

# La evolución Holocena de la Albufera de Valencia

*The evolution of the coastal lagoon (Albufera) of Valencia, Spain, during the Holocene*

Carlos de Santisteban<sup>(1)</sup>, Javier Marco-Barba<sup>(2)</sup> y María R. Miracle<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departament de Geologia. Universitat de València. Dr. Moliner, 50, 46100- Burjassot (Valencia). Carlos.santisteban@uv.es

<sup>(2)</sup> Departament de Microbiologia i Ecologia. Universitat de València. Dr. Moliner, 50, 46100- Burjassot (Valencia). Javier.marco@uv.es; Rosa.miracle@uv.es

## ABSTRACT

The "Albufera de Valencia" is one of the lagoons of bigger extension in the Iberian Peninsula. It is placed in a sedimentary basin that embraces part of the coastal plain of Valencia province and that expands several kilometers on the continental platform. This lagoon is a shallow paralic lake protected by a beach-barrier. The sedimentary and paleontological record of two cores (Palmar and Pujol), located in the internal part of the beach-barrier, has been studied. This sedimentary record is formed by Holocene sediments, discordantly on Pleistocene materials. The lower Holocene deposits show the existence of a coastal lagoon whose barrier was located eastwards to the present coast line. The modern beach complex extends after the maximum transgressive ca. 6250 years and it is composed by four units of prograding beaches formed during the recent high sea-level stand. The last beach unit might have been formed just after the year 1200 (AD) and has had a quick growth during the last 500 years.

**Key words:** Albufera de Valencia, coastal lagoon, beach-barrier, ostracods, Holocene

Geogaceta, 46 (2009), 99-102

ISSN: 0213683X

## Introducción

La Albufera de Valencia es una de las lagunas costeras más extensas de La Península Ibérica, con una superficie inundable actual de unas de 2.400 hectáreas. Se halla enclavada en el sector más meridional del dominio de la Rama Castellana del Sistema Ibérico, en una cuenca sedimentaria subsidente que, en el sector emergido del llano litoral de Valencia, tiene una extensión de 60 km<sup>2</sup>. Esta laguna está individualizada por una restinga de 30 km de longitud. Los estudios realizados hasta el momento son descriptivos dentro del campo de la geografía, entre los que merecen la pena destacar los de Rosselló (1972), Carmona y Ruiz (1999) y Ruiz y Carmona (1999, 2005).

En el presente trabajo se expone un nuevo modelo de evolución de la Albufera de Valencia basado en el estudio estratigráfico y sedimentológico del registro sedimentario de dos sondeos (Pujol y Palmar). El registro obtenido comprende gran parte del Holoceno. El estudio realizado se complementa con el análisis paleoecológico y taxonómico de la fauna de ostrácodos, con la información aportada por tres dataciones absolutas y la cartografía morfosedimentaria de ambientes recientes.

## La cuenca Holocena de La Albufera

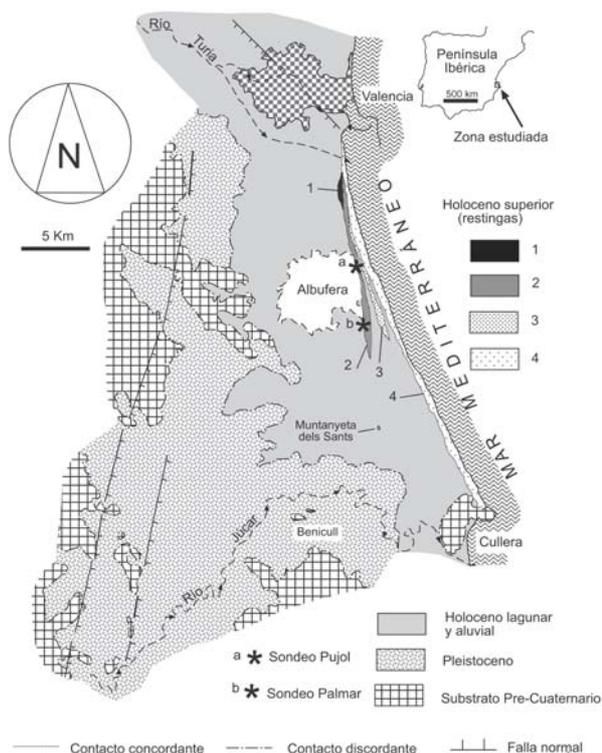
La Albufera se halla en una cuenca sedimentaria que comprende la llanura li-

