

Ambientes sedimentarios y secuencias en la Fm. Higuieruelas (Jurásico Superior) en la Cordillera Ibérica Septentrional

Sedimentary environments and sequences in the Higuieruelas Fm. (Upper Jurassic) in the northern Iberian Chain

J. Ipas, M. Aurell y B. Bádenas

Dpto. Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50.009 Zaragoza

ABSTRACT

Facies analysis carried out in the Higuieruelas Fm. (Tithonian, latest Jurassic) in the northern Iberian Chain (Mezalocha, Aguilón and Fuendetodos outcrops), has resulted in the identification of 14 facies. These facies were deposited in a shallow carbonate ramp. Mid ramp environments are represented by open platform, outer shoals and protected lagoon facies. Inner shoals and restricted lagoon facies are found in inner ramp environments. The Higuieruelas Fm. corresponds to a single second-order sequence. Three third order sequences formed by a variable number of higher-order sequences are found. The equivalence between the number of sequences defined in the three studied outcrops suggests an allocyclic control.

Key words: Iberian Chain, Upper Jurassic, carbonate ramp, sequences

Geogaceta, 35 (2004), 7-10
ISSN:0213683X

Introducción

Los afloramientos del Jurásico Superior localizados al sur de Zaragoza, en las estribaciones más septentrionales de la Cordillera Ibérica central, han sido objeto de numerosas investigaciones estratigráficas y sedimentológicas (véanse síntesis recientes en Aurell *et al.*, 2002, 2003). La Fm. Calizas con oncolitos de Higuieruelas, correspondiente a los depósitos marinos someros del final del Jurásico (Titónico), fue analizada desde el punto de vista sedimentológico por Aurell y Meléndez (1986, 1987), quienes aportan diversas reconstrucciones paleogeográficas y paleoambientales, correspondientes a los dominios de sedimentación del margen noroccidental de la Cuenca Ibérica. La Fm. Higuieruelas se depositó en una rampa carbonatada de escasa pendiente, que se encontraba abierta hacia el Este. Los dominios más someros, correspondientes a las zonas de rampa interna-media proximal, se caracterizan por el depósito de sedimentos granosostenidos (oncooides, peloides, intraclastos, bioclastos). En los dominios de sedimentación relativamente abiertos y profundos (rampa

media), predominó el depósito de fango carbonatado (Fig. 1).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo están basados en el análisis sedimentológico detallado de tres afloramientos de la Fm. Higuieruelas, localizados en el entorno de las localidades de Aguilón, Mezalocha y Fuendetodos (Fig. 1). En los más de 160 m de serie analizados, se han estudiado 237 secciones pulidas y 109 láminas delgadas. La información obtenida ha permitido precisar la distribución de las facies en diferentes ambientes de sedimentación de la rampa carbonatada, definir secuencias de diferente orden dentro de la Fm. Higuieruelas y proponer una correlación entre los dominios de sedimentación someros y relativamente profundos de la rampa carbonatada del Titónico.

Análisis de facies y reconstrucción paleoambiental

La Fm. Higuieruelas se caracteriza por presentar gran variedad de componentes aloquímicos y esqueléticos, que forman un amplio espectro de facies, frecuentemente grano sostenidas. El análisis sedimentológico detallado de dichos componentes y su

frecuencia relativa, ha permitido diferenciar 14 facies sedimentarias, cuyas características más relevantes se sintetizan en la Tabla 1. La clasificación de los diferentes tipos de oncooides y ooides está basada en los trabajos de Dahanayake (1977) y Strasser (1986), respectivamente. Las facies han sido agrupadas en función de su distribución en la rampa carbonatada somera. Se han diferenciado cinco ambientes de sedimentación, que se caracterizan por una asociación de componentes esqueléticos y granos aloquímicos determinados (Fig. 2).

