

# Turbiditas carbonatadas del Eoceno medio en Punta Galea, Arco Vasco: contenidos de $\text{CaCO}_3$ , presencia de restos vegetales continentales y silicificaciones selectivas

*Middle Eocene carbonate turbidites in Punta Galea, Basque Arc: contents of  $\text{CaCO}_3$ , continental plant remains and selective silicifications*

Jaione Soraluze, Amaia Ordiales, Zalacain Uriel, Jon Nuñez, Haizea Castilla, Leyre Gallo, Nagore Pastor y Javier Elorza

Departamento Mineralogía y Petrología, Universidad del País Vasco, Apdo.644; 48080 Bilbao, España.  
josejavier.elorza@ehu.es

## ABSTRACT

The Punta Galea sea-cliff exposes three different sections composed of carbonate turbidite layers from the Middle Eocene of the deep Basque Arc domain. The study of 258 high-resolution  $\text{CaCO}_3$  analyses permit us to disclose: a) a slight upwards increase of  $\text{CaCO}_3$  contents, likely reflecting a short marine water warming episode; b) an erratic trend in carbonate content of the marl and limestone beds while a clear decrease is observed from bottom to top of calcarenite beds. Also, the occurrence of small oriented continental plant remains, local presence of amber fragments and the selective silicification of resedimented nummulite shells are discussed.

**Key-words:** Basque Arc, carbonate turbidites, middle Eocene, plant remains, silicifications.

## RESUMEN

En los acantilados de Punta Galea (NE, Bilbao), se han estudiado tres pequeñas secciones de turbiditas carbonatadas (Eoceno medio), pertenecientes al dominio profundo del Arco Vasco. Análisis calcimétricos de alta resolución ( $n=258$ ) señalan: a) un ligero aumento en  $\text{CaCO}_3$  hacia el techo, indicativo de una evolución temporal hacia aguas marinas más cálidas; b) una imprecisa evolución composicional intra-lecho de las margas y calizas frente al decrecimiento neto de muro a techo en las calcarenitas. También, han sido objeto de estudio los restos vegetales orientados, la ocasional presencia de ámbar y la selectiva silicificación de las conchas de los nummulítidos resedimentados.

**Palabras clave:** Arco Vasco, turbiditas carbonatadas, Eoceno medio, restos vegetales, silicificaciones.

Geogaceta, 52 (2012), 69-72.  
ISSN 2173-6545

Fecha de recepción: 14 de febrero de 2012  
Fecha de revisión: 26 de abril de 2012  
Fecha de aceptación: 25 de mayo de 2012

## Introducción

La potente secuencia sedimentaria (>2200 m) de edad Eoceno inferior-medio, presente en los acantilados de Aizkorri-Punta Galea (NE de Bilbao), viene siendo intensamente estudiada en estas últimas décadas por diferentes autores. En la parte más alta de la secuencia, destacan potentes megabrechas carbonatadas que interrumpen la habitual sedimentación constituida por pares hemipelágicos de marga-caliza (M-C), junto con numerosos lechos turbidíticos (Pujalte *et al.*, 1997). Pese a la aparente monotonía de la serie, y en un intento de correlación con cambios globales climáticos, Payros *et al.* (2006) diferenciaron seis

intervalos, mediante una estimación semicuantitativa de pasadas turbidíticas. Así, establecieron tres "intervalos ricos en lechos turbidíticos", con una abundancia media superior al 20%, situados en *Lowstand system tracts* (LST). Los otros tres corresponden a "intervalos pobres en lechos turbidíticos" con valores medios por debajo del 10%.

En este trabajo nos hemos centrado en una sección, perteneciente a la parte superior del "tercer intervalo rico en lechos turbidíticos" a fin de determinar las variaciones de espesor, tanto de los pares hemipelágicos como de las turbiditas carbonatadas, y su evolución composicional en  $\text{CaCO}_3$  (alta resolución  $\approx 1$  análisis/2 cm).

También han sido objeto de nuestra atención la presencia de macroforaminíferos (nummulítidos), afectados por una silicificación selectiva y restos vegetales carbonizados, todos ellos incluidos en los lechos turbidíticos.

## Situación geológica

Los materiales reconocidos en Punta Galea (PG) fueron depositados en un ambiente de cuenca profunda y posteriormente plegados/ fracturados por la orogenia alpina. Conforman el flanco SW del Sinclinorio de Bizkaia, muy cerca de su eje, con direcciones de  $N120^\circ E$ , y, pertenecen al Dominio del Arco Vasco, dentro de la Cuenca

Vasco-Cantábrica (CVC). Concretamente, se corresponden con la biozona *Globigerinatheka subconglobata* del Luteciense medio (Orue-Etxebarria *et al.*, 1984).

