosa demostra que la llacuna tenia una columna d'aigua d'entre 7 i 5,4 m i que, per tant, hauria estat aïllada del mar per unes barres sorrenques que es degueren formar entre la desembocadura del Besòs i la muntanya de Montjuïc amb els al·luvions aportats pel riu Besòs retreballats pels corrents de deriva litoral. L'increment d'al·luvionament al delta del riu Besòs a partir del segle VII podria haver contribuït a la formació de les barres sorrenques i *tasques*.

La intercalació de nivells de sorres en la seqüència de llims demostra l'activitat dels temporals de llevant que trencaven aquestes barres sorrenques. Aquests temporals foren especialment freqüents cap a mitjan segle XIV dC. Les anàlisis de diversos descriptors ambientals en la seqüència llimoargilosa permeten establir l'evolució de les activitats agropecuàries i productives a la ciutat i al pla de Barcelona. Durant la segona meitat del segle X i com

a conseqüència del caràcter fronterer de la ciutat, el territori del Pla pateix una desintensificació de l'activitat agrària mentre que les activitats productives són considerablement presents al nucli urbà. El modest desenvolupament agrari de finals del segle X i primera meitat de l'XI es relaciona amb una fase d'impuls econòmic, tot i que les activitats artesanes decauen a la ciutat entre el 970 i 1000 per recuperar-se posteriorment. L'expansió agrària de la segona meitat del segle XI referma l'expansió econòmica d'aquesta fase, assenyalada per la historiografia. La retracció agrària i el desenvolupament artesà del segle XII és probablement conseqüència de la consolidació urbana de Barcelona i del desenvolupament de les activitats artesanes al sector litoral estudiat. Durant el segle XIII i primera meitat del segle XIV, l'agricultura es desenvolupa, molt centrada ara en el conreu de l'olivera. El període de màxima activitat artesana es documenta entre 1200 i 1280 en el moment de màxim desenvolupament econòmic i polític de la ciutat, com també de l'activitat de les drassanes velles. La davallada agrària i productiva a partir de ca. 1350 confirma la crisi econòmica derivada de les crisis demogràfiques. Tanmateix, les dades paleoambientals posen de manifest que la ciutat es recuperà amb certa rapidesa d'aquesta crisi i, ja durant la segona meitat del segle XIV, s'hi detecta una recuperació agrària i artesana. L'activitat urbana i agrària al Pla entra definitivament en davallada a partir de ca. 1420.

La documentació d'importants concentracions d'ous de paràsits intestinals en els sediments de la llacuna, que coincideix amb increments de fòsfor, indica que en determinats períodes arriben a la llacuna aigües residuals. Tanmateix, als màxims valors d'ous de paràsits s'hi arriba entre 1340 i 1390, que coincideix amb el període en què la ciutat es veié afectada per manca d'aliments i epidèmies de pesta. Aquestes concordances permeten de proposar que l'empitjorament sanitari i higiènic a Barcelona degué de contribuir a l'expansió de malalties parasitàries.

Globalment, doncs, les dades paleoambientals obtingudes s'avenen amb les principals tendències econòmiques i demogràfiques barcelonines apuntades per la historiografia. Tanmateix, els descriptors analitzats permeten obtenir una imatge més precisa de la complexitat de les pràctiques productives i de les dinàmiques històriques, i demostren que les anàlisis paleoambientals constitueixen una font de coneixement històric de gran valor i fiabilitat.

D'altra banda, aquest estudi posa de manifest la rellevància de la informació extreta de les seqüències geoarqueològiques en l'estudi de la morfologia històrica del front marítim barceloní. Aquesta aproximació permet superar les hipòtesis elaborades a partir de les fonts escrites i que s'han anat repetint a la bibliografia des de fa més d'un segle, sense que s'hagi avançat prou encara en la seva contrastació a partir de dades empíriques.

### AGRAÏMENTS

Volem expressar el nostre agraïment a Mikel Soberón, arqueòleg de l'empresa CODEX Arqueologia i Patrimoni i director de les excavacions, pel seu suport i ajut sobre el terreny, com també per la valuosa informació historicoarqueològica que ens ha subministrat i les nombroses discussions mantingudes. Agrair a Philip Banks els seus aclariments referents a la documentació medieval del sector de Santa Maria del Mar i la Ribera.

