

Turbiditas carbonatadas en la Playa de Muriola (Barrika, Arco Vasco): edad, deformación, contenidos de CaCO_3 y presencia de barita diagenética

Carbonate turbidites in the Muriola beach (Barrika, Basque Arc): age, soft-sediment deformation, contents of CaCO_3 and diagenetic barite occurrence

Virginia Alonso de Linaje, Bárbara Fernández-Lerín, Jon Apodaca, Ander Biain, Esther Jaca, Sergio Hernández-Martín y Javier Elorza

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

ABSTRACT

The Playa de Muriola sea-cliff exposes three different sections of carbonate turbidite layers from the Early Turonian of the deep Basque Arc domain. High-resolution analysis (% CaCO_3) of the turbidites (calcarenites and marls) points out: a) a major CaCO_3 content in calcarenites than in marls; and b) a decrease tendency in carbonate content from the bottom towards the top of the calcarenite bed. We confirm an intense soft-sediment deformation (simple-double wedges, deformation bands, shear vein systems, etc.). Also, the presence of a small anoxic event, red-marls corresponding to the Cretaceous oceanic red beds (CORB's) and an unusual barite (BaSO_4) nodules are discussed.

Key words: Basque Arc, Turonian, carbonate turbidites, soft-sediment deformation, barite.

Geogaceta, 47 (2009), 69-72
ISSN: 0213683X

Introducción

En este trabajo, nos centramos en tres fragmentos de la serie turbidítica plegada, expuesta en los acantilados de la playa de Muriola (Barrika, 20 km al NE de Bilbao). A pesar de las numerosas investigaciones efectuadas en la Formación de Plentzia, sus afloramientos en esta pequeña playa (<80 m longitud) no han recibido una atención específica. En ella, concurren mayoritariamente turbiditas grises carbonatadas donde hemos realizado un análisis calcimétrico (% CaCO_3) de alta resolución; es visible un evento de anoxia y un pequeño depósito de margas rojizas, con delgadas pasadas de turbiditas grises. La mayoría de los lechos turbidíticos muestran los efectos de una deformación muy temprana (*soft-sediment deformation*), previa a la deformación principal alpina. Además hay pequeños nódulos dispersos de barita (BaSO_4) diagenética. El tramo ha sido datado como Turoniense inferior.

Contexto Geológico

Los materiales estudiados aparecen en una serie estratigráfica no continua, separada por fallas, asignados a la parte basal de la Formación de Plentzia

(Cenomaniense medio-Santoniense final), incluida en el llamado Dominio del Arco Vasco en la Cuenca Vasco Cantábrica (CVC). Han sido generados en un ambiente de cuenca profunda. Se disponen en el flanco NE del Sinclinatorio de Bizkaia, con direcciones locales de $\text{N}90^\circ \text{E}$ y están asociados a una zona de fuerte plegamiento tipo *chevron*.

Materiales y Metodología

Los materiales escogidos corresponden a tres pequeñas secciones dentro de la serie general: a) «Sección A» de 1,25 m, se dispone en posición normal, corresponde a las turbiditas carbonatadas grises de la Formación de Plentzia, en su parte basal. Hemos analizado dos lechos de turbiditas completas formadas por calcarenitas finas (TA-1, TA-2) y margas (MA-1, MA-2) y una parcial (TA-3). Los lechos calcareníticos presentan laminaciones (paralelas y cruzadas) y una gran cantidad de deformaciones tempranas. En las litologías margosas con laminación paralela quedan amortiguadas y no son visibles estas deformaciones (Fig. 1). b) «Sección B» de 1,5 m en posición normal, constituida por margas hemipelágicas, de tonos rojizos donde se intercalan 11 niveles delgados (<2 cm) y