**Materiales y metodología**

La serie PG estudiada se encuentra en posición normal y alcanza una potencia total de 47 m. Está mayoritariamente formada por pares de M-C, pero es continuamente interrumpida por turbiditas carbonatadas de espesores variables (desde pocos cms hasta 2 m). Para su análisis pormenorizado, han sido seleccionadas tres pequeñas sub-secciones. La PGI (1,24 m), formada por pares M-C de tonos grises y por lechos de calcarenitas turbidíticas, corresponde a la parte más baja de la serie estudiada. Inmediatamente por encima, la PGII, con pares M-C y también con interrupciones turbidíticas, alcanza una potencia de 2,66 m. La más alta, PGIII (1,65 m), está alejada de las anteriores y es la que presenta los contactos entre pares M-C con calcarenitas más netos (Fig. 1). Se han realizado calcimetrías (n=258), análisis por DRX, catodoluminiscencia, microscopía electrónica de barrido (MEB) y convencional con la metodología habitual. Además, se han determinado los microforaminíferos extraídos en las margas por medio de levigados.

**Resultados**

Las potencias y los valores medios (% CaCO<sub>3</sub>) de los lechos de margas, calizas y calcarenitas analizadas en las tres secciones, se indican en la Tabla I. La serie PG contiene 21 lechos turbidíticos (>10 cm potencia), que llegan a sumar 7,20 m, lo que supone una abundancia media del 19%. Estos valores nos sitúan en el límite de las variaciones volumétricas establecidas por Payros *et al.* (2006), propias de un intervalo rico en turbiditas (Fig. 1). Asimismo, la Fig. 1 muestra los trazados de alta resolución, con las variaciones del % CaCO<sub>3</sub> obtenidos en las mismas secciones. El análisis por MEB confirma cómo la matriz carbonatada, aunque modificada por la cementación y compactación, está compuesta de cocolitos mezclados con micas detríticas y microforaminíferos. Han sido determinados los géneros *Globigerinatheka*, *Truncorotaloides* y *Hantkenina* propios del Eoceno medio además de *Subbotina*, *Acarinina*, *Morozovella* y

