

Parasecuencias Transgresivo-Regresivas en un Cortejo Transgresivo: parte superior de la Fm Utrillas en Olleros de Pisuerga, Palencia

Transgressive-regressive parasequences within a transgressive system tract: upper part of the Utrillas Fm at Olleros de Pisuerga, Palencia

V. Pujalte y S. Robles

Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco. Ap. 644, 48080 Bilbao. victoriano.pujalte@ehu.es y sergio.robles@ehu.es

ABSTRACT

Field and borehole data demonstrate that the well-known fluvial Utrillas Fm of N Spain is part of the transgressive system tract of a major second-order sequence. However, the analysis of its upper part in the Olleros de Pisuerga area (Palencia) and in the Trashaedo-1 borehole reveals the existence of three parasequences indicative of smaller scale transgressive-regressive episodes superimposed on the overall transgressive trend. These transgressive-regressive episodes have resulted in the vertical alternation of two different facies associations, a coarse-grained fluvial association and a finer-grained littoral association, a favourable situation for the development of stratigraphic or mixed hydrocarbon traps that may prove of interest in future subsurface explorations.

Key words: Utrillas Formation, Sequence Stratigraphy, Basque-Cantabrian Basin, Palencia Province

Geogaceta, 44 (2008), 187-190
ISSN: 0213683X

Introducción y situación geológica

La Fm Utrillas es una unidad de carácter eminentemente fluvial ampliamente desarrollada en la denominada Plataforma Castellana (Floquet, 2004; Fig. 1A). En este dominio paleogeográfico la Fm Utrillas aflora en el margen SW de la Cuenca Vasco-Cantábrica, en una estrecha banda de afloramientos paralela al borde sur de la Cordillera Cantábrica y en gran parte de la Cordillera Ibérica, y ha sido atravesada también en numerosos sondeos (Arnáiz *et al.*, 1991). Transversales realizadas en base a datos de afloramiento y subsuelo demuestran que la unidad se depositó contemporáneamente a la transgresión generalizada del Albiense superior-Turonense (Fig. 1B). Es claro por ello que la Fm Utrillas se acumuló en extensas llanuras aluviales costeras, que se desplazaron paulatinamente hacia el interior del Macizo Ibérico en paralelo al avance de la citada transgresión (Fig. 1B). Las citadas transversales muestran además que, en su parte superior, la Fm Utrillas se interdigita con depósitos marino litorales, pero las descripciones detalladas de este tipo de interdigitaciones son escasas. El objetivo de este trabajo es, precisamente, analizar dichas interdigitaciones y explorar su origen y posibilidades.

Este estudio está basado en los datos obtenidos tras un levantamiento detallado del perfil de Olleros de Pisuerga, en el norte de la provincia de Palencia, y en una cartografía a escala 1:5000 del extremo NW del sinclinal de las Tuerces (Figs. 1A y 2A). Se han re-

evaluado además diagraffias de sondeos realizados en la zona, con énfasis en el Trashaedo-1, situado a casi 30 km al EES de Olleros (Fig. 1A). Paleocorrientes medidas en Olleros indican un transporte hacia el NE, por lo que los afloramientos del NW de las

