

# Evolución del sector dunar sur del complejo de Corrubedo

## *Evolution of the southern dune sector of the Corrubedo complex*

Rita González-Villanueva <sup>(1)</sup>, Susana Costas <sup>(2)</sup>, Marta Pérez-Arlucea <sup>(1)</sup>, Irene Alejo <sup>(1)</sup> y Fernando Rial <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Xeociencias Mariñas (XM1) - Universidade de Vigo, Spain. ritagonzalez@uvigo.es, marlucea@uvigo.es, ialejo@uvigo.es

<sup>(2)</sup> Unidade de Geologia Marinha - LNEG, Portugal. susana.costas@ineti.pt

<sup>(3)</sup> SO.IN.G. Strutture & Ambiente, Italy. f.villar@soing.eu

### ABSTRACT

Coastal sand barriers are of high environmental significance because they provide protection for highly productive landward environments. However, they are also highly vulnerable environments as they can be affected by different factors such as sea-level changes, storm waves, tides, currents, sediment supply, seafloor slope and morphology, coastline development and inherited topography. The hypothesis for the evolution of the coastal barrier system of Corrubedo is presented in this study. The Corrubedo coastal barrier has been studied using a variety of methods, including geomorphologic analysis, GPR and coring for mapping sedimentary 3D architecture. Several samples have been dated using OSL and AMS radiocarbon methods to reconstruct the depositional history. Four major phases of sand barrier evolution have been recognized in the southern part of the Corrubedo complex. These phases are characterized by an alternation on the sedimentation between coarse and fine grained deposits. The radiocarbon ages indicate that sedimentation started sometime before 4500 years cal BP. Evidence of a shallow basement were detected in the GPR profiles in Corrubedo which suggests the influence of an antecedent topography on the resultant architecture by: 1) reducing the accommodation space and, therefore its storage capacity, and 2) providing a substratum for the anchoring of the barrier and maintaining a stable shoreline.

**Key-words:** Radar facies, internal structure, Corrubedo, coastal dune.

### RESUMEN

El estudio de las barreras arenosas costeras es fundamental porque éstas sirven de protección a otros ambientes con elevada importancia ecológica y productividad (marismas, lagunas costeras y estuarios). Sin embargo, estas barreras son ambientes altamente susceptibles a la erosión y se pueden ver afectadas por diferentes factores como cambios en el nivel del mar, oleaje, mareas, corrientes, disponibilidad de sedimento, pendiente y geomorfología del fondo marino, configuración de la línea de costa y la topografía heredada. En este trabajo se presenta una hipótesis de la evolución de la barrera costera de Corrubedo. Para el estudio de esta barrera costera se han utilizado diferentes metodologías, como el análisis de fotografías aéreas, georadar y sondeos. Por otra parte, se han datado distintos niveles mediante OSL y radiocarbono para reconstruir la historia sedimentaria. Se han reconocido un total de cuatro fases principales en el sector sur del complejo de Corrubedo. Estas fases se caracterizan por la alternancia de depósitos de grano fino y de grano grueso. Las dataciones de radiocarbono indican que la sedimentación comenzó con anterioridad a los 4500 años cal BP. En los registros de georadar se observan evidencias de la presencia del basamento a poca profundidad; lo que sugiere la influencia de la topografía heredada sobre la arquitectura resultante debido a: 1) reducción del espacio de acomodación y en consecuencia una reducción de la capacidad de almacenamiento y 2) la posición del basamento proporciona a la vez un substrato fijo que ancle la barrera y mantenga la línea de costa en una posición relativamente estable en el tiempo.

**Palabras clave:** Facies de radar, estructura interna, Corrubedo, dunas costeras.

Geogaceta, 50-2 (2011), 177-180.  
ISSN:2173-6545

Fecha de recepción: 15 de Febrero de 2011  
Fecha de revisión: 28 de Abril de 2011  
Fecha de aceptación: 27 de Mayo de 2011

## Introducción

El estudio de las barreras arenosas costeras es fundamental porque éstas sirven de protección a otros ambientes con elevada importancia ecológica y productividad (marismas, lagunas costeras y estuarios). Sin embargo, estas barreras son ambientes altamente susceptibles a la erosión y se pueden ver afectadas por diferentes factores como cambios en el nivel del mar, oleaje, mareas, corrientes, disponibilidad de sedimento, pendiente y geomorfología del fondo marino, configuración de la línea de costa y la topografía heredada (Cooper,

1994; Curray, 1964; Davis Jr *et al.*, 1984; Hayes, 1979).

