

# *Sedimentología y evolución paleogeográfica de la cubeta de Las Hoyas (Cretácico inferior, Serranía de Cuenca)*

M. A. FREGENAL-MARTÍNEZ y N. MELÉNDEZ

*Dpto. Estratigrafía. Facultad de Ciencias Geológicas.  
Universidad Complutense. 28040 Madrid*

## RESUMEN

La cubeta de Las Hoyas (Serranía de Cuenca, Cordillera Ibérica) sufrió un relleno sedimentario complejo durante el Cretácico inferior. En un contexto de rift intracontinental, la cubeta de Las Hoyas se encontraba localizada sobre un bloque subsidente controlado por directrices tectónicas ONO-ESE y NO-SE. La variación a lo largo del tiempo del equilibrio entre la tasa de sedimentación y la tectónica sinsedimentaria activa, en interacción con una serie de factores intra y extracuencales (producción de carbonatos, llegada de aportes siliciclásticos, clima...) determinó una historia sedimentaria en tres episodios en los que la paleogeografía de esta cubeta estuvo dominada por diferentes ambientes. En un primer Episodio se instaló una llanura aluvial distal. Un segundo Episodio está definido por la instalación en todo el área de un ambiente lacustre abierto. El tercer y último Episodio está representado por un ambiente de llanura aluvial distal con áreas lacustres marginales dominantes.

**Palabras clave:** Cordillera Ibérica, Cretácico inferior, cubeta de Las Hoyas, sedimentología lacustre, controles intra y extracuencales.

## ABSTRACT

Las Hoyas sub-basin (Serranía de Cuenca, Iberian Ranges) had a very complex sedimentary infilling during the Lower Cretaceous. This basin was settled on a subsident block, in an intracontinental rift context. This block was controlled by WNW-ESE and NW-SE tectonic lineations. Its sedimentary history was developed in three stages and was outlined by the interaction and the equilibrium among several factors: sedimentation rate, differential subsidence, carbonate production, siliciclastic supply, climate... During the three stages the paleogeography was dominated by different environments. During the first one a distal alluvial plain was installed in the area. A lacustrine environment was developed during the second stage. The third stage is represented by the installation of a distal alluvial plain dominated by marginal lacustrine areas.

**Key-Words:** Iberian Ranges, Lower Cretaceous, Las Hoyas sub-basin, lacustrine sedimentology, autogenic and allogenic controls.

## INTRODUCCIÓN

La cubeta de Las Hoyas se encuentra situada en la zona meridional de la Serranía de Cuenca, al este de la ciudad del mismo nombre, pudiéndose situar sus límites geográficos entre las localidades de Buenache de la Sierra al Noroeste y La Cierva al Sureste, dentro de la hoja 610 (Cuenca) del mapa topográfico nacional a escala 1: 50.000. El área presenta unas dimensiones relativamente reducidas, aproximadamente unos 150 Km<sup>2</sup>. La Serranía de Cuenca forma parte de la Cordillera Ibérica Suroccidental y presenta por tanto una directriz claramente ibérica NO-SE (Fig. 1).

Esta cubeta se encuentra rellena por materiales del Cretácico inferior de origen continental aluvial y lacustre, que se apoyan discordantemente sobre el Jurásico marino (Dogger) intensamente plegado y karstificado. Estratigráficamente los materiales estudiados pertenecen a la Formación "Calizas de La Huérguina", cuya edad ha sido atribuida a la ¿parte alta del Hauteriviense? Barremiense inferior (Vilas et al., 1982) (Fig. 2).

Durante el Cretácico inferior tuvo lugar en la cuenca de sedimentación ibérica, una fase de rifting continental generalizada, en un contexto distensivo (Vilas et al., 1983) que dio lugar al desarrollo de una tectónica en bloques generándose zonas deprimidas o cubetas especialmente subsidentes, en las que se produjo una activa sedimentación en un ambiente de dominio continental