medianos (2-5 cm) de calcarenitas turbidíticas (TB-1 a TB-11), con laminaciones paralelas y cruzadas. Las margas rojizas son «blanqueadas» irregularmente a techo y muro en contacto con los lechos turbidíticos (Fig. 2). No es visible ningún tipo de macrofósil y se aprecian huellas de muro. Las fallas normales con estructuras de reactivación, estilolitos, bandas de deformación, venas de extensión, cuñas tectónicas y pliegues de acomodación son comunes. c) «Sección C» aparentemente es la más antigua, corresponde exclusivamente a una turbidita carbonatada gris (Ta-d) de 2,80 metros en posición normal, que resalta del resto de la serie por su potencia y por presentar una secuencia completa. Se inicia con una delgada calcirrudita (*cr*) relevada por una potente calcarenita (TC-1), además de la marga (MC-1) que completa el episodio (Fig. 3). En las turbiditas más delgadas infrayacentes (10-15 cm), y específicamente en las margas aparecen escasos, dispersos y pequeños nódulos de barita diagenética, además de cristales de pirita y numerosos rastros de *Chondrites* de tonos oscuros. En el muro de las *ca* son evidentes huellas orgánicas no bien determinadas. Por encima de la turbidita principal (Ta-d), se repiten las turbiditas delgadas con evidencias de un evento

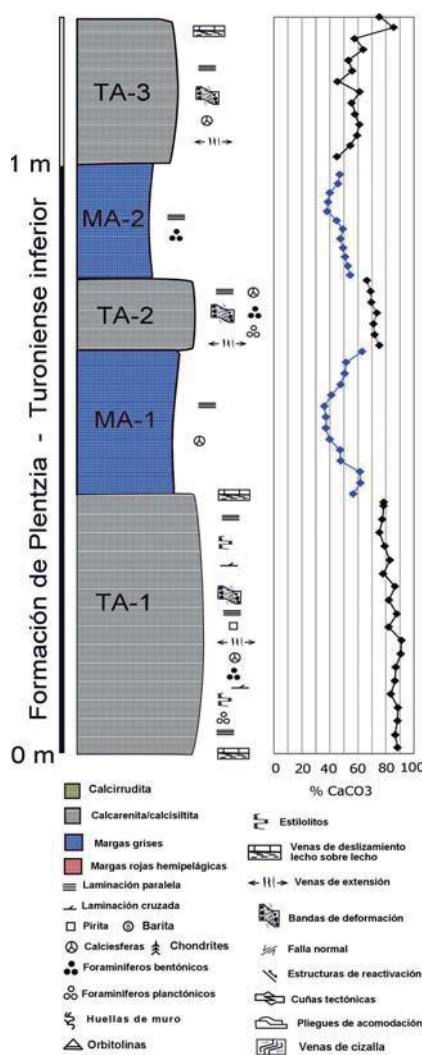


Fig. 1.- Columna «Sección A».

Fig. 1.- «Section A» column.

«anóxico» en las margas, donde sus finas laminaciones oscuras no presentan bioturbación. Las calcimetrías realizadas por el método de Bernard, con un calcímetro automático, difracción de Rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB), catodoluminiscencia (CL) y análisis micropaleontológico han sido las técnicas de laboratorio utilizadas para completar el trabajo (para más información Álvarez-Llano *et al.*, 2006).

Resultados

Los valores medios y desviación estandar de las 203 calcimetrías (% CaCO₃), realizadas se reparten en 67 análisis en la «Sección A», 61 en la «Sección B» y 73 en la «Sección C» (ver Tabla I).

El análisis por DRX nos confirma que las fases minerales corresponden a calcita mayoritariamente y minoritariamente cuarzo, plagioclasa, feldespato, micas y arcillas como la caolinita e illita/smectita.