La instalación de las barreras costeras a lo largo de la costa Atlántica en la península Ibérica comenzó a los 6500-5000 años cal BP, permitiendo el desarrollo de humedales en la zona de trasbarrera. Esta situación se ha visto favorecida por la deceleración del aumento del nivel del mar durante la transgresión Holocena (Bao *et al.*, 2007; Bao *et al.*, 1999; Costas *et al.*, 2009; Freitas *et al.*, 2005; Freitas *et al.*, 2003).

El objetivo principal de este trabajo es el establecimiento de una hipótesis para la

evolución de la barrera arenosa situada en el sector sur del complejo sedimentario de Corrubedo. Este sistema se encuentra situado en la costa Atlántica Gallega (Fig. 1) en la divisoria de aguas de las Rías de Arosa y la de Muros y Noia.

## Metodología

Para el estudio de esta barrera costera se han utilizado diferentes metodologías, como el análisis de fotografías aéreas, georadar y sondeos.

Para el estudio de fotointerpretación se utilizaron las fotografías aéreas comprendi-

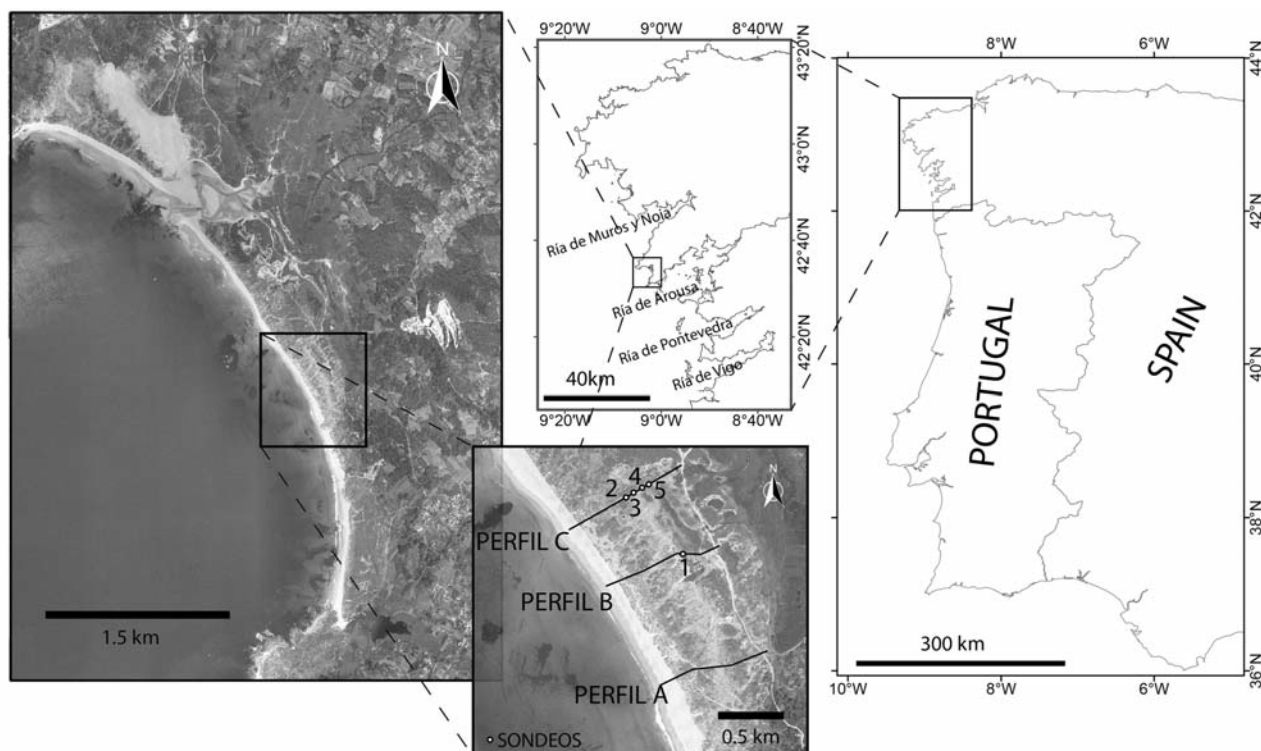


Fig. 1.- Complejo Sedimentario de Corrubedo. Localización de los perfiles de georadar y de los testigos sedimentarios.

