

Un ejemplo de llanura fluvio-deltaica influenciada por las mareas: el yacimiento de icnitas de Serrantes (Grupo Oncala, Berriasiense, Cuenca de Cameros, N. de España)

An example of tidally influenced fluvial-deltaic plain: Serrantes ichnites site (Oncala Group, Berriasian, Cameros Basin, N Spain)

Isabel Emma Quijada ⁽¹⁾, Pablo Suárez-González ⁽¹⁾, M^a Isabel Benito ⁽¹⁾, José Ramón Mas ⁽¹⁾ y Ángela Alonso ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid - Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM). C/ José Antonio Nováis 2, 28040 Madrid, España. equijada@geo.ucm.es; pablosuarez@geo.ucm.es; maribel@geo.ucm.es; ramonmas@geo.ucm.es

⁽²⁾ Departamento de Ciencias da Navegacion e da Terra. Facultade de Ciencias. Universidade da Coruña. Campus da Zapateira, 15071 A Coruña, España. angelami@udc.es

ABSTRACT

The Late Jurassic-Early Cretaceous Cameros Basin comprises an expanded Tithonian to Early Albian stratigraphic record, mainly made up of fluvial and lacustrine systems, but also containing minor marine incursions. This basin is renowned because of preserving numerous ichnites sites, being the Berriasian Oncala Group one of the units that includes more of them. A sedimentological study of the deposits at the Serrantes site demonstrates that the ichnites are clearly associated with tidally-influenced fluvial-deltaic meandering channel and overbank deposits. The facies appearing in this outcrop are: 1) channelized beds, 2) lutites, 3) tabular sandstone beds, 4) black limestones, 5) laminated limestones with gypsum pseudomorphs. The ichnites are clearly associated to the siliciclastic deposits, especially to the lutitic facies, and are absent in the carbonate-evaporitic deposits.

Key words: Fluvial-deltaic plain, tidal-meandering channels, vertebrate ichnites, Cameros Basin, Berriasian.

Geogaceta, 49 (2010), 15-18
ISSN: 2173-6545

Fecha de recepción: 15 de julio de 2010
Fecha de revisión: 3 de noviembre de 2010
Fecha de aceptación: 26 de noviembre de 2010

Introducción

La Cuenca de Cameros, situada al NO de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Fig. 1A), contiene el registro estratigráfico más potente del Sistema de Rift Mesozoico Ibérico, llegando a superar en el sector depocentral los 6500 m de espesor de registro estratigráfico en la vertical, desde el Tithoniense al Albiense inferior (Mas *et al.*, 1993).

El relleno de esta cuenca corresponde a una megasecuencia limitada a base y techo por importantes discordancias e internamente dividida en 8 secuencias deposicionales (Mas *et al.*, 1993; Mas *et al.*, 2002), véase la figura 1B. Este registro es de carácter esencialmente continental aunque también se han registrado esporádicas incursiones marinas procedentes del Tethys, que coinciden con episodios de mayor desarrollo de las facies lacustres (Titónico – Berriasiense y Barremiense superior – Aptiense), véase Mas *et al.* (1993).

La Cuenca de Cameros es excepcional por su enorme abundancia en icnitas

de vertebrados. Son huellas de dinosaurios (terópodos, terópodos avianos, ornitópodos y saurópodos), pterosaurios, cocodrilos, tortugas y otros reptiles (Hernández *et al.*, 2005-06).

Una de las unidades con mayor profusión de icnitas es el Grupo Oncala, Secuencia Depositional 3 (Mas *et al.*, 2002) (Fig. 1B). Este grupo, de edad Berriasiense (i. e. Schudack y Schudack, 2009), ha sido dividido en dos formaciones: Fm Huérteles y Fm Valdeprado (Gómez-Fernández, 1992; Mas *et al.*, 1993). La Fm Huérteles presenta un carácter mixto predominando los depósitos siliciclásticos al Oeste e incrementando la proporción de carbonatos hacia el Este. La Fm Valdeprado también es de carácter mixto pero en ella los depósitos carbonáticos son más extensivos.