En las facies rojas son detectables todas las fases anteriores más hematites. La barita ha sido también identificada. El análisis por MEB nos muestra restos de micas detríticas, e illita como producto de alteración diagenética. Mediante el estudio micropaleontológico podemos decir que en la «Sección C» están presentes las especies planctónicas *Marginotruncana pseudolineaina*, *Marginotruncana renzi* y *Helvetoglobotruncana prahelvetica* indicativas una edad de Turoniense inferior. En la «Sección B» se encuentran *Dicarinella hagni* y *Dicarinella canaliculata* y en la «Sección A» abundan *Marginotruncana pseudolineaina*, *Helvetoglobotruncana prahelvetica* junto con *Dicarinella hagni* y *Dicarinella canaliculata* indicando también una edad Turoniense inferior. El nivel del pequeño «Evento Anóxico» resultó ser azoico.

Discusión

Contenidos en % CaCO₃

En las tres secciones (Figs. 1-3), las margas *m* presentan unos valores medios (% CaCO₃) siempre inferiores a los obtenidos en las calcarenitas *ca* con notables diferencias (Tabla I). El alto contenido en CaCO₃ en las *ca* queda justificado por la presencia en ellas de componentes carbonatados mayoritarios (bioclastos y cemento), frente a la mayor concentración arcillosa en las *m*. Por otro lado, las curvas de alta resolución en %CaCO₃ (≈2 cm/muestra) señalan diferentes tendencias. En la «Sección A» los valores de las *ca* van disminuyendo suavemente de muro a techo (ver TA-1 y TA-2), mientras que la TA-3 presenta un trazado más irregular y contrario. Además, los valores medios indican unas fuertes variaciones desde 83,6 pasan al 70,6 y llegan al 59,4%. Las *m* (MA-1 y MA-2) responden con valores medios casi idénticos (47,8 y 47,5%, respectivamente) (Tabla I). Ambos lechos dibujan una ligera disminución desde el muro hacia la zona central y la consiguiente recuperación hacia techo (Fig. 1).

En la «Sección B», no es posible observar una tendencia clara en % CaCO₃ en las margas rojas consideradas hemipelágicas, dadas las interrupciones que se producen por las pasadas turbidíticas incorporadas. Si aceptamos que las margas rojas constituyen un depósito lento pero continuo apreciamos disminuciones y aumentos en el contenido en carbonato. Los valores medios son bajos (36,1%) frente a los obtenidos en los *ca* de mediana potencia (81,8%) y delgados (58,2%) intercalados con ellas. En al-

gunas *ca* de mediana potencia (TB-3 y TB-11), se observa una disminución hacia techo en la concentración del CaCO₃ y en otros no es posible ver esta tendencia influenciada con las diferentes laminaciones paralelas y cruzadas que existen en la *ca* (Fig. 3).

En la «Sección C» constituida por una secuencia completa de Bouma (Ta-d) y litológicamente por *cr-ca* y *m* la evolución es regular. La parte de la *ca* tiene unas ligeras variaciones entre el 70%, con caídas puntuales cercanas al 60%; los valores medios de las 36 muestras alcanzan un 74,6% en la *ca*, mientras que la *cr* presenta un valor menor (72,2%), dada la mayor cantidad de terrígenos. Respecto a la marga gris de una potencia analizada de 1,30 m, los valores obtenidos son también regulares (63,6%). La explicación para la pérdida en carbonato, podría justificarse por una mayor concentración de bioclastos y precipitación de cemento carbonatado en la base, previo a la compactación.

Comparativamente, los valores obtenidos en las Secciones A y C, no muestran diferencias significativas, con las margas del Maastrichtiense inferior, pues los valores medios de las margas pertenecientes a los pares marga/caliza alcanzan los 51,7%±9,3 (Álvarez-Llano *et al.*, 2006) y las margas asociadas a turbiditas se quedan en el 45,2±10,2 (Pascual-Zabalza *et al.*, 2008). Las *m* rojas de la «Sección B» tienen valores más bajos (36,1%), lo cual nos hace pensar en margas hemipelágicas con un mecanismo de depósito más lento y notablemente diferente al de las turbiditas.