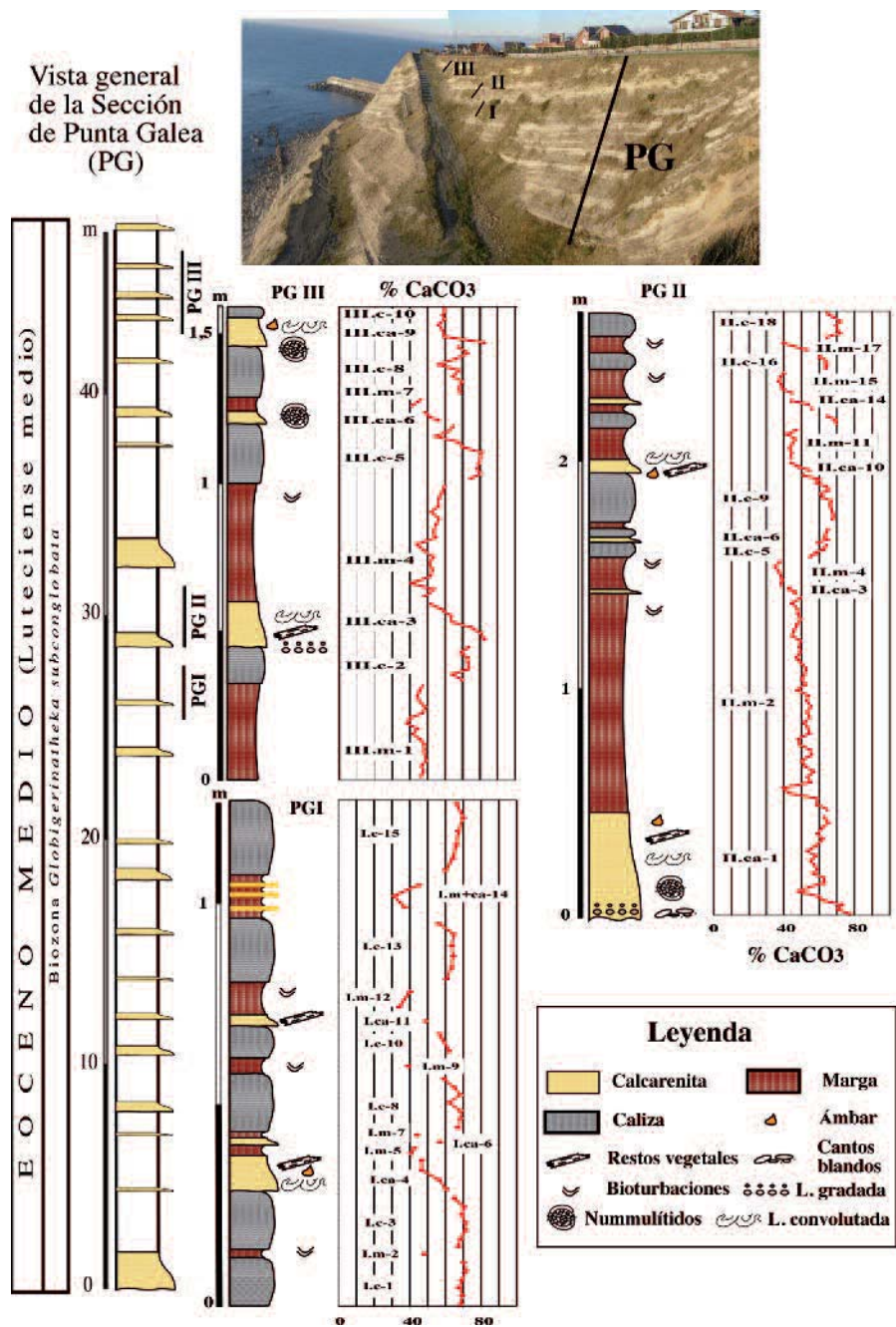


Fig. 1.- Secciones PG1, PGII y PGIII estudiadas en Punta Galea. Explicaciones en el texto.

Fig. 1.- Outcrop view of the Punta Galea section and general and partial lithostratigraphic logs (PGI, PGII and PGIII) described in text.

*Pseudohastigerina*. En la Tabla II se comparan los contrastes composicionales medios (Δ) obtenidos entre los subpares marga (M) y caliza (C) del Eoceno medio frente a los del Maastrichtiense y Daniense de la CVC. Además, las silicificaciones selectivas sufridas por las conchas de los nummulíticos y la carbonización de los restos vegetales resultan evidentes en MEB (Figs. 2 y 3).

**Discusión**

*Contenidos en % CaCO<sub>3</sub>*. A medida que ascendemos en la serie es detectable un ligero aumento de los valores medios en las margas (40 → 47 → 49%), calizas (66 → 64 → 69%) y calcarenitas (56 → 57 → 63%), desde la sección PGI hasta la PGIII (Tabla I). A pesar de encontrarnos en el "tercer in-

Sección PG III (1,65 m)	% CaCO <sub>3</sub>
Marga (n=38)	49,2±5,1
Caliza (n=30)	68,8±6,9
Turbidita (n=15)	63,3±11,4
<b>Sección PG II (2,66 m)</b>	
Marga (n= 62)	47,6±6,5
Caliza (n= 33)	64,5±4,7
Turbidita (n=30)	57,5±8,3
<b>Sección PG I (1,24 m)</b>	
Marga (n= 9)	39,8±5,1
Caliza (n= 34)	66,0±4,3
Turbidita (n= 7)	51,6±6,0
<b>valores medios:</b>	
<b>marga (n=109)</b>	<b>47,5</b>
<b>caliza (n=97)</b>	<b>66,4</b>
<b>turbidita (n=52)</b>	<b>58,4</b>
<b>total de muestras analizadas: 258</b>	

Tabla I.- Valores medios (%) CaCO<sub>3</sub>.  
Table I.- Mean values (%) CaCO<sub>3</sub>.

tervalo rico en lechos turbidíticos”, situado en un LST y considerado como perteneciente a un periodo climático más frío, este incremento en el % CaCO<sub>3</sub> apunta, al menos en los metros analizados, hacia aguas marinas más cálidas.

El corte PGI, con una potencia de 1,24 m, está formado por 15 lechos de margas, calizas y calcarenitas. Los lechos son excesivamente delgados, lo cual no permite obtener un número suficiente de análisis y confirmar una neta tendencia evolutiva en su trazado composicional. Las calizas mantienen regularmente los valores, decreciendo en los puntos extremos de techo y muro; en las delgadas margas no es posible su valoración y únicamente en las calcarenitas se aprecia una tendencia a bajar hacia techo (ver I.ca-4).