toral de la provincia de Valencia y que se prolonga, bajo el Mediterráneo y en dirección SE, sobre la plataforma continental. La parte emergida tiene una configuración triangular (Fig. 1). Su margen norte es una fractura NW – SE, que se extiende entre Lliria y Burjassot, y que es la responsable de la captura del río Turia en su tramo final, ya dentro de la ciudad de Valencia. El límite sur es el borde septentrional de los materiales mesozoicos del Prebético externo (que afloran discontinuamente en Benicull, la Muntanyeta dels Sants y la Muntanya de les Rabasses en Cullera, Fig. 1) y los depósitos pleistocenos que los recubren parcialmente. El margen occidental de esta cuenca está formado por los depósitos pleistocenos, de un sistema de abanicos aluviales coalescentes (bajada), que se apoya sobre una zona de fractura. Los datos de las hojas de la cartografía geológica de Valencia y Sueca (Goy *et al.*, 1974 y Ríos *et al.*, 1980) indican que sobre un substrato pre-cuaternario hay una franja de relleno pleistoceno, con depósitos aluviales, distribuida por los sectores sur y occidental de la cuenca. Estos depósitos pleistocenos están recubiertos, de una manera solapante expansiva, por materiales continentales y de transición holocenos. La superficie de solapamiento, que forma la base de los materiales holocenos, se halla a 17 metros de profundidad en la localidad del sondeo el El

Palmar (Fig. 1) y a un poco más de 70 metros, a 15 kilómetros más al este en la plataforma continental (Goy *et al.*, 1987). El centro de depósito de esta cuenca está en la zona sur (entre El Palmar y Cullera), en donde los autores citados describen hasta tres sistemas de abanicos deltaicos submarinos pleistocenos en relación con una desembocadura antigua del río Júcar al norte de la actual Cullera.

## Metodología de trabajo

Para la realización del presente trabajo se ha utilizado el testigo de dos sondeos facilitados por la Oficina Técnica de la Devesa y Albufera, del Ayuntamiento de Valencia, denominados Pujol y El Palmar. Estos sondeos tienen respectivamente 16 y 18,5 metros de profundidad. Su ubicación es en la cara interna de la restinga actual, muy cerca de su contacto con la laguna (Fig. 1). De cada sondeo se ha realizado una descripción de facies obteniéndose las columnas de la figura 3. Se han descrito cuatro facies (1, 2, 3 y 4) cuyo análisis, mediante criterios de sedimentología comparativa y contenido faunístico, ha permitido establecer cuatro ambientes en relación con un sistema de laguna costera – restinga (playa-barrera). Se han realizado cinco medidas de cronología absoluta por <sup>14</sup>C AMS de concentrados polínicos en el laboratorio Beta Analytic (Miami, USA).



**Fig. 1.- Mapa geológico de la Albufera de Valencia.**

*Fig. 1.- Geological map of the coastal lagoon "Albufera" of Valencia.*

El sondeo de El Palmar abarca todo el registro Holoceno conservado. En su parte basal, se ha identificado una superficie de erosión, con un desarrollo superpuesto de 7 cm de caliche, como la discordancia Pleistoceno – Holoceno. En el sondeo de Pujol no se ha alcanzado la base del Holoceno.