### BIBLIOGRAFIA

- ALEMANY, J. 2002. *El Port de Barcelona: un passat, un futur*, 2a ed., Lunwerg Editores, Barcelona.
- BANKS, P. 1984. *The Roman inheritance and topographical transition in Early Medieval Barcelona*, BAR International Series 193, Oxford.
- BANKS, P. 1992. "L'estructura urbana de Barcelona, 714-1300", a SOBREQUÉS, J. (dir.), *Història de Barcelona. La formació de la Barcelona medieval*, vol. 2, pp. 27-71, Enciclopèdia Catalana, Sant Vicenç dels Horts.
- BATLLE, C.; VINYOLES, T. 2002. *Mirada a la Barcelona medieval des de les finestres gòtiques*, Rafael Dalmau, Ed., Capellades.
- BEHRE, K.E. 1981. "The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams", *Pollen et Spores*, 13, pp. 225-245.
- BONNASSIE, P. 1979-1981. *Catalunya mil anys enrera*, Edicions 62, Barcelona.
- CAPMANY DE MONTPALAU, A. 1779, ed. facsímil 2001. *Memorias históricas sobre la marina comercio y artes de la antigua ciudad de Barcelona*, Alacant, edició digital.
- CARRERAS CANDI, F. (1919). *Geografía general de Catalunya. La ciudad de Barcelona*, Establiment editorial 3 d'Albert Martí.

- CARRÈRE, C. 1977. *Barcelona 1380-1462: un centre econòmic en època de crisi*, Curial, Documents de Cultura, Barcelona.
- CARDON, D., 2007. *Natural dies: sources, tradition, technology and science*, Archetype, Londres.
- EJARQUE, A.; JULIÀ, R.; RIERA, S.; PALET, J.M.; ORENGO, H.A.; MIRAS, Y.; GASCÓN, C. 2009. "Tracing the history of highland human management in the eastern Pre-yreenees: an interdisciplinary palaeoenvironmental study at the Pradell fen, Spain", *The Holocene*, 19, pp. 1241-1255.
- FELIU, G. 1992. "Activitats econòmiques", a SOBREQÜÉS, J. (dir.), *Història de Barcelona. La formació de la Barcelona medieval*, vol 2, pp. 209-270. Enciclopèdia Catalana, Sant Vicenç dels Horts.
- GUÀRDIA, M.; GARCIA, A. 1992. "Consolidació d'una estructura urbana: 1300-1516", a SOBREQÜÉS, J. (ed.): *Història de Barcelona. La ciutat consolidada [segles XIV-XV]*, vol. 3, pp. 37-72, Enciclopèdia Catalana, Sant Vicenç dels Horts.
- GUÉROUT, M. 2007. "La Lomellina, une nave génoise de la Renaissance", a AAVV, *Sauvé des eaux. Le patrimoine archéologique en bois. Histories de fouilles et de restaurations*, pp. 118-126, Villeurbanne, catàleg de l'exposició "Sauvé des eaux, sauvé du temps".
- HIDALGO, M.R. 2006. "New paleoparasitological techniques", *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 372-377.
- HERNÁNDEZ, X. 2001. *Barcelona. Història d'una ciutat*, Llibres de l'Índex, Barcelona.
- JULIÀ, R.; RIERA, S. (inèdit) "Dinàmica geomorfològica de la muntanya de Montjuïc i el seu entorn", a PALET, J.M. (coord.), *Estudi arqueomorfològic del barri de la Satalia en el context de la muntanya de Montjuïc (Barcelona): aproximació històrico-geogràfica i dinàmica territorial*, pp. 100-133, Institut Català d'Arqueologia Clàssica.
- MARQUÉS, M.A.; JULIÀ, R. 2005. "Evolución de la zona litoral del Empordà durante el último milenio", a SANJAUME, E; MATEU, J.F. (eds.), *Geomorfología litoral y Cuaternario*, pp. 259-272, Publicacions Universitat de València, València.
- MARRINER, N.; MORHANGE, C. 2006. "The Ancient Harbour Parasequence: Anthropogenic forcing of the stratigraphic highstand record", *Sedimentary Geology*, 186, pp. 13-17.
- MARRINER, N.; MORHANGE, C. 2007. "Geoscience of ancient Mediterranean harbours", *Earth-Science Reviews*, 80, pp. 137-194.
- MARRINER, N.; MORHANGE, C.; CARAYON, N. 2008. "Ancient Tyre and its harbours: 5000 years of human-environment interactions", *Journal of Archaeological Science*, 35, pp. 1281-1310.
- MCVAUGH, M. 2005. "Chemical medicine in the Medieval writings of Arnau de Vilanova", a PERARNAU, J. (ed.), *Actes de la II Trobada Internacional d'Estudis sobre Arnau de Vilanova*, pp. 239-264, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- PANTALEÓN-CANO, J.; PÉREZ-OBÍOL, R.; ROURE, J.M. 1994. "La representació del paisatge vegetal del àrea de Barcelona durante el último milenio a partir del análisis polínico de sedimentos marinos del delta del río Besòs datados por 210 Pb", MATEU, I.; DUPRÉ, M.; GÜEMES, J.; BURGAS, M.E. (eds.), *Trabajos de palinología básica y aplicada*, pp. 211-223.
- PALANQUES, A.; SÁNCHEZ-CABEZA, J.A.; MASQUÉ, P.; LEÓN, L. 1998. "Historical record of heavy metals in a highly contaminated Mediterranean deposit: The Besòs prodelta", *Marine Geochemistry*, 61, pp. 209-217.
- PALET, J.M. 1997. *Estudi territorial del Pla de Barcelona. Estructuració i evolució del territori entre l'època ibero-romana i l'altmedieval. Segles II-I aC-X-XI dC*, Estudis i Memòries d'Arqueologia de Barcelona, 1, Centre d'Arqueologia de la Ciutat, Institut de Cultura, Ajuntament de Barcelona, Barcelona.
- PALET, J.M.; RIERA, S. 1994. "Landscape dynamics from Iberian-Roman (2nd-1st centuries BC) to early medieval times (12th. century) in the Montjuïc-El Port sector (Plain of Barcelona, NE Iberian Peninsula)", *Archeologia Medievale*, 21, pp. 517-540.
- RIBA I ARDERIU, O.; COLOMBO I PIÑOL, F. 2009. *Barcelona: la Ciutat Vella i el Poblenou: assaig de geologia urbana*, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- RIERA, S. 1995. *Evolució del paisatge vegetal holocè al Pla de Barcelona, a partir de les dades pol·líniques*, Universitat de Barcelona, Col·lecció de tesis doctorals microfityxades, 2525, Publicacions de la Universitat de Barcelona, Barcelona.
- RIERA, A.; FELIU, G. 1992. "Activitats econòmiques", a SOBREQÜÉS, J. (ed.) *Història de Barcelona. La ciutat consolidada [segles XIV-XV]*, vol. 3, pp. 139-272, Enciclopèdia Catalana, Sant Vicenç dels Horts.
- RIERA, S.; WANSARD, G.; JULIÀ, R. 2004. "2000-yr environmental history of a karstic lake in the Mediterranean Pre-Pyrenees: the Estanya lakes (Spain)", *Catena*, 55, pp. 293-324.
- RIERA, S.; PALET, J.M. 2005. "Aportaciones de la Palinología a la historia del paisaje mediterráneo: estudio de los sistemas de terrazas en las Sierras Litorales Catalanas desde la perspectiva de la Arqueología Ambiental y del Paisaje", a RIERA, S.; JULIÀ, R. (eds.), *Transdisciplinary approach to a 8000-yr history of land uses. I Workshop of Catalan Network for the Study of Cultural Landscapes and Environmental History*, Sèrie Monografies del SERP, 5, pp. 55-74. Barcelona.
- RIERA, S.; PALET, J.M. 2008. "Una aproximación multidisciplinar a la historia del paisaje mediterráneo: la evolución de los sistemas de terrazas con muros de piedra seca en la sierra de