Tres de los ambientes de sedimentación diferenciados se encuentran en la zona de rampa media. Las facies de plataforma abierta corresponden a facies fangosa con oncooides dispersos (pa1), facies intraclástica con peloides (pa2) y facies arrecifal con fango (pa3). Dentro de las barras externas de rampa media, sometidas a la acción intermitente del oleaje de tormentas, se encuentra la facies de oncooides tipo II (be1) y la facies de ooides-oncooides tipo I (be2). Estas barras protegen un lagoon, en el que se depositaron un amplio abanico de facies dominadas por los peloides, que incluyen facies peloidales con agregados (lp1), facies peloidales



Fig. 1.- Localización de las tres series analizadas y reconstrucción paleogeográfica durante el depósito de la parte inferior de la Fm. Higuieruelas (Titónico).

Fig. 1.- Location of the three studied sections and palaeogeographic reconstruction during the sedimentation of the lower part of the Higuieruelas Fm. (Tithonian).

(lp2), facies microbianas (lp3), facies peloidales fangosas (lp4), facies intraclástica con bioclastos (lp5) y facies peloidal con dasycladáceas (lp6). Los dos ambientes de rampa interna corresponden a un cinturón de barras sublitorales o barras internas localizadas por encima del nivel de oleaje de buen tiempo. Incluyen facies granosostenidas con porosidad fenestral (bi1) y facies bioclásticas con ooides (bi2). Estas barras protegen una zona de sedimentación de lagoon restringido, caracterizada tan sólo en el perfil de Aguilón por la facies bioclástica con peloides (lr1).

Análisis secuencial

La Fm. Higuieruelas corresponde a una secuencia limitada por discontinuidades sedimentarias de extensión a escala de cuenca. Esta ha sido considerada por Aurell *et al.* (2003) como una secuencia de segundo orden, de edad Titónico, con una duración aproximada de 5-6 millones de años. Su discontinuidad inferior viene marcada por el límite brusco entre las calizas micríticas tableadas de rampa externa de la Fm. Loriguilla y las facies de rampa media de la Fm. Higuieruelas. Esta discontinuidad es más evidente en las zonas más marginales de la cuenca (Aguilón,

Mezalocha), cuya edad más probable es Kimmeridgiense terminal o bien Titónico basal (Bádenas *et al.*, 2003). La discontinuidad superior es una superficie de erosión previa al depósito de las unidades del Cretácico Inferior (Aguilón) o del Terciario (Mezalocha, Fuendetodos).

En este trabajo, la definición y la caracterización de secuencias de mayor orden se ha basado en el análisis de la evolución de las facies y en la existencia de discontinuidades. Las discontinuidades que limitan las secuencias están ligadas a interrupciones en la sedimentación que se expresan como cambios bruscos en los tipos de facies y que generalmente corresponden a planos de estratificación. En concreto, la Fm. Higuieruelas en los tres perfiles analizados está constituida por tres secuencias de tercer orden (Secuencias 1, 2 y 3) y un número variable de secuencias de mayor orden: siete en Mezalocha (M1 a M7), ocho en Aguilón (A1 a A8) y seis en Fuendetodos (F1 a F6). La correlación de dichas secuencias se muestra en la Fig. 3.

1. Secuencia 1: La Secuencia 1 está constituida por 25 a 30 m de calizas masivas o estratificadas en bancos gruesos, con planos de estratificación mal definidos. El espesor de las secuencias de mayor orden oscila entre 4 y 12 m. Las secuencias corresponden, generalmente a ciclos somerizantes o regresivos. Se han reconocido cinco secuencias en Aguilón (A1-A5) y Mezalocha (M1-M5), que se consideran equivalentes, dada la similitud de espesores y facies de las mismas. La correlación con el perfil de Fuendetodos es más problemática, ya que en éste sólo se observan tres secuencias (F1-F3). Este hecho se interpreta como debido a su situación más distal en la rampa, donde una sedimentación más continua implicaría una evolución de facies más gradual y una expresión menos marcada de los límites de secuencia. La secuencia basal (M1, A1, F1) presenta un intervalo transgresivo en los tres afloramientos analizados, con el depósito generalizado de facies de plataforma abierta. Por este motivo, situamos el máximo transgresivo de