El análisis paleontológico se ha realizado en base al contenido de ostrácodos de 65 muestras del sondeo de El Palmar. Para el procesamiento de las muestras se ha utilizado un tamiz con luz de malla de 250 µm. Su identificación se ha hecho siguiendo los criterios de Athersuch *et al.* (1989), Meisch (2000) y Poquet *et al.* (2008). Se ha descrito de cada valva su estado de preservación (EP) mediante la asignación de un índice en base a tres categorías: A-B-C. A: bien conservados, sin rotura o daños visibles en las valvas; B: parcialmente rotos, nunca más de la mitad de la valva, o presencia de alguna rotura; C: totalmente mineralizado o roto más de la mitad de la valva. Además, se ha tenido en cuenta como posible índice tafonómico, el número de valvas encontrado así como el ratio (RFV) fragmentos + EP tipo C / (nº total de valvas + fragmentos). Se ha prestado una atención especial al taxón *Cyprideis torosa*. Con el fin de dilucidar procesos tafonómicos se han calculado: 1) el ratio juveniles/adultos, para determinar la aloctonía y 2) el % de valvas opacas, teniendo en cuenta que cuando el carbonato cálcico de las valvas ha sufrido alguna alteración se transforma en opaco (Griffiths, y Holmes *et al.*, 2002).

**Descripción de facies**

En los dos sondeos se han reconocido cuatro tipos de facies (1, 2, 3 y 4) que se presentan varias veces en el registro vertical.

**Facies 1**

Esta facies está formada por niveles grisáceos, con un espesor variable entre 6 cm y 1,10 m, de gravas y arenas con contacto inferior neto erosional y superior transicional. Los cantos son mayoritariamente de composición carbonática. Los granos de las arenas son generalmente de cuarzo y varían en tamaño entre grueso y medio. La distribución del tamaño de partícula es granodecreciente, pudiendo pasar gradualmente a limos arenosos ocre. Las gravas suelen formar la parte inferior de los niveles, donde constituyen un término heterométrico. Entre los componentes de cualquier tamaño hay bioclastos y valvas enteras de *Cerastoderma glaucum*. La fauna de ostrácodos es mixta y variada, aunque domina *Cyprideis torosa*, especie eurihalina lagunar (75-85%), acompañada de las especies salobres *Loxoconcha elliptica* y *Xestoleberis nitida*. También, pero en una pequeña proporción, hay especies marinas (*Aurila arborescens* y *Pontocythere* sp.) y especies de aguas continentales (*Candona angulata*, *Cypridopsis vidua*, *Ilyocypris gibba* y *Heterocypris salina*)

**Facies 2**

Esta facies está formada por arenas ocre, de grano medio, en niveles de un espesor comprendido entre 60 cm y 1 m. Estos niveles tienen contacto inferior transicional y estructura interna homogénea. Presenta bioclastos dispersos derivados de moluscos, y valvas enteras de *Cerastoderma glaucum*. Son muy pobres en ostrácodos, estando representados prácticamente por la especie eurihalina *C. torosa*, ocasionalmente *Loxoconcha elliptica*, y las mismas especies marinas que se presentan en la facies 1. Las especies de aguas continentales son insignificantes en esta facies.

**Facies 3**

Niveles de esta facies solamente se hallan presentes en el sondeo de Pujol. Consisten en arenas amarillentas de grano fino, localmente limos, muy bien clasificadas. Constituye dos niveles de 88 cm y 1,36 m con base transicional. Internamente posee una estratificación media marcada por la presencia de pasadas de granos planos, de 1 cm de dimensión máxima y de superficie pulida. No contiene restos de fauna.

**Facies 4**

Consiste en niveles de hasta 1,70 m de arcillas y limos. Tienen coloraciones variadas entre blanco, gris, ocre y marrón rojizo. Presentan contacto transicional, sobre los niveles de arenas, y techos netos erosionados bajo gravas de la facies 1. Pueden contener proporciones variadas de arena, nódulos edáficos de carbonatos y rizocreaciones ferruginizadas. Presenta bioclastos de moluscos sin determinar y ejemplares de *Cerastoderma glaucum* con las valvas articuladas. De los cinco niveles de esta facies (L1 a L5, Fig. 2) en L1 y L2 domina totalmente *C. torosa* acompañada de las especies salobres indicadas en la facies 1; mientras que en L5 existe una mezcla de todas las especies indicadas en la facies 1 pero con una proporción mayor de especies de aguas continentales.