---

Marina (Badalona, llano de Barcelona)”, a GARRABOU, R; NAREDO, J.M. (eds.), *El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo mediterráneo*. Monografía de Historia Rural, 6, pp. 47-90, Sociedad Española de Historia Agraria, Prensas Universitarias de Zaragoza. Saragossa.

SANPERE I MIQUEL, S. 1890. *Topografía Antigua de Barcelona: Rodalia de Cordera*, Barcelona.

SÁNCHEZ-CABEZA, J.A.; MASQUÉ, P.; SCHELL, W.R.; PALANQUES, A.; VALIENTE, M.; PALET, C.; PÉREZ-OBÍOL, R.; PANTALEÓN-CANO, J. 1993. “Record of anthropogenic environmental impact in the continental shelf north of Barcelona city”, *Isotope techniques in the study of past and current environmental changes in the hydrosphere and the atmosphere*, pp. 175-184, Viena.

STUIVER, M.; REIMER, P.J. 1993. “Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon calibration program”, *Radiocarbon*, 35, pp. 215-230.

VILA, P.; CASASSAS, L. 1974. *Barcelona i la seva rodalia al llarg dels temps*, Editorial Aedos, Barcelona.

VILAR, P. 1964. *Catalunya dins l'Espanya moderna. El medi històric*, vol. 2, Edicions 62, Barcelona.