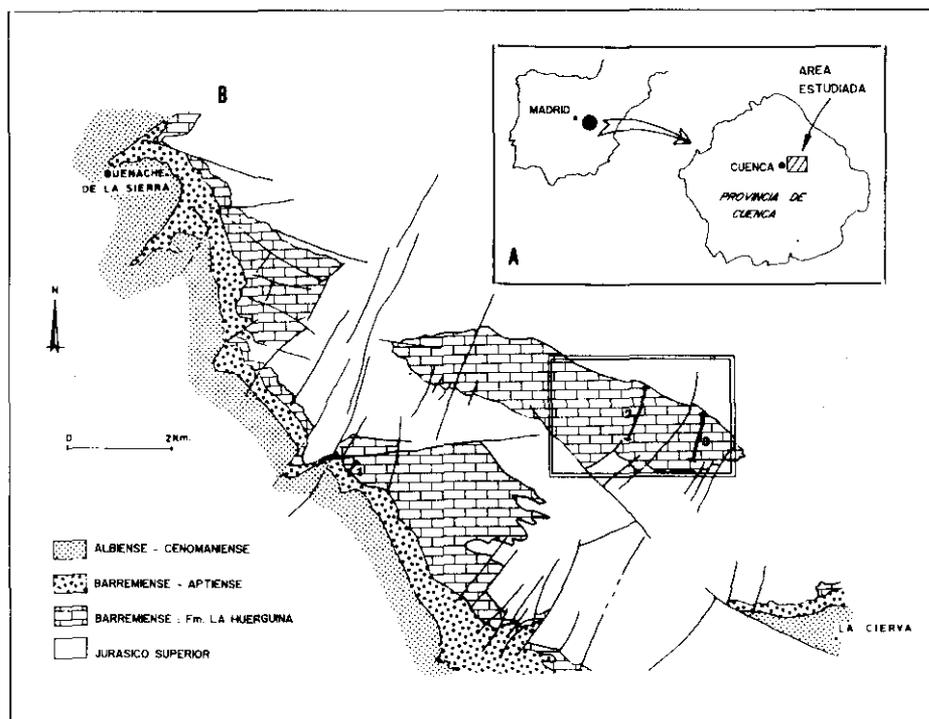


Fig. 1. A.—Localización geográfica del área de estudio.

B. Esquema cartográfico de los afloramientos de la Formación Calizas de La Huérguina. En números la situación de las columnas representadas en la Figura 3: 1.—Casas de Cotillas. 2.—Rambla de Las Cruces. 3.—Tinada del Tío Valentín. Enmarcada en doble línea se encuentra la zona que ha sido ampliada en la Figura 4.

Fig. 1. A.—Geographic location of the studied area.

B. Schematic map of the main outcrops of La Huérguina Limestones Formation. The location of the stratigraphic sections correlated in Figure 3 is shown by numbers: 1.—Casas de Cotillas. 2.—Rambla de Las Cruces. 3.—Tinada del Tío Valentín. The area scoped in Figure 4 is shown by a double line.

con clima de tipo subtropical árido (Rat, 1982), con una marcada alternancia de estaciones húmedas y secas y con predominio de altas temperaturas (Gierlowski-Kordesch, Gómez-Fernández y Meléndez, 1991; Gómez-Fernández y Meléndez, 1991). Estas cubetas actuaron como pequeñas cuencas o subcuencas que frecuentemente presentan rasgos propios en cuanto a las características de su relleno.

La cubeta de Las Hoyas constituye una de estas pequeñas cuencas y pre-

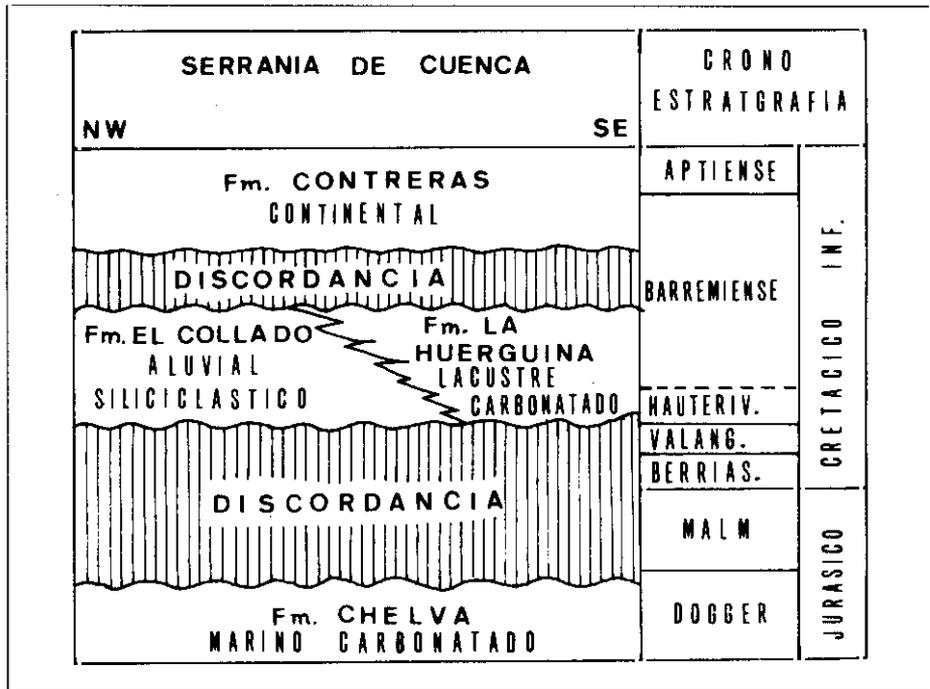


Fig. 2.—Localización estratigráfica de la Fm. “Calizas de La Huérguina” en cambio lateral de facies con la Fm. “Arenas y Arcillas del Collado” en el Cretácico inferior de la Serranía de Cuenca.