La mayoría de las huellas de vertebrados aparecen en la parte occidental y central de la Fm Huérteles, es decir, en la parte predominantemente siliciclástica de la misma. En este trabajo se ha estudiado la estratigrafía y sedimentología del yacimiento de icnitas

de Serrantes (provincia de Soria), incluido en esta formación (Figs. 1A y B), con el fin de determinar la posible relación entre los ambientes sedimentarios y la presencia de icnitas.

Estratigrafía y sedimentología

El afloramiento de la Fm Huérteles en el que aparece el yacimiento de icnitas de Serrantes está situado en el Barranco de Serantes, junto a la carretera que une las localidades sorianas de Villar del Río y Bretún (Coordenadas UTM: ED50; 30T; X=552474; Y=4657642).

Los depósitos de esta sección están formados predominantemente por lutitas y areniscas. El afloramiento se sitúa en la parte superior de la Fm Huérteles y está coronado por las facies carbonáticas de la Fm Valdeprado.

Se distinguen cinco tipos de depósitos (Fig. 3):

1) *Cuerpos canalizados.* Estos depósitos están constituidos por cuerpos predominantemente de areniscas de hasta 2 m

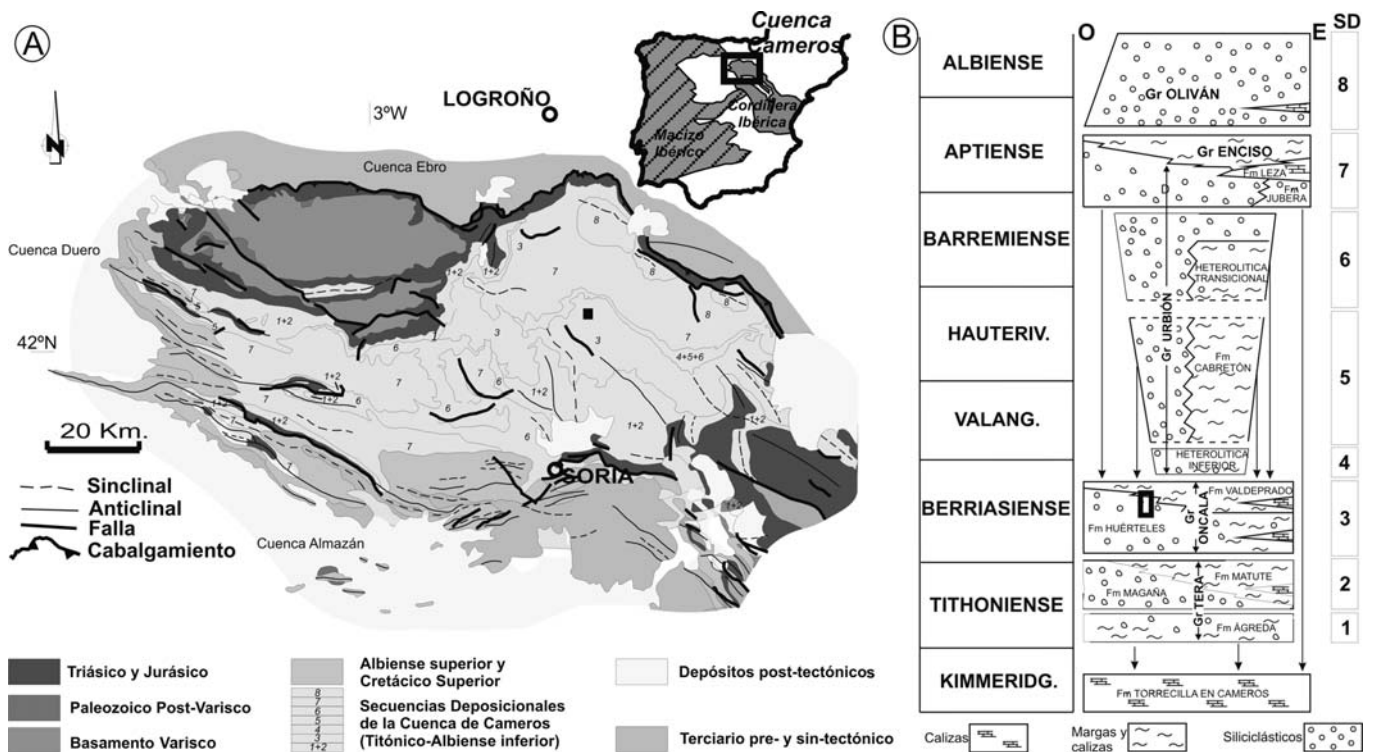


Fig. 1.- A) Mapa geológico de la Cuenca de Cameros (tomado de Mas *et al.*, 2002). El cuadrado negro indica la localización del yacimiento de Serrantes. **B)** Esquema de la estratigrafía y las secuencias deposicionales (SD) del área oriental de la Cuenca de Cameros (de acuerdo con Mas y García, 2004). El recuadro negro señala la posición estratigráfica del afloramiento estudiado.