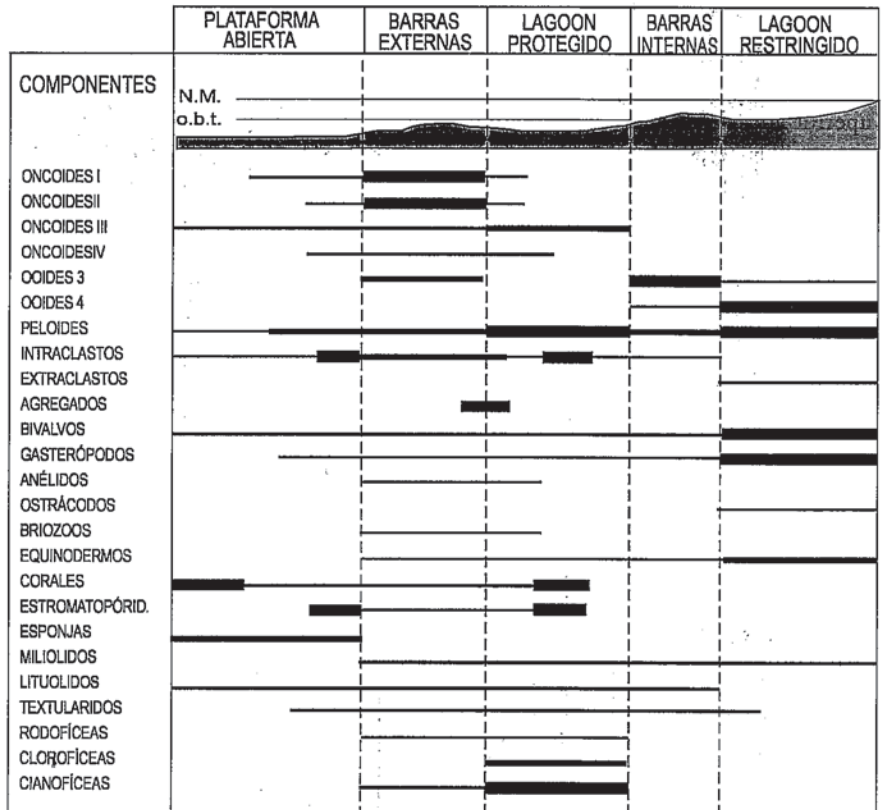


Fig. 2.- Distribución de los componentes esqueléticos y aloquímicos en los dominios de rampa interna y media (Fm. Higuieruelas, Titónico).

Fig. 2.- Distribution of the skeletal grains and allochemical components in the inner-middle ramp sedimentary domains (Higuieruelas Fm., Tithonian).