Fig. 1.- The dune field of Corrubedo sedimentary complex. Location of ground penetrating radar profiles and sedimentary corers.

das entre los años 1945 y 2008. Estas fotografías fueron digitalizadas y procesadas usando el software ArcGIS, obteniéndose imágenes georreferenciadas. En el proceso se identificaron al menos 20 puntos de control en cada imagen y los errores medios cuadráticos aceptados eran inferiores a 2 metros. La comparación y superposición de imágenes geocorregidas sucesivas nos ofrece una visualización dinámica de la evolución del sistema durante los últimos 50 años.

La arquitectura de facies se obtuvo mediante tres perfiles 2D de georadar, atravesando el cordón dunar transversalmente a la línea de costa en su sector sur. Para ello se utilizaron antenas de 250 y 500MHz de la casa Ramac. El procesado de los datos se llevó a cabo usando el software Reflexw de Sandmeier.

Las correcciones topográficas se aplicaron asumiendo una velocidad de radar de 12cm/ns, que fue estimada mediante ajuste de hipérbolas de difracción. Los testigos sedimentarios se obtuvieron utilizando el corer de succión TESS-1 (Méndez *et al.*, 2003). Estos testigos fueron utilizados para la identificación litológica y textural de las facies previamente identificadas en los radargramas. Los puntos de muestreo se georeferenciaron con un GPS diferencial y co-

regidos respecto al nivel medio del mar en Alicante (NMMA).

Por otra parte, se han datado distintos niveles mediante OSL (Optically Stimulated Luminescence) y radiocarbono, AMS (Accelerator Mass Spectrometry) como apoyo en la reconstrucción de la evolución de la barrera. Los resultados de  $^{14}\text{C}$  se han calibrado con el programa Calib 6.0 (Reimer *et al.*, 2004).

## Resultados

El análisis de las fotografías aéreas durante los últimos 50 años indica una elevada estabilidad del complejo en el sector de estudio. Esta estabilidad está definida por un aumento en la extensión de las dunas vegetadas y por una posición en la línea de costa estable, con variaciones inferiores a los 2 metros en la horizontal.

De los cinco sondeos obtenidos, cuatro se extrajeron sobre el perfil C de georadar y otro sobre el perfil B (Fig. 1). La máxima profundidad de penetración fue 4.48 metros (sondeo 1, Fig. 2). El resto de los sondeos penetraron hasta el basamento somero. El análisis granulométrico de los sedimentos da como resultado arena media a gruesa, relativamente bien seleccionada y de composición mayoritariamente siliciclástica, aunque

existen algunos niveles de contenido en carbonatos mayoritario pobremente seleccionados. En el sondeo 1 se han realizado 4 dataciones, dos de ellas mediante  $^{14}\text{C}$  y otras dos por OSL. El valor de probabilidad media de las dataciones de  $^{14}\text{C}$  da como resultado 4586 años cal BP (2636 años BC) a 3.60 m y 4050 años cal BP (2100 años BC) a 2.29 m. Las dataciones obtenidas mediante OSL dan edades de 1363 años BC a 2.15 m y 2133 años BC a 2.35 m de profundidad.

Los datos de georadar se han interpretado siguiendo la terminología de Neal (2004). Se han identificado tres facies de radar principales (F1, F2 y F3). Sus características principales así como su interpretación se presentan resumidas en la Tabla I.

Se han identificado cinco unidades estratigráficas principales (U1, U2, U3, U4 y U5) (Fig. 3). La unidad U1 se encuentra en los perfiles A y C y conforma el basamento, presentando una facies de radar de tipo F3. Las unidades U2 y U4 se encontraron en los tres perfiles estando caracterizadas por facies de radar de tipo F2, con reflectores de bajo ángulo y una dirección principal de avance hacia tierra (NE, trasbarrera). La topografía resultante de la U2 se encuentra condicionada por la topografía heredada. Las unidades U3 y U5 presentan facies de radar de tipo F1. Generalmente se encuen-