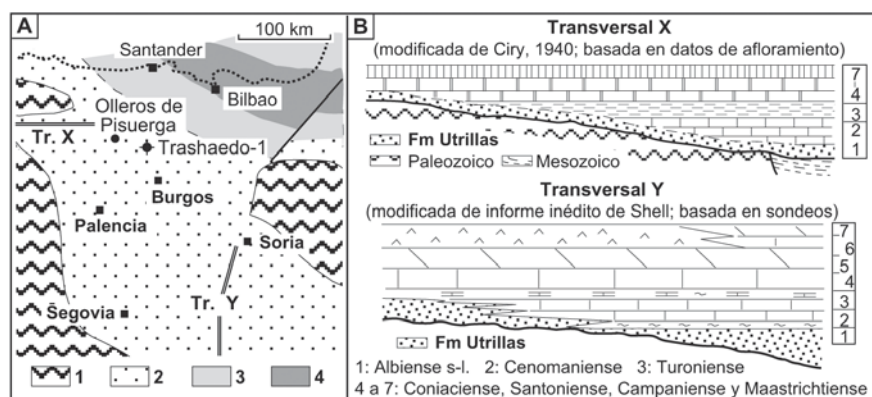


Fig. 1.- A) Dominios paleogeográficos del Cretácico medio de un sector del Norte de España (modificado de Floquet, 2004), con localización del afloramiento y sondeo estudiados: 1, Macizos Paleozoicos; 2, Plataforma Castellana; 3, Surco Navarro-Cántabro, 4, Cuenca Vasca. B) Reconstrucciones transversales que demuestran el solapamiento expansivo de la sucesión Albiense sup-Turonense sobre el Macizo Ibérico.

Fig. 1.- A) Middle Cretaceous paleogeographical domains of a sector of North Spain (modified from Floquet, 2004), with location of the studied outcrop and borehole: 1, Paleozoic Massifs; 2, Castellian Platform; 3, Navarre-Cantabrian Trough; 4, Basque Basin. B) Reconstructed transects showing the onlap of the upper Albian-Turonian sequences onto the Iberian Massif.