El evento anóxico señalado ha sido analizado de forma somera y los resultado corresponden a valores de 40% CaCO₃, a pesar de su falta de microorganismos carbonatados.

Playa de Muriola (Barrika)	
Sección A	
TA3 (calcarenita fina gris); n= 14	59,4±9,9
MA2 (marga gris); n= 13	47,5±7,6
TA-2 (calcarenita fina gris); n= 7	70,6±2,8
MA1 (marga gris); n=14	47,8±9,0
TA-1 (calcarenita fina gris); n= 19;	83,6±5,1
Valor medio calcarenitas finas; n= 40	72,9±13,2
Valor medio de margas; n= 27	47,6±8,2
Sección B	
Calcarenitas (> 5 cm potencia); n= 16;	81,8±4,5
Calcarenitas delgadas (< 2cm); n= 7	58,2±14,6
Valor medio de margas rojas; n= 38	36,1±5,4
Valor medio de calcarenitas; n= 23	74,6±14,0
Sección C	
Calcirrudita gris (n=3)	72,2±2
Calcarenita gris (n=36)	74,6±4,7
Marga gris (n=34)	63,6±3,7
total muestras analizada = 203	

Tabla I.- Valores medios (%) CaCO₃.

Table I.- Mean values (%) CaCO₃.

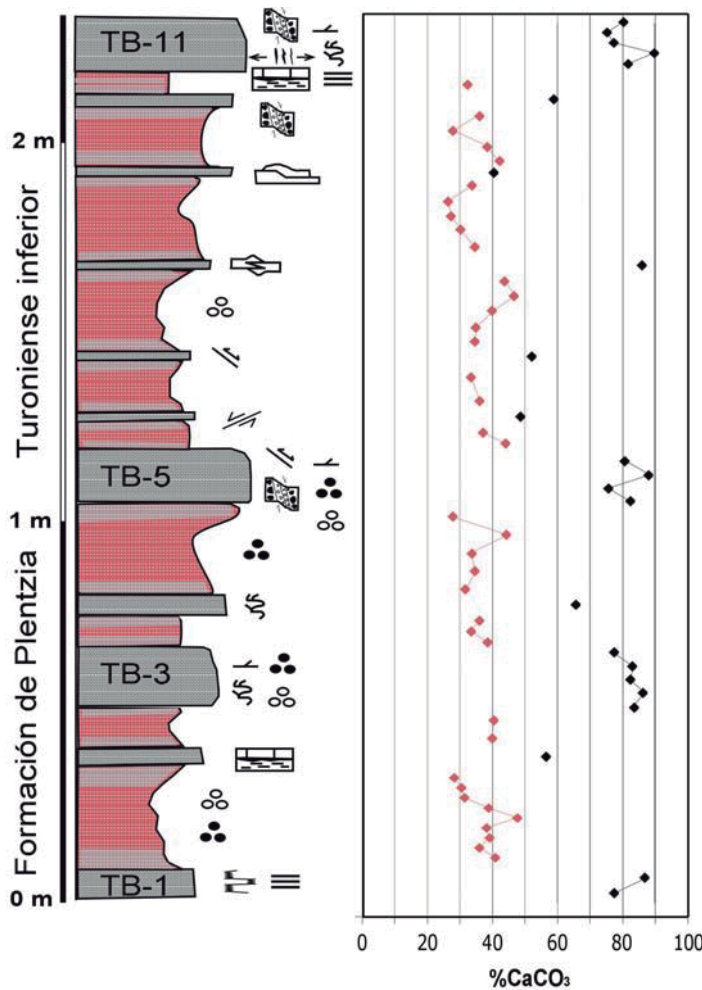


Fig. 2.- Columna «Sección B».

Fig. 2.- «Section B» column.