RAMPA MEDIA	PLATAFORMA ABIERTA		
	pa1	Calizas wackestone, generalmente. Ocasionalmente mudstone y packstone. Pequeñas proporciones de oncoides tipo II y III y de intraclastos resedimentados, con el borde ferruginizado. Proporciones variables de peloides. Bioturbación local. Escasos bioclastos; destacan las espículas de esponjas.	
pa2	Calizas packstone. Localmente wackestone. Compuesta por intraclastos micríticos a los que acompañan peloides heterométricos. Bioclastos relativamente abundantes. Destacan bivalvos, espículas de esponjas, equinodermos, briozoos, serpulidos y litóolidos.		
pa3	Calizas boundstone. Compuesta por formas de corales coloniales y estrómatopóridos, con elevada proporción de costra microbiana. Cavidades rellenas de sedimento interno peloidal, con fragmentos de costras microbianas y restos de bivalvos litófagos y espículas de esponjas.		
BARRAS EXTERNAS	be1	Calizas packstone-grainstone (rudstone). Dominan los oncoides de tipo II (hasta 80%). Entre ellos, en los huecos, aparecen peloides, oncoides I y III, bioclastos (bivalvos, gasterópodos, serpulidos) e intraclastos.	
	be2	Calizas grainstone, localmente packstone. Compuestas mayoritariamente por microoncoides-ooides micritizados. Acompañan intraclastos, peloides y escasos bioclastos.	
LAGOON PROTEGIDO	lp1	Calizas packstone a grainstone. Integradas predominantemente por peloides, junto con agregados de microoncoides-ooides (abundantes), micropeloides, intraclastos y escasos bioclastos (bivalvos y foraminíferos).	
	lp2	Calizas packstone a grainstone. Compuestas casi exclusivamente por peloides. Acompañan escasos bioclastos (bivalvos, algas, foraminíferos) y localmente abundantes intraclastos.	
	lp3	Calizas packstone. Compuestas por tapices microbianos de <i>Bacinella</i> y <i>Thaumatóporella</i> . Entre estos una masa de peloides y micropeloides. Aparecen abundantes Solenoporáceas.	
	lp4	Calizas packstone, en el límite con el wackestone. Integrada casi exclusivamente por peloides y foraminíferos, y una alta proporción de matriz fangosa.	
	lp5	Calizas packstone. Facies interarrecifal. Formada por fragmentos de bioconstructores (estromatopóridos dominantes) e intraclastos. Acompañan peloides. Escasos restos de bivalvos, gasterópodos, equinodermos y foraminíferos.	
	lp6	Calizas packstone-grainstone. Compuestas por peloides, intraclastos y bioclastos. Aparecen aislados oncoides de tipo III. Destacan dentro de los bioclastos, las abundantes algas <i>Dasycladáceas</i> , que hacen a esta facies característica.	
RAMPA INTERNA	BARRAS INTERNAS	bi1	Calizas grainstone, ocasionalmente packstone, bien estratificadas en niveles tabulares decimétricos. Presenta hasta un 30% de porosidad fenestral, lo que las hace características. Están compuestas por peloides, intraclastos, bivalvos y foraminíferos principalmente.
		bi2	Calizas grainstone (ocasionalmente packstone), estratificadas en niveles decimétricos. Compuesta por bioclastos (bivalvos predominantemente, con gasterópodos, equinodermos y foraminíferos) y ooides de tipo III. Aparecen peloides subordinados.
	LAGOON RESTRINGIDO	lr1	Calizas packstone. Bien estratificadas, en niveles decimétricos, con interestratos margosos. Compuestas por bioclastos (dominantes bivalvos, gasterópodos y equinodermos) y peloides. Presenta también ooides de tipo 4, y algún tipo 3 ferruginizado. Aparecen pequeños extraclastos de cuarzo.

Tabla I.- Resumen de las características de las 14 facies diferenciadas en la Fm. Higuieruelas.

Table I.- Summary of the main features of the 14 facies recognized in the Higuieruelas Fm.

la Secuencia 1 dentro de la secuencia M1-A1-F1. A partir de este intervalo se produce una somerización, con el predominio progresivo de las facies de barras externas y lagoon protegido en los perfiles de Mezalocha y Aguilón.

2. Secuencia 2: Incluye una secuencia en cada perfil (M6, A6 y F4), cuyo espesor oscila entre 10 y 20 m. Se trata de calizas estratificadas en bancos gruesos, con planos de estratificación marcados. En las tres series estudiadas, la secuencia presenta una evolución transgresiva-regresiva similar. En Aguilón y Mezalocha predominó la sedimentación en ambientes de lagoon protegido, mientras que en Fuendetodos fue en ambientes de plataforma abierta. En Fuendetodos el máximo transgresivo de este ciclo se interpreta como localizado en la base de la facies arrecifal (pa3). La baja tasa de sedimentación ligada a este evento profundizante favoreció el desarrollo de costras microbianas, necesario para el crecimiento de las bioconstrucciones de rampa media-distal (Bádenas y Aurell, en prensa).

En los dominios de sedimentación más someros (Aguilón, Mezalocha) la profundización favoreció también el desarrollo de costras microbianas (facies lp3).

3. Secuencia 3: La Secuencia 3 está incompleta en las tres series, debido a la erosión previa al depósito de las unidades continentales del Cretácico Inferior y Terciario. Su espesor máximo corresponde a Fuendetodos, donde tiene 17 m. Se trata generalmente de calizas estratificadas en bancos de espesor generalmente decimétrico. Incluye una secuencia en Mezalocha (M7), dos en Aguilón (A7 y A8) y dos en Fuendetodos (F5 y F6). La secuencia tiene una evolución exclusivamente regresiva, con el depósito de facies de rampa interna en Mezalocha-Aguilón y de rampa media-proximal en Fuendetodos.

Discusión y conclusión

La Fm. Higuieruelas es una unidad calcárea compuesta por una gran va-

riedad de componentes aloquímicos y esqueléticos y caracterizada por su aspecto masivo o estratificado en bancos gruesos, con escasos intervalos margosos. Ambos hechos dificultan el reconocimiento en el campo de los tipos de facies y de su evolución, así como de las posibles discontinuidades en la sedimentación.