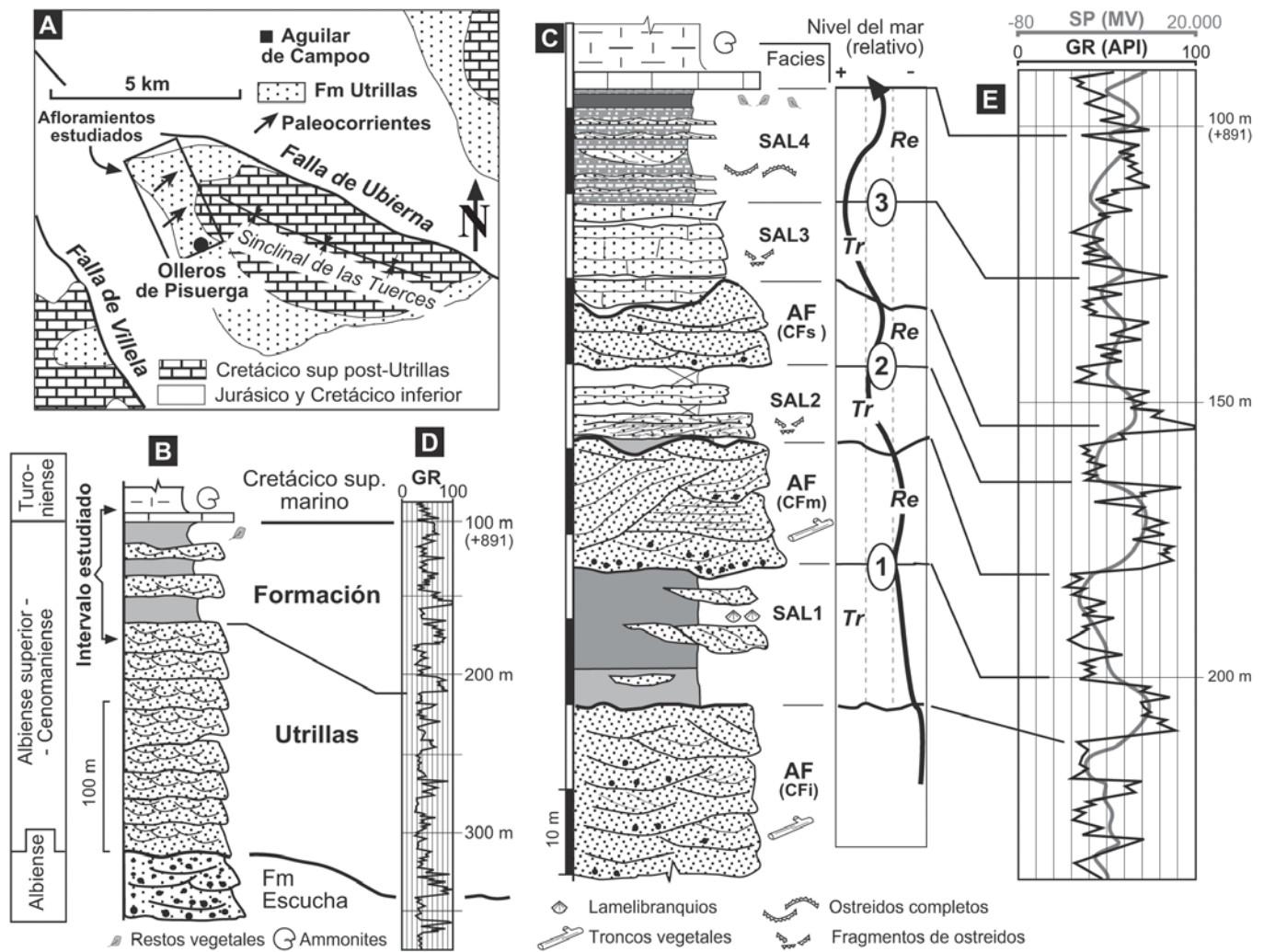


Fig. 2.- A y B) Localización y columna simplificada de la Fm Utrillas en el afloramiento de Olleros de Pisuerga. C) Columna detallada e interpretación secuencial del intervalo estudiado: AF, asociación fluvial; CFi, m y s, cuerpos fluviales inferior, medio y superior; SAL 1 a 4, sub-asociaciones litorales; 1, 2 y 3, parasecuencias; Tr, Re, intervalos transgresivos y regresivos. D y E) Diagramas GR y SP de la Fm Utrillas en el sondeo Trashaedo-1, y su correlación con la sucesión aflorada en Olleros.

Fig.2.- A and B) Setting and simplified columnar section of the Utrillas Fm at the Olleros de Pisuerga outcrop. C) Detailed columnar section and sequence stratigraphic interpretation of the studied interval: AF, fluvial association; CFi, m and s, lower, middle and upper fluvial bodies; SAL1 to 4, littoral subassociations; 1, 2 and 3, parasequences; Tr and Re, transgressive and regressive intervals. D and E) GR and SP well logs of the Utrillas Fm in the Trashaedo-1 borehole, and their correlation with the succession outcropped at Olleros.

Tuerces ofrecen una sección transversal de 2 km de anchura del sistema fluvial. La Fm Utrillas descansa allí en suave discordancia sobre la Fm Escucha, y es recubierta concordantemente por carbonatos marinos del Turoniense-Campaniense del sinclinal de las Tuerces (Figs. 2A y 2B). El espesor de la unidad ronda los 220 m, de los cuales los 150 inferiores están exclusivamente constituidos por depósitos fluviales, y los 70 m restantes corresponden a las interdigitaciones fluviales y litorales objeto de este trabajo. Floquet y Lachkar (1979) encontraron megaesporas atribuibles al Cenomaniense superior hacia el techo de las interdigitaciones y ammonites del Turoniense inferior en los niveles basales de la sucesión marina suprayacente. De acuerdo con esta información el intervalo estudiado es atribuible al Cenomaniense medio-superior (Fig. 2B).

Estratigrafía y Sedimentología

En el afloramiento de Olleros se reconocen dos asociaciones de facies en el intervalo estudiado. Las características de una de ellas son bastante homogéneas y muy similares a las observables en los 150 m inferiores de la Fm Utrillas, correspondiendo claramente a depósitos de canales fluviales. Se ha denominado por ello asociación fluvial (AF). La otra asociación tiene carácter heterolítico, diferenciándose en la misma 4 sub-asociaciones, todas ellas de carácter marino litoral, que son referidas como SAL1 a SAL4 (Fig. 2C).