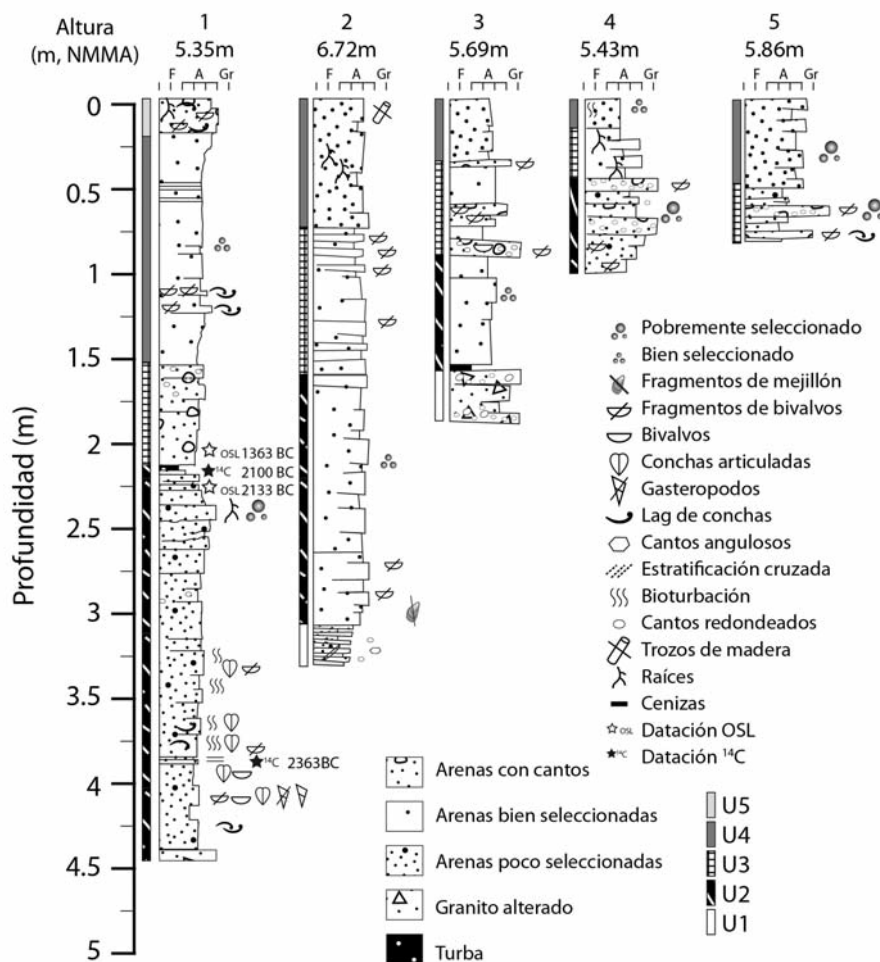


Fig. 2.- Interpretación de los cuatro testigos obtenidos en el complejo dunar.

Fig. 2.- Interpretation of the four cores obtained in the dune complex.

tran situadas en la zona más interna del complejo (trasbarrera) y no se extienden horizontalmente hacia el mar.

**Discusión y Conclusiones**

A partir del análisis de los radargramas correspondientes al sector sur de Corrubedo y de los testigos sedimentarios datados se propone una hipótesis de evolución del complejo dunar. Su evolución consta al

menos de cuatro fases (Fig. 3). Estas fases se caracterizan por la alternancia de depósitos de grano fino y de grano grueso.

La primera fase está dominada por sedimentos de grano grueso que se pueden interpretar como depósitos de derrame (facies de radar tipo F2) en el área de trasbarrera. Las dataciones de radiocarbono indican que esta fase comenzó con anterioridad a los 4500 años cal BP y que se extendió hasta cerca de los 4000 años cal BP.

Facies	Descripción	Interpretación geológica
F1	Lateralmente continua, paralela, reflectores sub-horizontales. Generalmente concordante.	Depósitos dunares correspondientes a agradación vertical o acreción lateral.
F2	Lateralmente continuos, sub-paralelos, reflectores con ángulo moderado. Frecuentes relaciones de corte entre reflectores.	Depósitos de derrame.
F3	Reflexión vacía o reflectores caóticos.	Basamento o depósitos predunares.

Tabla I.- Descripción e interpretación de los radargramas de la duna de Corrubedo. La interpretación fue validada usando los testigos sedimentarios.

Table I.- Description and interpretation of the Corrubedo dune radar stratigraphy. The interpretation was validated using sediment core data.

La segunda fase se caracteriza principalmente por sedimentos de grano fino en la zona de trasbarrera, siendo equivalentes laterales de las facies de radar paralelas en el núcleo de la barrera. Esta fase supone el crecimiento vertical de la barrera, que implica una reducción de la influencia marina en la zona de trasbarrera con una reducción de los procesos de *overwash* en tormentas.

La tercera fase supone una segunda secuencia de procesos semejante a la anterior, que da lugar a la transición de sedimentos gruesos de derrame con reflectores inclinados hacia la trasbarrera a sedimentos más finos de plataforma eólica, reflejada en la fase 4. Esta segunda secuencia estaría más limitada espacialmente, presentando unas dimensiones más reducidas.