Fig. 1.- A) Geological map of the Cameros Basin (from Mas et al., 2002). The black square indicates the location of the Serrantes ichnites site. B) Stratigraphy and depositional sequences filling the eastern area of the Cameros Basin (from Mas & García, 2004). The black square indicates the stratigraphic position of the studied outcrop.

de espesor con bases erosivas. Dentro de estos cuerpos se observa estratificación heterolítica inclinada (IHS = *Inclined Heterolithic Stratification*, *sensu* Thomas *et al.*, 1987), es decir, presenta unidades de acreción lateral decimétricas predominantemente de arenisca pero entre ellas aparecen intercalados depósitos de lutitas (Fig. 2). Dentro de las unidades de arenisca se observa laminación cruzada de *ripples* de corriente y, a techo, también de

ripples de oscilación. Entre las láminas de *foreset* de estos *ripples* aparecen comúnmente *mud-drapes*. Además, a techo están a menudo bioturbadas y presentan huellas de reptiles.

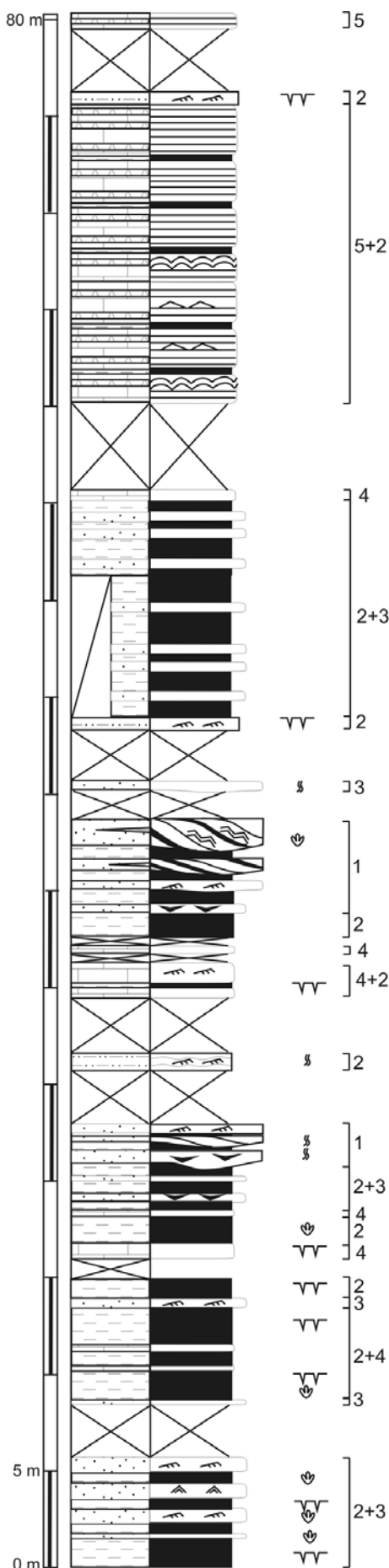
Lateralmente estos cuerpos canalizados muestran conjuntos de unidades de acreción lateral paralelas entre sí y separadas por superficies de erosión (Fig. 4 A), que se corresponden con cuerpos individuales de lóbulos de meandro separa-