Fig. 2.—Stratigraphic location of the “La Huérguina Limestones” Fm. showing lateral facies changes to the “El Collado Sands and Clays” Fm. in the Lower Cretaceous of la Serranía de Cuenca.

senta rasgos que comparativamente nos llevan a considerarla como singular. En primer lugar presenta la mayor acumulación de sedimentos de la unidad “Calizas de la Huérguina” en toda la Serranía de Cuenca (280 m.). Por otra parte en dos momentos del relleno sedimentario de la cubeta, se dieron las condiciones adecuadas para la preservación de un excepcional registro fósil constituido por flora, insectos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves (Sanz et al., 1988). Este contenido fósil es, junto con el del yacimiento del Montsec, en Lérida, de edad también Cretácico inferior, único en el Cretácico de España.

El estudio detallado de los depósitos de esta cubeta pone de manifiesto un relleno sedimentario complejo en tres episodios que representan condiciones paleogeográficas diferentes a lo largo de su historia sedimentaria. Esta com-

plejidad es el resultado de la interacción, en estrecho equilibrio, de una serie de factores intra y extracuencales: el control de una tectónica sinsedimentaria activa; la relación entre una elevada tasa de sedimentación y la subsidencia; la interacción entre la llegada de aportes siliciclásticos a la cubeta y la alta producción de carbonatos, a su vez en relación directa con la alta productividad orgánica, favorecida por las condiciones climáticas; la existencia en el substrato de un aparato kárstico bien desarrollado pudo ejercer un control directo en la hidrología de la cubeta.

## RELLENO SEDIMENTARIO DE LA CUBETA DE LAS HOYAS

El relleno de la cubeta lacustre de Las Hoyas (280 m. de espesor) se produjo a lo largo de 3 episodios bien caracterizables y diferenciables que presentan relaciones de cambio lateral de facies y variaciones graduales en la vertical (Sanz et al., 1988; Sanz et al., 1990; Fregenal-Martínez, 1991; Gómez-Fernández y Meléndez, 1991) (Fig. 3).

El primer episodio es de carácter mixto terrígeno-carbonatado y sus depósitos reflejan el desarrollo de sistemas de llanura aluvial distal con instalación de pequeñas áreas lacustres marginales.