La presencia y conservación de los depósitos de derrame más profundos, localizados en el interior del núcleo de la barrera sugieren una relativa estabilidad de la posición de la línea de costa en el tiempo con respecto a la posición actual.

Del registro sedimentario se puede interpretar el anclaje y crecimiento de la barrera arenosa hacia los 5000 cal yr BP coincidiendo con la sedimentación de material fino en la zona de trasbarrera. Siguiendo a este primer estado el área de trasbarrera pasa a estar caracterizada por ciclos de sedimentación correspondientes a periodos de alta y baja energía, que pueden suponer periodos alternantes de dominio o intensidad de las tormentas o sobre elevación temporal de la barrera, lo que impediría la conexión de la trasbarrera con el mar abierto.

Los estudios realizados en otros complejos próximos a Corrubedo, como Louro en la Ría de Muros y Noia (González-Villanueva *et al.*, 2010), muestran una arquitectura sedimentaria similar, en la cual se alternan periodos de sedimentación correspondientes a eventos de alta y baja energía. La ciclicidad resultante en Louro es de escala de siglos o de milenios. Las diferencias encontradas entre Louro y Corrubedo parecen estar relacionadas con la topografía antecedente de ambos sistemas y probablemente cambios en los aportes (González-Villanueva *et al.*, 2010). La similitud en la escala de las unidades y secuencias observadas, junto con el rango de las edades establecidas puede servir para deducir que los procesos y evolución de los dos sistemas son equivalentes y, por tanto, que posiblemente los cambios observados,