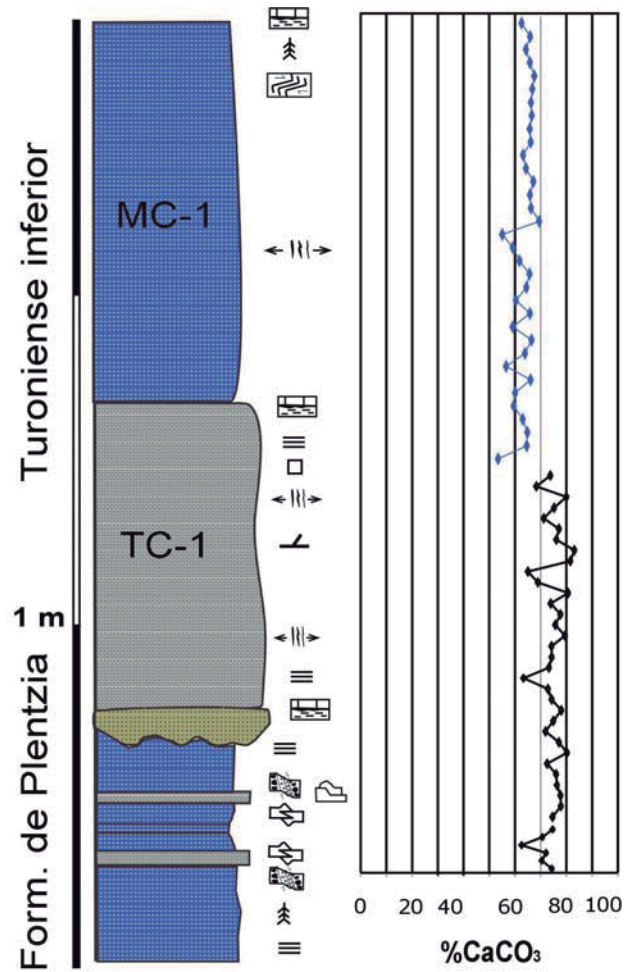


Fig. 3.- Columna «Sección C».

Fig. 3.- «Section C» column.

Deformación del sedimento parcialmente consolidado

El plegamiento alpino generó unos pliegues de gran radio en la CVC, además en esta zona es notorio un plegamiento más apretado tipo *chevron*, con una intensa fracturación. El análisis pormenorizado de los lechos turbidíticos ofrece un número importante de deformaciones intra-lecho que aportan información de su comportamiento durante una etapa temprana de «*soft-sediment deformation*». Así, quedan tempranamente afectados las *ca* por las apretadas bandas de deformación subverticales (Fig. 4A), mientras que en las *m* son mucho menos evidentes (Fig. 4B). Son numerosas las venas de deslizamiento lecho sobre lecho, las venas de cizalla, y venas de extensión rellenas antiaxialmente por calcita (Figs. 4A, D, F). Mención especial merecen las cuñas simples-dobles tectónicas, las estructuras de reactivación y los pliegues de acomodación que se producen en numerosos lechos *ca* (Figs. 4C, E-G). Los estilolitos más desarrollados, con dispo-

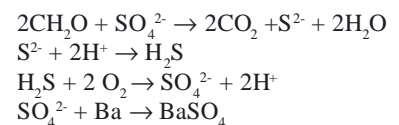
siciones de las columnillas paralelas a la estratificación son dominantes, pero quedan cortados por otros posteriores perpendiculares de menor amplitud (Fig. 4H).

Presencia y origen de barita

Como un hecho singular, se encuentran pequeños nódulos dispersos de barita diagenética por debajo de la «*Sección C*». Los nódulos no superiores a los 2 cm, se disponen en la fracción fina (*m*) de las turbiditas carbonatadas. Su disposición irregular y dispersa invalida su utilización como niveles guía de pausas y discontinuidades en series monótonas (Molina y Hernández-Molina, 1993; Bréhéret y Brumsack, 2000).