El corte PGII, con una potencia de 2,66 m, está formado por 18 lechos. Fue escogido por un mayor desarrollo de la calcarenita (II.ca-1) y marga (II.m-2). Se aprecia cómo en la citada calcarenita hay una caída considerable en el tramo basal (Ta, Bouma),

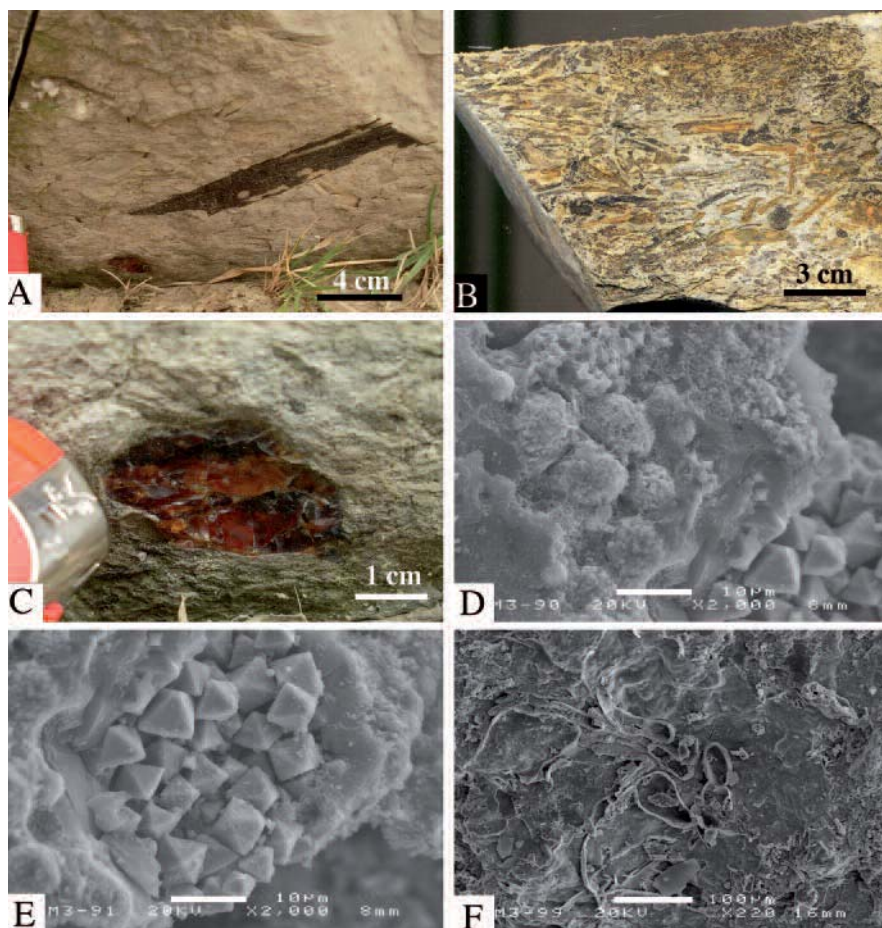


Fig. 2.- Ejemplos de restos vegetales (A, B), ámbar (C), piritas framboidales (D, E) y óxidos de alteración (F). Explicaciones en el texto.

Fig. 2.- Close-up view of plant remains (A, B) and amber (C), Framboidal pyrite (D, E) and ferrous oxides (F) under SEM. See explanations in text.

para luego mantenerse, con ligeras variaciones, en torno al 60% hasta su techo. La marga (II.m-2) dibuja una caída en los primeros análisis y suavemente va perdiendo contenido hasta llegar a techo. Las siguientes margas ofrecen unos valores menores hacia el techo (II.m-4), semejantes en su contenido en la II.m-11 o como en la II.m-15, con unos mínimos en su centro. Las calcarenitas situadas por encima, de menor grosor, mantienen la tendencia a perder

contenido hacia techo (II.ca-10 y ca-14).

El corte PGIII, con una potencia de 1,65 m, está formado por 10 lechos. Las margas con suficiente grosor marcan curvas de caída hacia el centro y recuperación a techo (III.m-1; m-4); mientras que las calizas apuntan unos máximos fluctuantes en su centro. Las calcarenitas tienen valores superiores en su muro y disminuyen hacia techo (III.ca-3; ca-6 y ca-9), debido a la acumulación en su base de bioclastos calcáreos.