Asociación fluvial: descripción

Está mayoritariamente constituida por areniscas, areniscas microconglomeráticas, y conglomerados silíceos, con clastos de hasta 3 cm de diámetro. En la parte superior

de algunos canales aparecen también lutitas grises, casi siempre en capas poco potentes y lateralmente imperersistentes. Los únicos fósiles observados son ocasionales fragmentos ferruginizados de troncos vegetales. Los depósitos de la AF se disponen en tres cuerpos trazables lateralmente a todo lo largo del afloramiento de Olleros (>2km), respectivamente denominados cuerpo fluvial inferior, medio y superior (CFi, CFm y CFs; Fig. 2C). Dichos cuerpos están delimitados a muro y techo por superficies erosivas. A escala de afloramiento las superficies de muro son esencialmente planas, mientras que las de techo presentan un relieve ondulado, particularmente acentuado en la CFs (>2m) (Fig. 2C). Las estructuras predominantes en la AF son estratificaciones cruzadas de diversas escalas, que permiten diferenciar tres facies diferentes: la F1 está ca-

racterizada por sets de 10-30 cm de grosor (Fig. 3A), principalmente de surco, pero también de tipo planar. La F2 está constituida por sets de surco de hasta 8 m de alto y 30 m de ancho, que se recortan mutuamente (Fig. 3A). La F3, por último, está formada por un único set de estratificación cruzada, de unos 10 m de espesor y más de 50 m de anchura (Fig. 3B).

Asociación fluvial: Interpretación

El neto predominio de los depósitos de grano grueso y la gran continuidad lateral de los 3 cuerpos de la AF indican cursos fluviales trenzados. En este contexto, la facies F1 es sin duda resultado de la migración de dunas subacuáticas de pequeño tamaño, tanto en zonas de canal como sobre las propias barras trenzadas. La facies F2 se interpreta como el relleno de canales menores, de distinto tamaño y profundidad. La facies F3 es atribuible bien a la acreción lateral de una barra trenzada o al desarrollo de un pequeño delta en la confluencia de dos canales. En cualquiera de los casos, la F3 demuestra que los canales de la Fm Utrillas alcanzaron 10 m de profundidad. Tal espesor coincide prácticamente con el del conjunto del CFm (Fig. 3B), lo que indica que al menos dicho cuerpo registra la acumulación en un sistema trenzado individual.

Subasociaciones litorales: descripción

La SAL1 descansa sobre el CFI a lo largo de todo el afloramiento de Olleros con un contacto erosivo de escaso relieve. Está constituida principalmente por lutitas grises, que intercalan cuerpos canaliformes de 1-2 m de espesor y 10-20 m de anchura de areniscas y microconglomerados, litológicamente similares a los de la AF pero de menor granulometría (Fig. 2C). Las lutitas contienen restos vegetales carbonizados, así como ocasionales lamelibranquios de tamaño centimétrico que Ciry (1940) determinó como *Mytilus* y *Corbicula*, siendo el último género el más abundante.

La SAL2 se dispone sobre el CFm, con un contacto erosivo de hasta 1 m de relieve (Fig. 2C). Está constituida por areniscas calcáreas y calcarenitas arenosas, con granos de cuarzo de hasta 4 mm de diámetro y abundantes bioclastos rotos y erosionados, principalmente de lamelibranquios, ostreidos y gasterópodos. En el mejor afloramiento de esta subasociación, situado justo encima de la Ermita rupestre de Olleros (Figs. 3A y 3C), se aprecian claramente superficies de acreción lateral (Fig. 3C). Las estructuras más frecuentes de la SAL2 son estratificaciones cruzadas en sets de entre 30-40 cm de espesor, que aparecen más o menos afectados por bioturbación. En los