Evidencias petrográficas indican cómo la formación de nódulos de barita con estructura fibroso radial, se produce durante la diagénesis temprana, en un ambiente disódico y previamente a la compactación del sedimento. Los cristales aparecen flexionados por la compactación posterior, con evidencias de estilolitización y con pequeños restos

de sedimento y bioclastos incluidos en su interior. La fuente del bario puede proceder bien del agua marina contemporánea y/o de la rápida descomposición de la materia orgánica en un microambiente disódico, la cual produce además sulfuro de hidrógeno para posteriormente oxidarse a sulfato por sulfuoxidación bacteriana y con el bario móvil formar barita, con un decrecimiento-acidificación del pH. Las reacciones pueden ser:



Evento anóxico

Hemos llamado evento anóxico a un tramo de la serie (1,90 m) que se encuentra entre las *Secciones C* y *B*. Comprende margas negras, finamente laminadas y azoicas. Las margas negras engloban intercalaciones de turbiditas *ca* grises, que expanden la potencia real del evento. Los análisis microscópicos realizados y los valores isotópicos del

$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}\text{‰}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}\text{‰}$ del carbonato, así como el $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}\text{‰}$ orgánico (-26,24‰ y -26,07‰), indican las características propias de este ambiente. No ha sido posible correlacionar este evento con un evento de ámbito continental correspondiente al Turoniense inferior.

Origen de las coloraciones rojizas

El depósito de margas rojizas, consideradas hemipelágicas y pertenecientes a un temprano evento de Capas Rojas Oceánicas Cretácicas (CORBs), queda interrumpido por turbiditas (*ca*) grises intercaladas de pequeño y mediano grosor. Situación que es acentuada por el *blanqueamiento* de la marga roja a techo y muro de la *ca*, interpretado por el aporte rápido con suficiente contenido en materia orgánica para producir la descomposición de la misma, y solubilizar la hematites en ambiente reductor, lo que *blanquea* irregularmente las margas rojas infra y suprayacentes. Este efecto ya fue detectado en los materiales del Maastrichtiense inferior, tiene trascendencia paleoclimática y quedó reflejado en el bentos con la disminución notable de los inocerámidos y el grosor de su concha (Santander *et al.*, 2007).

Conclusiones

Los valores medios en % CaCO_3 de las calcarenitas son siempre más altos que los obtenidos en las margas. La alta resolución, ofrece un trazado suavemente descendente de muro a techo en las calcarenitas. La deformación en el sedimento todavía no consolidado es intensa y queda reflejada con diferentes estructuras. Se detecta la presencia nódulos dispersos de barita diagenética temprana, un pequeño evento anóxico y margas rojas hemipelágicas (CORBs), inusuales en ambientes profundos del Turoniense inferior en la Cuenca.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó como ejercicio práctico en la asignatura «Trabajos de Campo en Petrología Sedimentaria» impartida por J. Elorza en el curso 2008-09 en la UPV/EHU. Agradecemos a A. Pascual (UPV/ EHU) su fundamental ayuda en la determinación micropaleontológica y a C. Recio (Univ.