**Análisis de facies e interpretación**

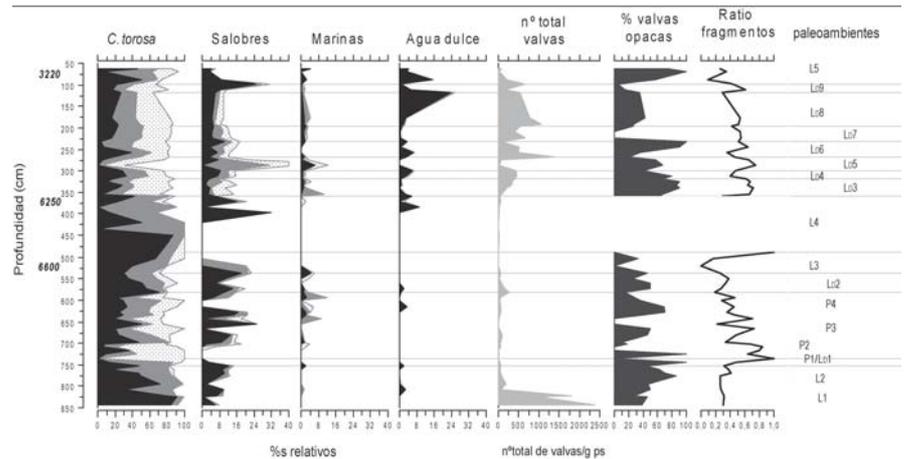
Las cuatro facies descritas se hallan asociadas verticalmente formando secuencias superpuestas. La secuencia básica está formada por la sucesión, desde la base hasta el techo, de las facies 4-1-2. La facies 3 solamente está presente en el sondeo de Pujol y se halla asociada a la facies 2.

La facies 4 corresponde a depósitos formados originalmente en condiciones subacuáticas. Suele tener restos de mate-

ria orgánica y presenta localmente una impronta de exposición subaérea o desarrollo de paleosuelos calcáreos. La interpretamos como depósitos lacustres o palustres formados en un ambiente de albufera. El número total de valvas de ostrácodos, junto con el ratio juveniles/adultos (con valores de 4,6 para L1-L2 y 10 para L5 (Fig. 2) que se incrementa hacia la base de ambas zonas, indica que las asociaciones de ostrácodos representan una población autóctona (Kilenyi 1969; Heip, 1976). Por otro lado los estados de preservación (EP) de los ostrácodos son predominantemente del grupo A y el ratio RFV es bajo, confirmando que son restos de una fauna autóctona lagunar. Sin embargo, la zona L3 y L4 presenta un escaso número de valvas, sin ningún resto en varios puntos lo que se interpreta como un ambiente de exposición subaérea.

La facies 2 representa un depósito subaéreo formado en un ambiente de playa (backshore). En el Sondeo de Pujol se halla asociada a la facies 3 que tiene las características texturales de sedimentos eólicos. El número total de valvas de ostrácodos en la facies 2 es muy pequeño y constituido prácticamente por la especie dominante *C. torosa*. El ratio (RFV) en muchos casos alcanza valores por encima de 0.5 indicando que la mayoría de las muestras analizadas están constituidas por individuos que han sido sometidos a un retrabajamiento previo. El ratio juveniles/adultos es bajo, con valores inferiores a 1,5, indicador mínimo de poblaciones autóctonas, excepto en el nivel P4 en el que se pudo dar una población autóctona pero con muchos restos de poblaciones alóctonas.