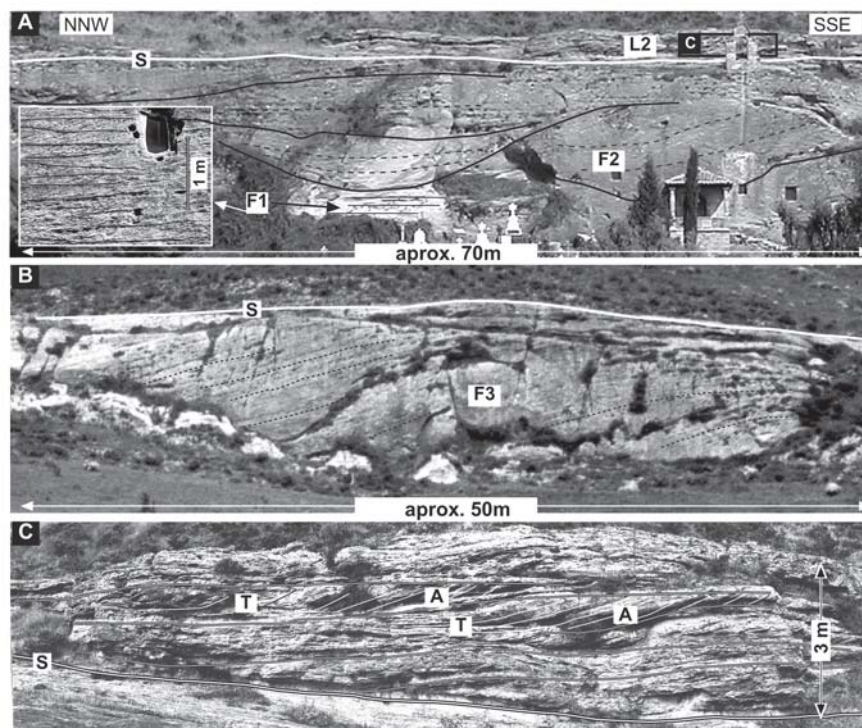


Fig. 3.- A y B) Fotos del cuerpo fluvial intermedio (CFm) de la Fm Utrillas en Olleros de Pisuerga que muestran estratificaciones cruzadas de escala pequeña (F1, ampliadas en el recuadro), de escala media (F2) y de gran escala (F3); S, superficie erosiva del techo del CFm (en la parte inferior derecha de la foto A son visibles el pórtico y la espadaña de la Ermita rupestre de Olleros). C) Detalle de la subasociación SAL2 (localización en foto A): nótese la acreción lateral (líneas blancas finas) y los sets de estratificación cruzada con estratos angulares (A) y tangenciales (T).

Fig. 3.- A and B) Photos of the middle fluvial body (CFm) of the Utrillas Fm at Olleros de Pisuerga showing cross-stratified strata of small-scale (F1, enlarged within the inset), of middle-scale (F2) and of large-scale (F3); S, erosional surface at the top of the CFm (at the bottom right part of photo A the arcade and the bell tower of the Olleros cave chapel can be seen). C) Close-up of the littoral subassociation SAL2: note lateral accretion surfaces (white lines) and cross-stratified sets with angular (A) and tangential (T) cross-strata.

sets mejor preservados se reconoce una progresión lateral desde estratos cruzados angulares, generalmente poco o nada bioturbados (A en Fig. 3C) hasta estratos cruzados tangenciales, que son los más afectados por bioturbación (T en Fig. 3C).

La SAL3 reposa sobre el CFm con un contacto erosivo irregular (Fig. 2C), siendo su mejor afloramiento una pequeña cantera situada al este de Olleros (coordenadas: X= 395067; Y= 4733344). Está formada casi exclusivamente por calcarenitas y calcarenitas arenosas, estratificadas en bancos gruesos (> 50 cm), escasamente bioturbadas, y con estratificaciones cruzadas bi- o multidireccionales. La SAL3 tiene un contenido fosilífero similar al de la SAL2, pero menor proporción de elementos terrígenos.

La SAL4 forma la parte superior de la sección analizada (Fig. 2C). Se dispone concordante y gradacionalmente sobre la SAL3 y está principalmente constituida por lutitas, lutitas arenosas y areniscas de grano fino con laminaciones lenticular y flaser.

Contiene, además, ocasionales cuerpos canaliformes de areniscas de dimensiones métricas (Fig. 2C). En varios niveles se encuentran acumulaciones de exogiras y ostreidos bien conservados, determinados por Floquet y Lackhar (1979) como *Exogira flabellata*, *E. olisiponensis* y *Ostrea ouremensis*. Hacia el final de la SAL4 existe un nivel de casi 2 m de espesor muy rico en restos vegetales (Fig. 2C), que hasta 1950 fue objeto de explotación (Almela *et al.*, 1956) y del que proceden las macroesporas del Cenomaniense superior descritas por Floquet y Lackhar (1979).