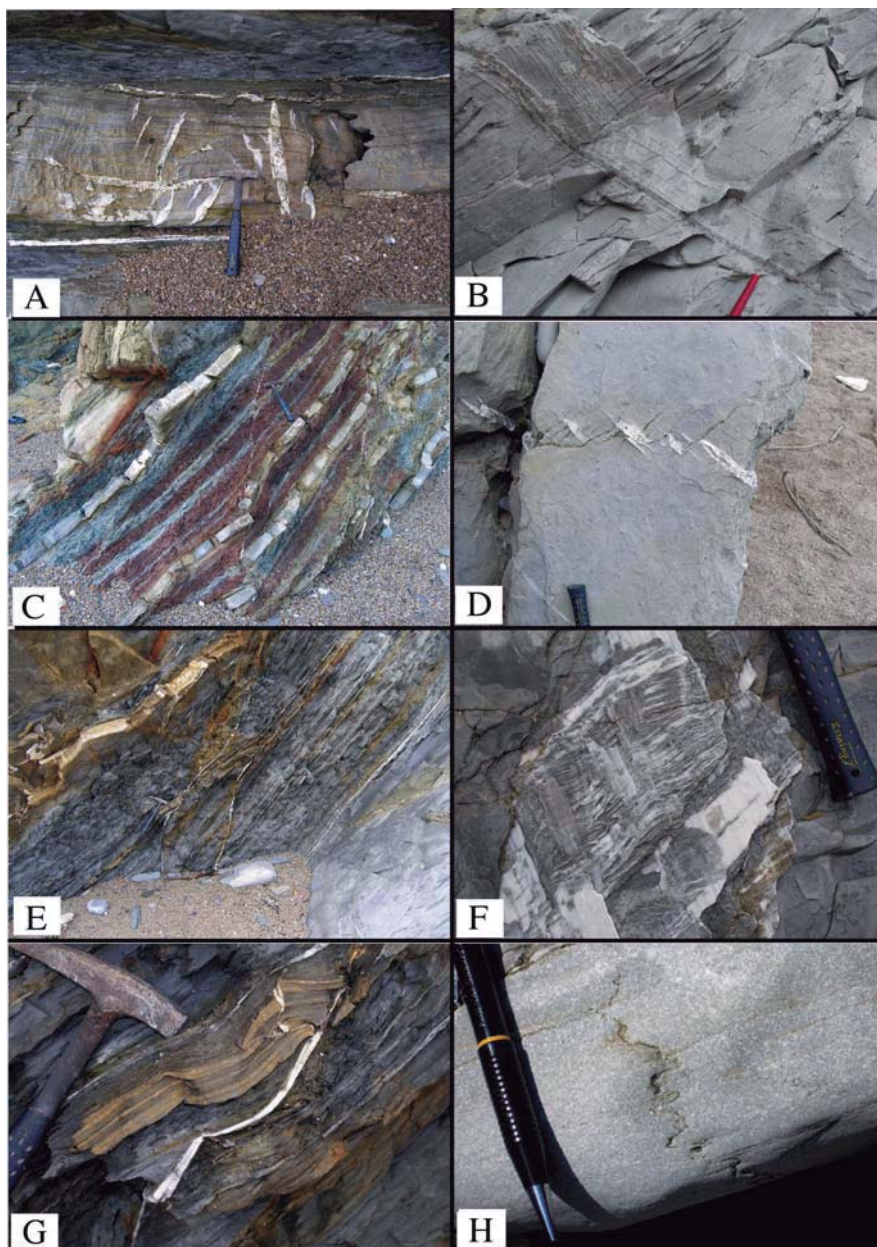


Fig. 4.- Imágenes de la deformación en sedimentos parcialmente consolidado (ver texto).

Fig. 4.- Soft-sediment deformation images (see text).

Salamanca) por los análisis isotópicos aportados. Agradecemos las sugerencias del revisor J.M. Molina que 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.
Bréhéret, J-G. y Brumsack, H-J. (2000). *Sedimentary Geology*, 130, 205-228.

Molina, J.M. y Hernández-Molina, F.J. (1993). *Boletín Geológico y Minero*, 104, 548-573.
Pascual, A. Higuera-Ruiz, R. y Elorza, J. (2005). *Geogaceta*, 38, 107-110
Pascual-Zabalza, B., Portos, O., Epelde, A.M., Jaurena, E., Zugasti, I., y Elorza, J. (2008). *Geogaceta*, 45, 107-110.
Santander, J., Sopelana, A., Ramírez-Rodríguez, J.A., García-Peregrina, I., Castaños, J., Díez-López, A., Perdígón, O. y Elorza, J. (2007). *Geogaceta*, 43, 95-98.