La facies 1 se halla en una posición intermedia entre la 2 y la 4. Sus materiales han sido sedimentados subacuáticamente, por corrientes tractivas en la base y decantación, en el techo. Consideramos que corresponde a cuerpos de lóbulos de derrame depositados en condiciones de temporal por transferencia de sedimento de la playa de una restinga al margen de la albufera adyacente. La distribución de los estados de conservación de los ostrácodos apoya esta interpretación. Los estados de preservación (EP) de *C. torosa* y de las especies de aguas salobres, en el techo y parte intermedia de los niveles de esta facies, son de los tipos A y B. En la base de los niveles se hallan los restos más degradados. El mismo patrón se encontró tanto para las especies de agua dulce como para las marinas aunque en proporciones mucho menores (7% y 12,5%, respectivamente). También apoya la in-



**Fig. 2.- Asociaciones ecológicas de ostrácodos del sondeo del Palmar. Estados de preservación (EP): A- negro, B- gris, C- trama de puntos. Paleoambientes: A1-9 lóbulos de derrame, LD1-LD5 (facies 1) playa, P1-P4 (facies 2) palustre / lacustre: L1-L5 (facies 4).**

*Fig. 2.- Ecological associations of ostracods found in the Palmar well. Grade of preservation of valves (EP): A-black, G-grey, C- dotted. Paleoenvironments: A1-9 washover lobes, LD1-LD5 (facies 1) Beach, P1-P4 (facies 2) palustrine / lacustrine: L1-L5 (facies 4).*

terpretación de lóbulos de derrame la tendencia general a un incremento hacia el techo, del ratio juveniles/adultos y el mayor porcentaje de valvas opacas.

#### Correlación de los sondeos de Pujol y El Palmar

La sucesión de los depósitos de los sondeos de Pujol y El Palmar responden a la superposición de los distintos ambientes asociados a la parte interna de un sistema de restinga – albufera, formados por playas, dunas eólicas, lóbulos de derrame y laguna con evidencias de desecación. En el registro sedimentario de las dos localidades predominan los depósitos de lóbulos de derrame, cuya situación, a lo largo del tiempo, es sensible a la posición de la barrera. En los dos sondeos la tendencia transgresiva – regresiva es similar, permitiéndonos hacer una correlación (Fig. 3).

Para precisar la evolución reciente de la restinga se han realizado dataciones absolutas radiométricas de  $^{14}\text{C}$  en concentrados de polen de muestras del sondeo del Palmar. Tres de ellas han dado resultados satisfactorios, mientras que otras dos han ofrecido fechas incompatibles. Las tres que consideramos válidas han sido realizadas en material orgánico obtenido de niveles de albufera, es decir autóctonos, mientras que las otras dos han sido en niveles de lóbulos de derrame, en material transferido por los temporales al margen de la laguna. Las edades obtenidas para los depósitos de albufera anteriores a la progradación del actual sistema de restinga son  $6.600 \pm 50$  y  $6.250 \pm 40$  años BP. Este sistema está formado por dos pa-

res de barras, las cuales mantienen en superficie algunos rasgos de su expresión morfológica original (Fig. 1). Un intervalo de limos arenosos de albufera entre el primer y segundo par de barras ha dado una edad de  $3.220 \pm 40$  años BP.

#### Consideraciones

La correlación de tendencias transgresivas y regresivas, y las dataciones, muestran que el actual sistema de restinga tiene una edad Holocena superior y es posterior a  $6.600 \pm 40$  años (BP). Este dato acota el inicio de la progradación del sistema de playas recientes. Anteriormente a esta fecha ya existía una albufera cuya restinga debía estar situada más al Este de la actual posición de la línea de costa. En el sondeo del Palmar se ha reconocido la discordancia de la base del Holoceno entorno a los 17,5 metros de profundidad. El registro sedimentario comprendido entre esta base y el actual sistema de restinga tiene una tendencia expansiva solapante que es coherente con una transgresión que identificamos con la transgresión Flandriense.

En los dos sondeos, los niveles inferiores contienen depósitos de albufera, lo que nos permite indicar que la transgresión alcanzó su máximo bajo la posición del límite oriental de la restinga actual y anteriormente a  $6.250 \pm 40$  años (BP). El registro inicial de esta transgresión se muestra en el desplazamiento “hacia tierra” de un sistema de playas desarrolladas sobre los depósitos pleistocenos (Goy *et al.*, 1987). De acuerdo con esto, en los dos sondeos falta parte de los materiales del Holoceno inferior.