Subasociaciones litorales: interpretación

Los pequeños canales de areniscas y microconglomerados incluidos en la SAL1 indican una afinidad con la AF, pero el predominio de lutitas demuestra un ambiente de baja energía, y los lamelibranquios indican aguas dulces o salobres. En efecto, *Corbicula* vive actualmente en aguas dulces pero tolera también aguas salobres y, de hecho, la especie *C. fluminea* es más abundante

en los sectores mareales de los ríos holandeses (Meijer y Preece, 2000). Tales condiciones son compatibles tanto con una llanura de inundación fluvial afectada al menos ocasionalmente por mareas (y por tanto próxima al mar), como con una llanura mareal fangosa.

La asociación fosilífera de la SAL2 es ya claramente indicativa de un ambiente litoral, posibilidad reforzada por la naturaleza mixta de los depósitos, con clastos silíceos extraformacionales y bioclastos calcáreos marinos. La secuencia lateral de los sets de estratificación cruzada (Fig. 3C) denota variaciones periódicas en la intensidad de la corriente, correspondiendo los estratos cruzados de tipo angular a corrientes más energéticas y altas tasas de depósito, y los de tipo tangencial bioturbados a corrientes más suaves y tasas de acumulación reducidas. Con toda probabilidad tales variaciones son reflejo de la ciclicidad característica de corrientes mareales confinadas (Visser, 1980; Kreisa y Moila, 1986). Las superficies de acreción lateral sugieren que los depósitos de la figura 3C representan una barra de meandro de un canal mareal.

La similitud entre las SAL2 y SAL3 demanda ambientes de depósito comparables, pero con menor influencia terrígena y algo más energético en el caso de la SAL3. Dicho ambiente probablemente corresponde a la llanura mareal externa. Por último, el predominio de litologías de grano fino de la SAL4 revela un ambiente de baja energía, aunque afectado periódicamente por corrientes de poca intensidad capaces de generar las laminaciones lenticular y flaser. La abundancia y buena preservación de los moluscos demuestra que se trata de acumulaciones autóctonas que, según Floquet y Lackhar (1979), reflejan la colonización de fondos arenosos en un ambiente de aguas salobres. El ambiente deducido para la SAL4 es por tanto una llanura mareal fangosa, aunque más próxima al mar que el de la SAL1, como lo demuestran la propia fauna y las estructuras sedimentarias. Sin embargo, la asociación polínica del intervalo lignitífero con que culmina la SAL4 fue atribuida por Floquet y Lackhar (1979) a plantas terrestres, probablemente licopodios y selaginelas, hecho que sugiere una pequeña progradação o regresión del conjunto del sistema (Fig. 2C).

Comparación con datos de sondeos

La sucesión de asociaciones de facies descrita en Olleros de Pisuerga también se identifica en sondeos que atraviesan la Fm Utrillas en la región estudiada (Arnaiz *et al.*, 1991), lo que valida el carácter regional de las interpretaciones realizadas. De esos sondeos el más representativo es el Trashaedo-

1 (Fig. 1A). Las diagráfias de rayos gamma (GR) y potencial espontáneo (SP) de la Fm Utrillas de dicho sondeo presentan electrofacies serradas de tipo campana y embudo que pueden asociarse en formas ovoidales (Figs. 2D y E). Las electrofacies en campana representan principalmente secuencias de relleno de canales trenzados, mientras que las de tipo embudo registran el desplazamiento lateral de los canales sobre zonas de intercanal o, en el intervalo estudiado en este trabajo, la instalación de llanuras mareales y/o la progradação de los canales fluviales sobre ellas (Fig. 2E). En la parte inferior de la Fm Utrillas aparecen además algunas electrofacies cilíndricas, lo que refleja el carácter positivo de la secuencia general (Fig. 2D). En la parte superior de las diagráfias se aprecian tres ciclos marcados por el aumento de las facies lutíticas de las llanuras intermareales fangosas, perfectamente correlacionables con la sucesión de Olleros de Pisuerga, distante unos 30 km (Figs. 2D y E), lo que confirma el carácter regional de los tres episodios transgresivo-regresivos del techo de la Fm Utrillas.