El análisis sedimentológico detallado de la Fm. Higuieruelas en las series de Mezalocha, Aguilón y Fuendetodos ha puesto de manifiesto la existencia de diversos tipos de facies correspondientes a diferentes ambientes de sedimentación dentro de las zonas media e interna de la rampa carbonatada titónica. La evolución vertical de las facies revela la existencia de saltos bruscos, que se interpretan como límites de secuencias de mayor orden, dentro de la secuencia de depósito de segundo orden que constituye la Fm. Higuieruelas. Estas secuencias muestran una evolución de facies transgresivo-regresiva, o únicamente regresiva.

Se han reconocido tres secuencias de tercer orden, cuyos espesor oscila entre 15 y 30 m y que corresponden a conjuntos litológicos bien diferenciados: Secuencia 1, correspondiente a la parte inferior masiva de la unidad; Secuencia 2, representada por la parte media estratificada en bancos gruesos; y Secuencia 3, correspondiente a la parte superior estratificada en bancos decimétricos. Estas secuencias están formadas a su vez por un número variable de secuencias de mayor orden (5, 1 y 2 respectivamente), cuyos límites corresponden a saltos bruscos en la evolución de facies, que generalmente coinciden con planos de estratificación. Únicamente en el perfil más distal (Fuendetodos) se ha registrado un número menor de secuencias de mayor orden, que ha sido atribuido a una evolución más gradual de facies en estos ambientes con sedimentación más continua.

En las series analizadas, la ausencia de fósiles que permitan realizar una datación precisa de los materiales, impide establecer la calibración temporal de las secuencias. El hecho de que las secuencias diferenciadas estén presentes en perfiles distantes, sugiere un origen aloclítico para las mismas. Estudios detallados de otras series de la Fm. Higuieruelas en el ámbito de la Cuenca Ibérica permiti-