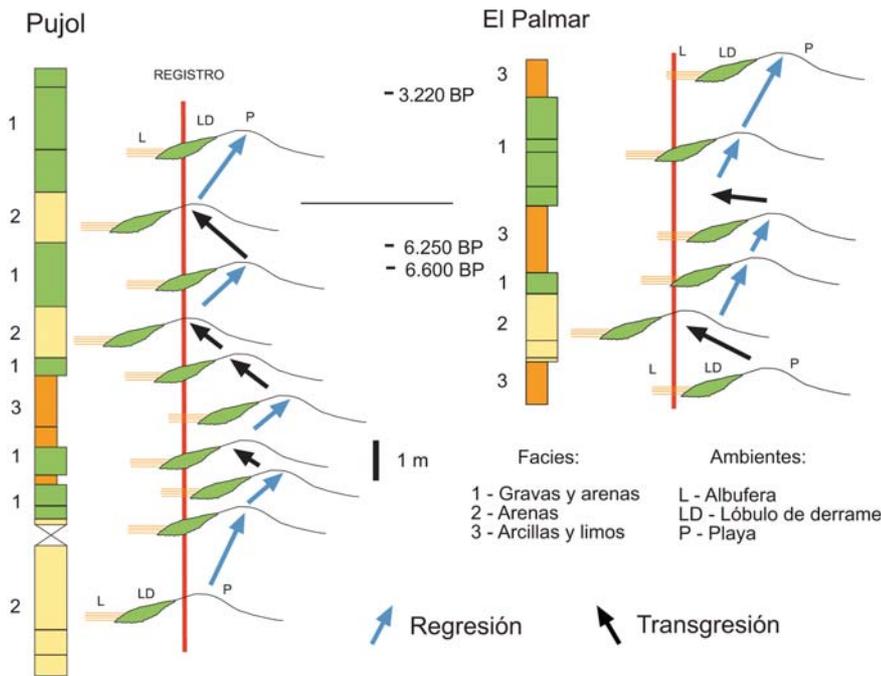


Fig. 3.- Comparación de eventos transgresivos y regresivos entre los testigos de los sondeos de El Palmar y Pujol.

Fig. 3.- Comparison of transgressive – regressive events in the sedimentary record of Pujol and El Palmar logs.

**Evolución reciente de la Albufera**

Los depósitos del Holoceno superior (entre hace 6.250 ± 40 años y la actualidad), están formados por un sistema progradante de cuatro unidades de restinga (Fig. 1). Este sistema progradante responde a una estabilización eustática y nos permite reconocer en estos depósitos el cortejo sedimentario del nivel del mar alto. El estudio morfosedimentario de las cuatro unidades de restinga muestra que todas ellas se desarrollaron de Norte a Sur, a partir de la desembocadura del río Turia. Las tres primeras no sobrepasaron una posición un poco más al sur del Palmar por lo que no debieron cerrar la Albufera; la cuarta, la más reciente, permitió aislar la laguna en época histórica. Estas cuatro unidades de playa – barrera identificadas en la restinga actual son las mismas (H1, H2, H3 y H4) que las descritas por Somoza et al. (1998), en el Delta del Ebro y Zazo y Goy (2000) en el Golfo de Cádiz. La datación que hemos obtenido en el intervalo entre las dos primeras y las dos segundas es de 3.220 ± 40 años (BP). En él hay un período de tiempo no registrado por sedimentos. De acuerdo con este dato y correlacionando las cuatro unidades con las de Zazo y Goy (2.000), la primera barra (que aflora solo localmente en el sector norte) se desarrolló entre 6.250 y 4.700 años BP. La segunda entre 4.400 y 2.700 años BP, la tercera entre 2.500 BP y el año 1.200 (AD). La última, la actual que

individualiza el lago de la Albufera, es posterior al año 1.200 (AD).