Discusión y conclusiones

La Fm Utrillas culmina con una alternancia similar de asociaciones de facies fluviales y litorales en el perfil de Olleros y en el sondeo Trashaedo-1 (Figs. 2C y E). En teoría, tal alternancia pudiera reflejar tanto un desplazamiento lateral de subambientes causada por la propia dinámica sedimentaria (procesos autocíclicos) como avances y retrocesos de la línea de costa en su conjunto en respuesta a ascensos y descensos relativos o absolutos del nivel del mar (procesos alocíclicos). En el primer escenario cabría esperar que las dos asociaciones se interdigitaran vertical y lateralmente, mientras que en el segundo la alternancia debería ser sólo vertical. En la sección transversal del cierre del sinclinal de las Tuerces la continuidad cartográfica de los tres cuerpos fluviales arriba descritos es demostrable fotogeológicamente y se ha confirmado en el campo. Ello implica a su vez que los depósitos litorales que los individualizan (peor aflorados) tienen una continuidad similar. En sentido longitudinal la continuidad lateral de las asociaciones alcanza casi 30 km, como lo demuestra la correlación entre el perfil de Olleros y el sondeo Trashaedo-1. Los datos de campo, por tanto, favorecen la segunda alternativa.

Concluimos por ello que la alternancia vertical de depósitos fluviales y litorales descrita en este trabajo es atribuible a descensos y ascensos del nivel del mar, de pequeña magnitud, sobreimpuestos a la subida generalizada del nivel del mar del

Albiense superior-Turoniense (Fig. 2C). Los descensos provocarían una rápida progradação de los sistemas fluviales, probablemente favorecida por una importante alimentación de terrígenos aportada por ríos con canales de al menos 10 m de profundidad. Los ascensos marinos provocarían retracciones más o menos importantes del sistema fluvial, con instalación en la zona de llanuras mareales. Tales retracciones explican satisfactoriamente el contacto erosivo de las subasociaciones litorales sobre las fluviales, así como el hecho de que tales erosiones sean más importantes al ascender en la serie, en paralelo al incremento de energía de SAL1 a la SAL3.

Los depósitos fluviales de la Fm Utrillas aparecen generalmente poco cementados, y preservan porosidad primaria. Los depósitos litorales son de grano fino (SAL1 y SAL4) o están totalmente cementados (SAL2 y SAL3), siendo por tanto impermeables. Es verosímil por ello que la alternancia vertical de ambos depósitos haya permitido el desarrollo de trampas de hidrocarburos estratigráficas o mixtas en varios sectores de la extensa Plataforma Castellana, trampas que constituyen un claro objetivo de exploración.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución a los proyectos CGL2005-02770/BTE y CGL2005-06401/BTE, del Ministerio de Educación y Ciencia, y al Grupo de Investigación Consolidado IT-215-07 del Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco.

Referencias

- Almela, D. A., Alvarado, D. A. y Badillo, D.L. (1956). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 133 (Prádanos de Ojeda)*. IGME.
- Arnaiz, I., Robles, S., y Pujalte, V. (1991). *Geogaceta*, 10, 65-68.
- Ciry, R. (1940). *Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Léon et Santander*. Thèse Fac. Sci. Paris, 519 p.
- Floquet, M. (2004). En: *Geología de España* (J. A. Vera, Ed.). SGE-IGME, Madrid, 299-306.
- Floquet, M. y Lackhar, G. (1979). *Revue de Micropaléontologie*, 22, 134-155.
- Kreisa, R. D. y Moila, R. J. (1986). *Geological Society of America Bulletin*, 97, 381-387
- Meijer T. y Preece R.C. (2000). *Geologie and Mijnbouw, Netherlands Journal of Geosciences*, 79, 241-255.
- Visser, M.J. (1980). *Geology*, 8, 543-546