dos por superficies de reactivación (*sensu* Díaz-Molina, 1993). Dentro de estas unidades de acreción lateral se observa, a una escala menor, estratificación *wavy* (Fig. 4B). Esta estratificación *wavy* está formada por una alternancia de capas de lutitas y de areniscas con laminación cruzada de *ripples* de corriente y con *mud-drapes* entre las láminas de *foreset*. Estos *ripples* muestran bipolaridad de la corriente.



Fig. 2.- Estratificación heterolítica inclinada dentro de un cuerpo canalizado de arenisca. Las flechas negras señalan unidades de acreción lateral de arenisca y las blancas, de lutitas.

Fig. 2.- Inclined heterolithic stratification in a channelized sandstone bed. Black arrows point to sandstone lateral accretion units and white arrows to lutitic units.



Estos cuerpos de base erosiva y acreción lateral se interpretan como lóbulos de meandro. Sin embargo, estos depósitos presentan varias características que indican que no se formaron en canales meandriformes puramente fluviales. En primer lugar, aunque la IHS puede darse en sistemas fluviales de carga en suspensión (*suspended-load fluvial systems*, de acuerdo con Ghosh *et al.*, 2006) es mucho más común en ambientes con influencia mareal (Reineck y Singh, 1973; Thomas *et al.*, 1987). A menor escala, la estratificación wavy se debe a la alternancia de episodios tractivos y de decantación. También los *mud-drapes*, que aparecen entre las láminas de *foreset* de la laminación cruzada de las unidades de acreción lateral arenosas y en los niveles arenosos de la estratificación wavy, se deben a interrupciones en la continuidad de la corriente. Aunque estructuras sedimentarias causadas por alternancia de episodios de tracción y de decantación se han descrito en depósitos fluviales (Bhattacharya, 1997), lo habitual es que se formen en ambientes afectados por corrientes de marea. Además, en ríos meandriformes este tipo de estructuras han sido descritos únicamente en la parte superior de los lóbulos de

Fig. 3.- Columna estratigráfica del yacimiento de Serrantes. Los números a la derecha indican las facies presentes.

Fig. 3.- Stratigraphic section of the Serrantes ichnites site. Numbers on the right side show the facies.

LEYENDA	
	Lutitas
	Limolitas arenosas
	Areniscas
	Calizas
	Alternancia calizas y pseudomorfos evaporitas
	IHS
	Ripples de corriente
	Ripples de oscilación
	Estratificación flaser
	Estratificación wavy
	Estratificación lenticular
	Laminación estromatolítica
	Laminación paralela
	Grietas de desecación
	Bioturbación
	Icnitas de reptiles

meandro. Sin embargo, en este caso se encuentran a lo largo de todo el relleno del canal. Por otro lado, la estratificación wavy dentro de las unidades de estratificación inclinada de mayor escala ha sido descrita como típica de ambientes mareales (Reineck y Singh, 1973). Por último, la bipolaridad de la laminación cruzada de ripples es una característica clave para demostrar influencia mareal según numerosos autores (Reineck y Singh, 1973; Thomas *et al.*, 1987).

Por todo ello, los cuerpos canalizados se interpretan como consecuencia de la sedimentación en canales distribuidores meandriformes fluvio-deltaicos con influencia mareal.

2) *Lutitas*. Es la facies más abundante en la sección estudiada y está formada por limolitas y limolitas arenosas. Es frecuente encontrar laminación cruzada en los niveles de tamaño de grano más grueso. Presentan también grietas de retracción y bioturbación a techo de las superficies de estratificación. Gran parte de las icnitas del yacimiento de Serrantes se encuentran en esta facies. Son icnitas de terópodos, terópodos avianos, ornitópodos, pterosaurio y cocodrilo (Hernández *et al.*, 2005-2006). Los cuerpos canalizados descritos anteriormente se encuentran en cambio lateral de facies con estas lutitas.