**Conclusiones**

En el ámbito de la Albufera de Valencia el registro sedimentario reciente muestra una única secuencia deposicional de edad Holocena, dispuesta discordantemente sobre el Pleistoceno. Los materiales del Holoceno inferior constituyen parte del cortejo sedimentario transgresivo y están representados por depósitos de un sistema albufera – restinga existente durante la transgresión Flandriense. La máxima inundación en el Flandriense no superó, hacia el Oeste, el límite interno de la actual restinga. Los depósitos del Holoceno superior muestran el desarrollo de una isla–barrera compuesta por cuatro unidades de playa que han progradado hacia el Este. Este sistema progradante se estableció a partir de 6.250 ± 40 años BP y representa el cortejo del nivel alto del mar.

**Agradecimientos**

El presente trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto VARECOMED (REN2002-03272). Los autores agradecen a la Oficina Técnica de la Devesa y Albufera, la cesión de los testigos de los sondeos del Palmar y El Pujol, y a Francesc Burjachs (Universitat Rovira i Virgili) la concen-

tración polínica para la realización de las dataciones radiocarbónicas.

**Referencias**

Athersuch, J.; Horne, D.J. y Whittaker, J.E. (1989). *Marine and Brackish water ostracods*. Synopses of the British Fauna (New Series), no. 43, 344 p.

Carmona P. y Ruiz J. M. (1999). En: Sanjaume, E. y Mateu, J. F. (Eds.) *Geoarqueología i Quaternari litoral*. Universitat de València, 321-330.

Fontes, J.C. y Gasse, F. (1991). *Hydrobiologia*, 214: 367-72.

Goy, J. L., Vegas Martínez, R. y Zazo Cardaña, C. (1974). *Mapa y memoria explicativa de la hoja 722 (Valencia) del mapa Geológico nacional a escala 1:50.000*. IGME.

Goy, J. I.; Rey, J.; Díaz, V. y Zazo, C. (1987). *III Reunión Geología ambiental y ordenación del territorio*, 2: 1369-1381.

Griffiths H.I. y Holmes, J.A. (2000). *Non-marine Ostracods and Quaternary Palaeoenvironments (Technical Guide N° 8)*, Quaternary Research Association: London. 120 p.

Heip C. (1976). *Oecologia* 24, 229-245.

Keatings, K.W.; Hawkes, I.; Holmes, J.A.; Flower R.J.; Leng, M.J.; Abu-Zied R.H.; y Lord, A. R. (2007). *Journal of Paleolimnology*. 38 (2): 261-283.

Kilenyi T.L. (1972) *Micropaleontology*, 18: 47–63.

Meisch C. (2000). *Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe*. (Süüawasserfauna von Mitteleuropa 8/3). Spektrum Akademischer Verlag, Heildeberg. 522 p.

Poquet, J.M.; Mezquita, F.; Rueda, J. y Miracle, M.R. (2008). *Aquatic conservation marine and freshwater ecosystems*. Volumen: 18. Issue: 3. 280-296.

Ríos Aragüés, L. M., Beltrán Cabrera, y F. J., Zapatero Rodríguez, M. A. (1980). *Mapa y memoria explicativa de la hoja 747 (Sueca) del mapa Geológico nacional a escala 1:50.000*. IGME.

Roselló, J. V. (1972). *Cuadernos de Geografía*, 11, 7-25.

Somoza, L., Barnolas A., Arasa A., Maestro, A., Rees, J. C., y F.J. Hernandez-Molina, F. J. (1998). *Sedimentary Geology*. 113:11-32.

Ruiz, J. M. y Carmona P. (1999). *Geoarqueología i Quaternari litoral*. Universitat de València, 254-255.

Ruiz, J. M. y Carmona P. (2005). En: Sanjaume, E. y Mateu, J. F. (Eds.) *Geomorfología litoral i Quaternari*. Universitat de València, 399-418.

Zazo, C. y Goy, J. L. (2000). En: de Andrés, J. R. y F. J Garcia, (Eds.) *Geomorfología litoral*. IGME, 187-197.