Los contrastes composicionales medios (Δ) obtenidos entre los subpares (C) y (M) alcanzan un valor próximo a 20%, lo que apunta a una etapa de estacionalidad menos marcada, sin fuertes diferencias como los reconocidos durante el Daniense (Δ ≈ 50%) o de mínimos (Δ ≈ 11%) en el Maastrichtiense superior (Tabla II).

Presencia de restos vegetales continentales y de ámbar. La mayoría de los lechos turbidíticos contienen una gran cantidad de restos vegetales carbonizados de formas alar-

Cuenca Vasco-Cantábrica	%CaCO <sub>3</sub>			Autores
	caliza (c)	marga (m)	(c - m)	
Edades				
Eoceno medio	n = 97 66,4%	n = 109 47,5%	Δ ≈ 20	este trabajo
Daniense	n = 317 89,1%	n = 11 39,4%	Δ ≈ 50	Domínguez <i>et al.</i> (2007)
Maastrichtiense superior	n = 82 55,4%	n = 68 44,7%	Δ ≈ 11	Iridoy <i>et al.</i> (2010)
Maastrichtiense inferior	n = 90 67,3%	n = 90 51,7%	Δ ≈ 16	Álvarez-Llano <i>et al.</i> (2006)

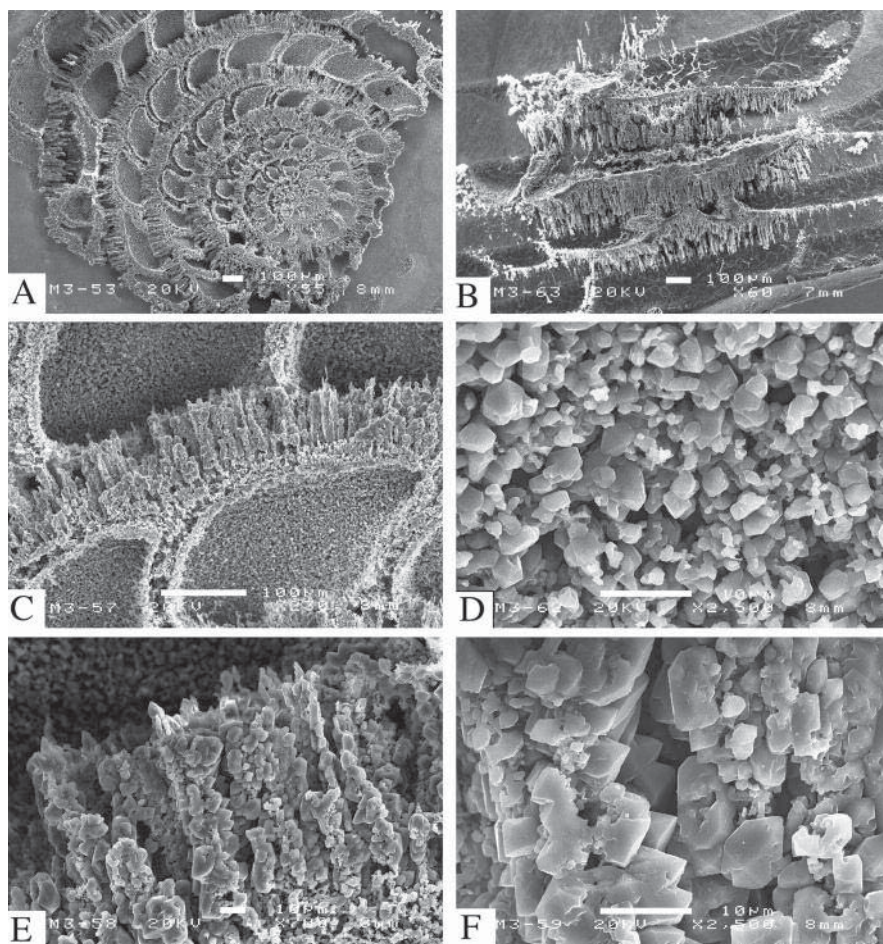
Tabla II.- Contrastes composicionales en % CaCO<sub>3</sub> de diferentes edades estudiadas.  
Table II. Compositional contrast CaCO<sub>3</sub> from different ages studied.

gadas y tamaños variables (eje mayor < 3 cm y anchura < 4 mm), con una cierta orientación (N-S) de su eje mayor (Figs. 2A-B), coincidentes con las medidas de paleocorrientes realizadas en el sedimento (Pujalte *et al.*, 1997). El ámbar encontrado resulta escaso en estas facies y por primera vez ha sido reconocido micro y macroscópicamente (<3 cm), con su llamativo color caramelo (Fig. 2 C), lo cual confirma la procedencia continental de los restos vegetales. La fragmentación y mala conservación de los restos no permite su determinación exacta (com. pers. C. Diéguez). Tampoco las imágenes con el microscopio petrográfico y MEB permiten apreciar rasgos definitorios en las masas compactas y opacas sin microestructuras. Es visible su alto grado de piritización, con la formación de abundantes agregados de piritita framboidal (formas octaédricas) producidas durante el proceso de sulfato-reducción bacteriana y la posterior alteración a óxidos de hierro (Figs. 2 D-F).