La facies de lutitas se interpreta como el resultado de la sedimentación en llanuras fluvio-deltaicas habitadas por numerosas especies animales. En ellas se encajaron los canales meandriformes con influencia mareal descritos anteriormente. La presencia de grietas de desecación evidencia que estas facies estaban frecuentemente bajo condiciones de exposición subaérea.

3) *Cuerpos de areniscas tabulares*. Intercaladas entre las lutitas aparecen areniscas de grano fino a medio en cuerpos tabulares de base neta y espesor centimétrico a decimétrico. Muestran tendencias estratocrecientes y granocrecientes. Entre los estratos que forman estos cuerpos de arenisca pueden aparecer lutitas. Son frecuentes los ripples de corriente y de oscilación. A menudo se observan finas láminas lutíticas entre las láminas de *foreset* de los ripples formando *mud-drapes*. Ésta es la otra facies del yacimiento que presenta gran cantidad de icnitas.

Esta facies se interpreta como depósitos de lóbulos de derrame en una llanura con influencia mareal.

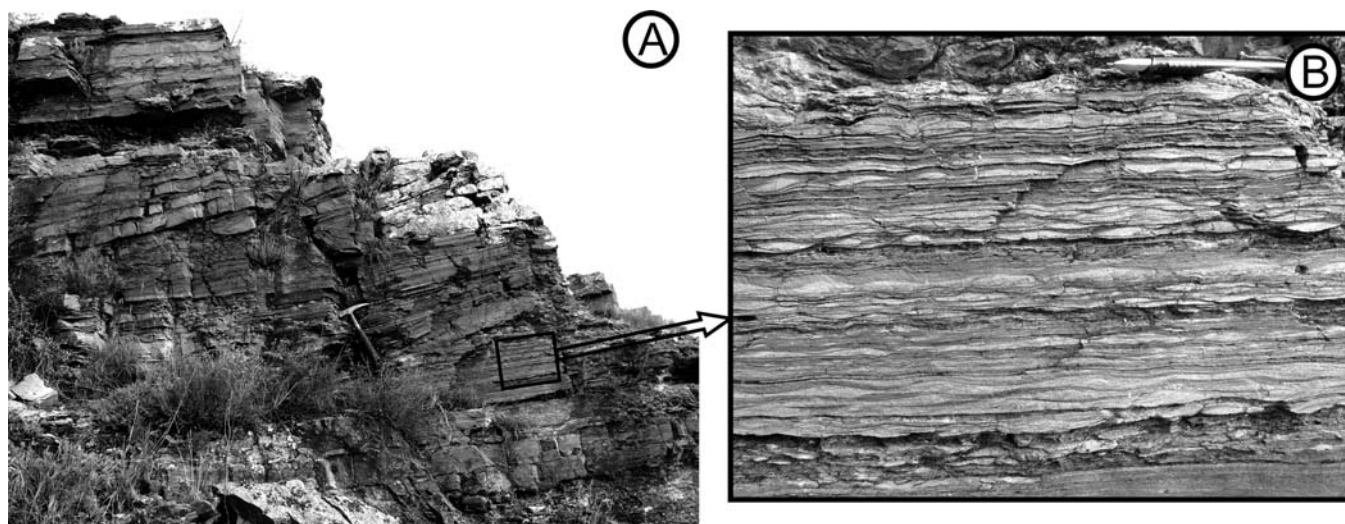


Fig. 4.- A) Conjuntos de unidades de acreción lateral paralelas entre sí y separados por superficies de erosión. B) Detalle de las unidades de acreción lateral con estratificación wavy en su interior.

Fig. 4.- A) Groups of parallel lateral accretion units separated by erosive surfaces. B) Detail of the lateral accretion units where wavy stratification is observed.

4) *Calizas negras*. Forman capas de 70 cm como máximo intercaladas entre las limolitas. Son calizas micríticas y frecuentemente presentan grietas de desecación a techo. Algunas capas muestran laminaciones estromatolíticas.