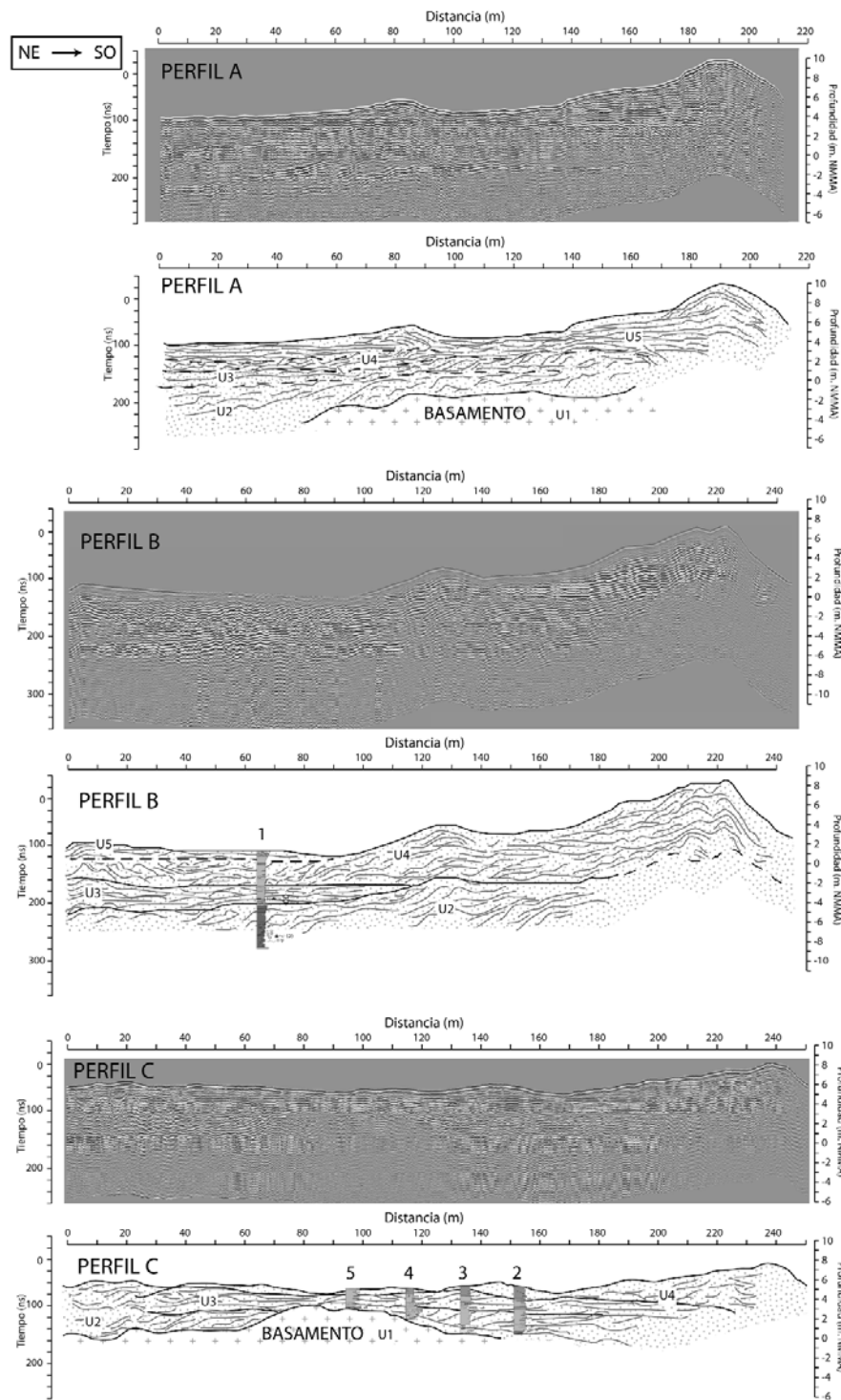


Fig. 3.- Perfiles de georadar (250 MHz) y su interpretación. Las líneas continuas y discontinuas indican los límites de diferentes unidades.

Fig. 3.- 250 MHz profiles of dune complex and interpretation. The black solid and dashed lines mark the limits of different units.

definidos por las distintas unidades, correspondan a ciclos similares a los definidos en el Complejo de Louro.

En el caso de Corrubedo, tanto en los registros de georadar como en los testigos obtenidos se observan evidencias de la presencia del basamento a poca profundidad;

lo que implica una reducción de la capacidad de almacenamiento con respecto Louro. Esta situación podría explicar también el estado de evolución más avanzado del Complejo de Corrubedo. Así mismo, la posición del basamento proporciona a la vez un substrato fijo que ancle la barrera y

mantenga la línea de costa en una posición relativamente estable en el tiempo.

**Agradecimientos**

Agradecemos a los Drs. Cristino J. Dabrio y Angela Alonso la revisión del manuscrito y correcciones. Este trabajo es una contribución a los proyectos: O8MDS036000PR (Xunta de Galicia) y 046/2007 (Ministerio de Medio Ambiente); CONSOLIDER-INGENIO 2010, Programa GRACCIE (SCARPS (PTDC/CTE-GIX/101466/2008) y CONTOURIBER (CTM2008-06399-C04-01/MAR, Ministerio de Ciencia e Innovación).

**Referencias**

Bao, R., Alonso, A., Delgado, C., y Pages, J. L. (2007). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 247, 296-312.

Bao, R., Freitas, M. C. y Andrade, C. (1999). *The Holocene*, 9, 341-352.

Cooper, J.A. G. (1994). En: *Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics*. (R. W. G. Carter y C. D. Woodroffe, Eds.), Cambridge University Press, 219-265.

Costas, S., Muñoz-Sobrino, C., Alejo, I. y Pérez-Arlucea, M., (2009). *Earth Surface Processes and Landforms*, 34, 1575-1586.

Curray, J. R., (1964). En: *Marine Geology*, (R. L. Miller Ed.), Macmillan, 175-203.

Davis Jr, R. A. y Hayes, M. O. (1984). *Marine Geology*, 60, 1-4, 313-329.

Freitas, C. y Andrade, C. (2005). En: *Proceedings Coastal Hope*, Lisbon, Portugal, 64-70.

Freitas, M. C., Andrade, C., Rocha, F., Tassinari, C., Munhá, J. M., Cruces, A., Vidinha, J. y Da Silva, C. M. (2003). *The Holocene*, 13, 433-446.

González-Villanueva, R., Costas, S., Pérez-Arlucea, M., Alejo, I. y Rial, F. (2010). En: *Proceedings Iberian Coastal Holocene paleoenvironmental Evolution*, Lisbon, 61-62.

Hayes, M. O. (1979). En: *Barrier Islands from the Gulf of St. Lawrence to the Gulf of Mexico* (S. P. Leatherman, Ed.), Academic Press, 1- 27.

Méndez, G., Pérez-Arlucea, M., Stouthammer, E. y Berensden, H. (2003). *Journal of Sedimentary Research*, 73, 1078-1081.

Neal, A., (2004). *Earth-Science Reviews*, 66, 261-330.

Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Bertrand, C. J. H., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G. S., Cutler, K. B., Damon, P. E., Edwards, R. L., Fairbanks, R. G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Ramsey, C. B., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., van der Plicht, J. y Weyhenmeyer, C. E. (2004). *Radiocarbon*, 46, 1029-1058.