*Silicificaciones en nummulítidos.* Las partes basales de las turbiditas más potentes, limitadas por netas superficies erosivas, suelen incorporar fragmentos o ejemplares completos de nummulítidos (assilinas, nummulites y operculinas), que forman un *rudstone* de 1-2 cm de potencia. Además, hay una proporción elevada de "cantos blandos" (*rip-up muddy clasts*) individualizados. Los nummulítidos, procedentes de la plataforma, quedaron recubiertos ocasionalmente por esponjas calcáreas. La silicificación, siempre selectiva, nunca afecta a la totalidad de la concha; son visibles en las paredes con formas de agregados botroidales (cuartzina-lutecita), indicativas de una alta concentración de sílice. A medida que las concentraciones disminuyen aparecen conjuntos asociados de megacuarzos (> 20 micras). Mediante MEB, se aprecia un desarrollo de agregados de megacuarzo (con disposición estalactítica). En las pequeñas cámaras se produce una cementación formada por micro-cuarzos bipiramidales y en menor medida por calcita espática *equant* (Figs. 3 A-F).

## Conclusiones

En la serie PG, el análisis de alta resolución señala una tendencia al aumento hacia el techo del contenido medio (%CaCO<sub>3</sub>), en las calcarenitas turbidíticas,



**Fig. 3.- Silicificaciones parciales en los nummulítidos. Explicaciones en el texto.**

*Fig. 3.- Partial silicifications in the nummulitides. See text.*

calizas, y margas estudiadas. Ello es indicativo de una evolución paleoclimática hacia aguas marinas más cálidas. La delgadez de los lechos imposibilita establecer con certeza la evolución composicional intra-lecho. Solamente en los lechos turbidíticos se aprecia una clara disminución hacia techo en el contenido del %CaCO<sub>3</sub>. En la mayoría de las calcarenitas se detecta la presencia de gran cantidad de pequeños restos vegetales orientados (N-S) de procedencia continental, no clasificados, y la ocasional presencia de ámbar micro y macroscópico. Durante la diagénesis, tuvo lugar en las conchas de los nummulítidos una silicificación selectiva, con variedades fibrosas de la sílice (cuartzina-lutecita), además de megacuarzos con una disposición estalactítica y rellenando las cámaras cuarzoes bipiramidales.

## Agradecimientos

Este trabajo se realizó como ejercicio práctico en la asignatura «Trabajos de Campo en Petrología Sedimentaria» impartida por J. Elorza en

el curso 2010-11 en la UPV/EHU. Agradecemos a E. Apellaniz (UPV/ EHU) su fundamental ayuda en la determinación micropaleontológica y J. Tosquella (U. de Huelva), por sus aclaraciones sobre los nummulítidos. También a J.P. Calvo y M. Segura por sus observaciones que sin duda han mejorado el texto.

## Referencias

- Alvarez-Llano, I., Bager, A., Martínez López de Sabando, M., Mugica, J., Pérez-García, J.R., Unanue, L. y Elorza, J. (2006). *Geogaceta*, 39, 131-134.
- Domínguez, E., Echeberria, J., Gómez-Urtasun, I., Ibisate, R., Martínez-García, B. y Elorza J. (2007). *Geogaceta*, 41, 67-70.
- Iridoy, P., Zudaire, S., Azaguirre, M., Dorronsoro, A., Olano, G., Beriain, E., Usarbarrena, A. y Elorza, J. (2010). *Geogaceta*, 49, 91-94.
- Orue-Etxebarria, X., Lamolda, M. y Apellaniz, E. (1984). *Revista Española de Micropaleontología*, 16, 241-263.
- Payros, A., Orue-Etxebarria, X. y Pujalte, V. (2006). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 234, 258-276.
- Pujalte, V., Payros, A., Orue-Etxebarria, X. y Baccata, J.I. (1997). *Geogaceta*, 22, 169-172.