Se interpretan como depósitos producidos en charcas carbonáticas poco profundas desarrolladas en la llanura fluvio-deltaica.

5) *Calizas laminadas*. Esta facies aparece intercalada entre lutitas y areniscas en la parte alta de la columna y es la facies predominante en la Fm Valdeprado suprayacente.

Está formada por una alternancia de láminas milimétricas y submilimétricas de calizas micríticas y calizas cristalinas. Las láminas cristalinas están compuestas por pseudomorfos de yesos lenticulares reemplazados por calcita. Se observa laminación planar y, menos frecuentemente, lenticular formada por finas láminas de yesoarenita originalmente (actualmente los granos de yeso detríticos están reemplazados por calcita). También aparecen laminaciones estromatolíticas. En esta facies hasta ahora no han aparecido huellas de reptiles.

Estas calizas laminadas representan un cambio en el sistema deposicional interpretándose como facies formadas en cuerpos de agua someros a muy someros carbonático-evaporíticos. Es probable que la ausencia de icnitas de vertebrados en esta facies esté relacionada con la alta salinidad de estos cuerpos de agua.

Conclusiones

Las huellas de vertebrados del yacimiento de Serrantes se desarrollaron en llanuras fluvio-deltaicas con influencia de las mareas. Se trataba de áreas muy planas atravesadas por canales distribuidores meandriiformes y en las que esporádicamente se formaban charcas carbonáticas. La influencia mareal era especialmente notoria en los ambientes de canales meandriiformes.

Hacia el techo de la Fm Huérteles, aparecen facies de calizas laminadas con pseudomorfos de evaporitas lo que indica un desarrollo de cuerpos de agua relativamente salinos.

La presencia de icnitas está claramente controlada por los ambientes sedimentarios: son abundantes en las facies de llanura de inundación y están ausentes en las facies de lagos carbonático-evaporíticos, probablemente debido a la elevada salinidad del agua.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con ayuda de una Beca FPU del Mto. de Educación, el proyecto CGL2008-01648/BTE del Mto. Ciencia e Innovación y el Grupo de Investigación UCM Consolidado 910429. Agradecemos la colaboración del Dr. José Arribas, Dra. M^a Eugenia Arribas, Dra. Laura González, Dr. Joaquín Moratalla y Javier Hernán y la valiosa ayuda de la Dra. Margarita Díaz. También agradecemos la labor de revisión de

la Dra. Ana Rosa Soria y el Dr. Victoriano Pujalte.

Referencias

- Bhattacharya, A. (1997). *Sedimentology*, 44, 973-975.
- Díaz-Molina, M. (1993). *Special Publication of the International Association of Sedimentologists*, 17, 115-131.
- Ghosh, P., Sarkar, S. y Maulik, P. (2006). *Sedimentary geology*, 191, 3-36.
- Gómez-Fernández, J.C. (1992). *Análisis de la Cuenca sedimentaria de los Cameros durante sus etapas iniciales de relleno en relación con su evolución paleogeográfica*. Tesis doctoral, Univ. Complutense, Madrid, 343 p.
- Hernández, N., Pascual, C., Latorre, P. y Sanz, E. (2005-06). *Zubía*, 23-24, 79-120.
- Mas, J.R., Alonso, A. y Guimerà, J. (1993). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 6 (3-4), 129-144.
- Mas, J.R., Benito, M.I., Arribas, J., Serrano, A., Guimerà, J., Alonso, A. y Alonso-Azcárate, J. (2002). *Zubía*, 14, 9-64.
- Mas, J. R. y García, A. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, 503-510.
- Reineck, H. E. y Singh, I. B. (1973). *Depositional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, 439 p.
- Schudack, U. y Schudack, M. (2009). *Journal Iberian Geology*, 35 (2), 141-168.
- Thomas, R.G., Smith, D.G., Wood, J.M., Visser, J., Calverley-Range, E.A. y Koster, E.H. (1987). *Sedimentary Geology*, 53, 123-179.