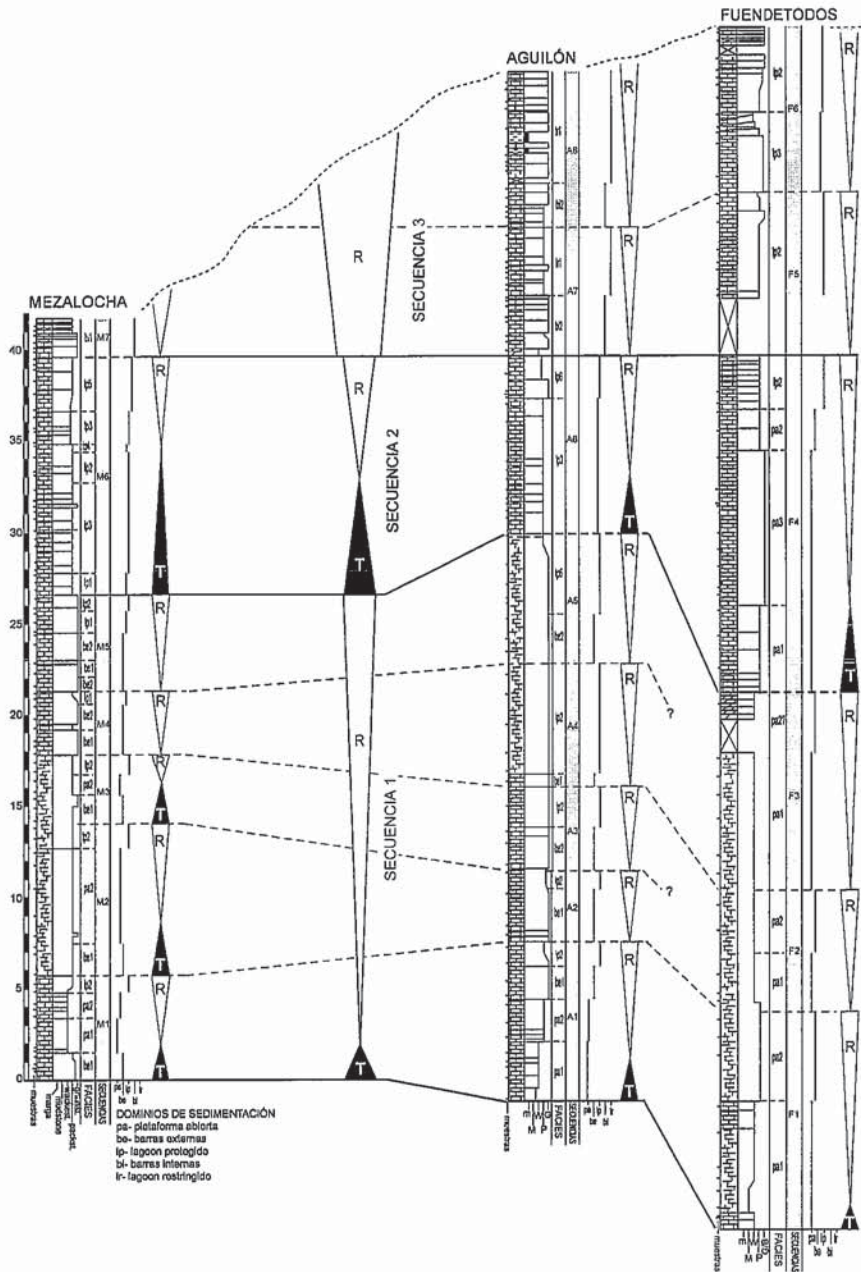


Fig. 3.- Evolución sedimentaria y secuencias reconocidas en los tres perfiles analizados.

Fig. 3.- Sedimentary evolution and sequences defined in the three studied sections.

Pregunta

Dra. Ana Crespo: Llama mucho la atención la ciclicidad de los pulsos regresivos en el análisis secuencial de la Fm. Higuieruelas, en particular en la columna de Aguilón. ¿Se han podido relacionar estos pulsos con el funcionamiento cíclico de estructuras tales como fallas?

Respuesta- El espesor prácticamente constante de la Fm. Higuieruelas en todo el ámbito de la plataforma estudiada (de varias decenas de kilómetros, ver Fig. 1) indica que la subsidencia fue bastante homogénea, de modo que no existen evidencias de la actividad de accidentes tectónicos locales. Por tanto, descartamos que secuencias como las observadas en

rá en el futuro establecer la extensión y calibración temporal, así como el origen de las secuencias reconocidas.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al proyecto BTE2002-04453, y ha sido también financiado por el Gobierno de Aragón (Financiación de Grupos Emergentes).

Referencias

Aurell, M. (1990): Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 389 pp.
 Aurell, M. y Meléndez, A. (1986): *Acta Geológica Hispánica*, 21-22, 307-312.
 Aurell, M. y Meléndez, A. (1987): *Estudios Geológicos*, 43, 261-269.
 Aurell, M., Meléndez, G., Olóriz, F., Bádenas, B., Caracuel, J., García-Ramos, J.C., Goy, A., Linares, A., Quesada, S., Robles, S., Rodríguez-Tovar, F.J., Rosales, I., Sandoval, J., Suárez de Centi, C., Tavera, J.M. y Valenzuela, M. (2002): *The Geology of Spain*. Geological Society, London, 213-254.
 Aurell, M., Robles, S., Bádenas, B., Rosales, I., Quesada, S., Meléndez, G. y García-Ramos, J.C. (2003): *Sedimentary Geology*, 162, 239-271
 Bádenas, B. y Aurell, A. (in press): *Rev. Sociedad. Geol. España*.
 Bádenas, B., Aurell, M., Rodríguez-Tovar, F.J. y Pardo-Igúzquiza, E. (2003): *Sedimentary Geology*, 161, 153-174.
 Dahanayake, K. (1977): *Sediment. Geol.*, 18, 337-353.
 Strasser, A. (1986): *Sedimentology*, 33, 711-727.

Aguilón puedan explicarse por el efecto de la tectónica local. Al contrario, tal y como indicamos en el apartado final de esta exposición, la correlación de las secuencias diferenciadas entre los diferentes afloramientos, indica que éstas se originaron a partir de un proceso alocíclico que afectó a todo el ámbito de la plataforma estudiada.