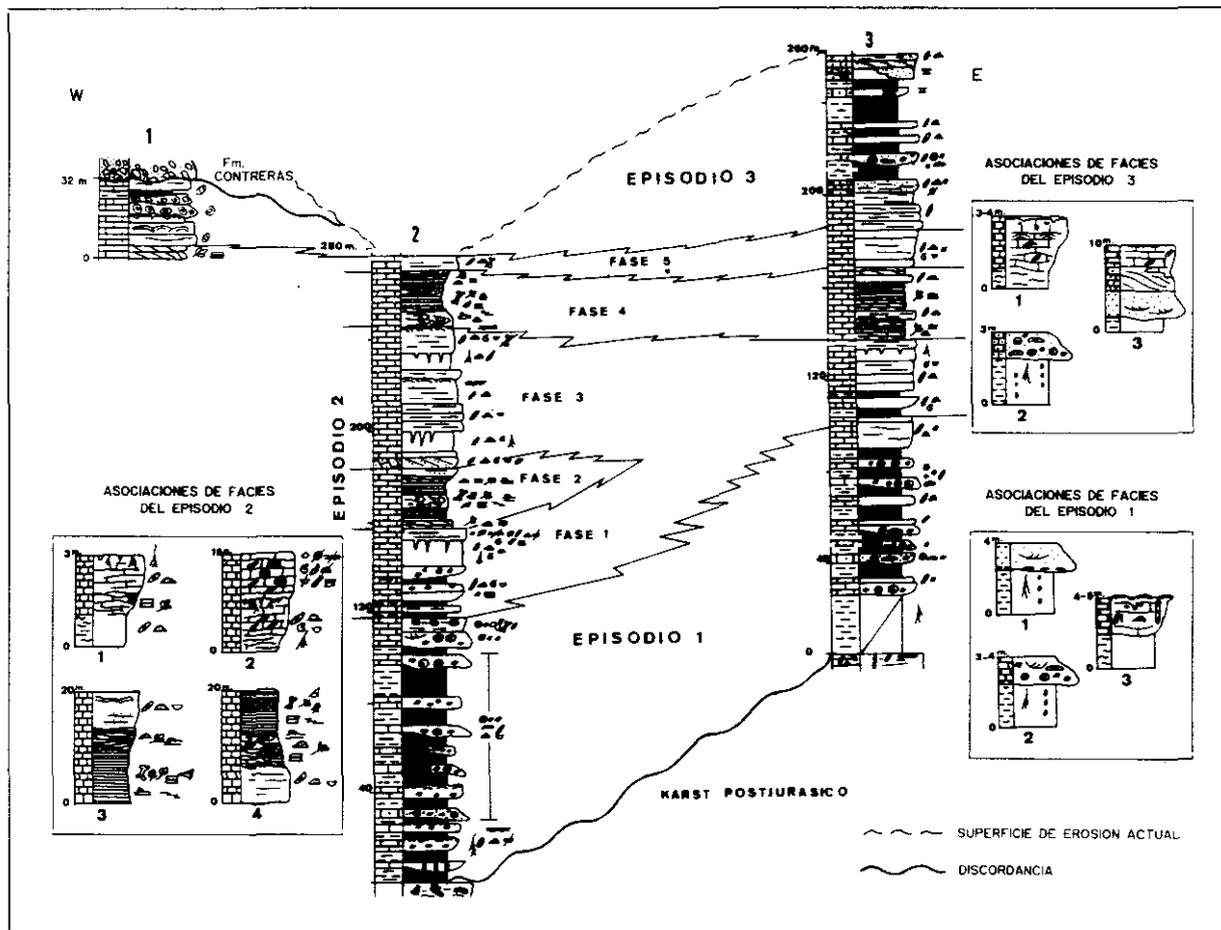
El segundo episodio es de carácter totalmente carbonatado y sus depósitos reflejan la instalación de un sistema lacustre abierto. Este episodio se desarrolla a su vez en cinco fases que representan sucesivos pulsos de somerización y profundización del sistema, de forma que alternan momentos en que el sistema se comportaría como un lago somero y momentos con desarrollo de depósitos más profundos (facies de calizas finamente laminadas) que llevan asociado un característico contenido fosilífero.

El tercer episodio (mixto terrígeno-carbonatado) representa la sedimentación en un sistema aluvial-lacustre marginal con desarrollo de pequeños lóbulos deltaicos.

### ANÁLISIS DE FACIES Y MODELOS DEPOSICIONALES

Episodio 1: *Sistema de llanura aluvial-distal con sedimentación mixta terrígeno-carbonatada.*

Los materiales que constituyen este episodio presentan una potencia que varía notablemente de Oeste hacia Este desde 40 a 110 m. Todo el primer episodio constituye en sí mismo una superasociación de facies que ya ha sido



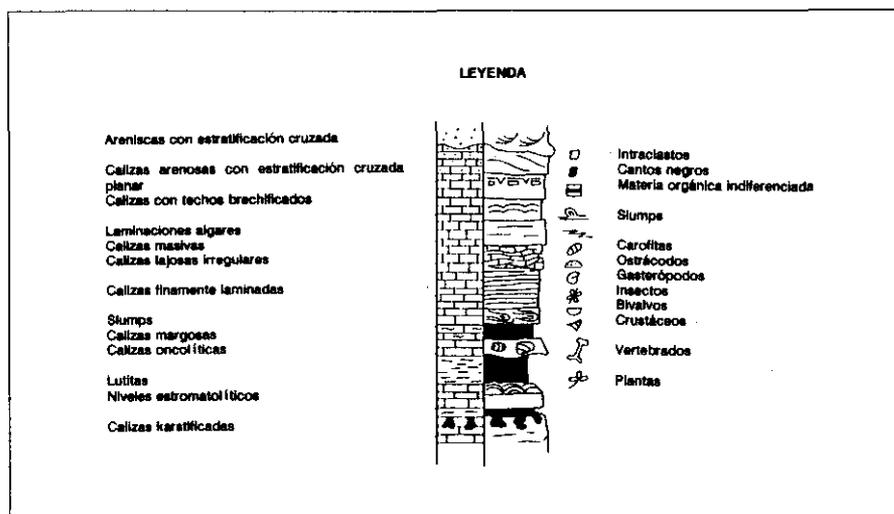


Fig. 3.—Esquema de correlación de las columnas estratigráficas más representativas del área de Las Hoyas: 1.—Casas de Cotillas. 2.—Rambla de las Cruces. 3.—Tinada del Tío Valentín. Se pueden diferenciar 3 episodios sedimentarios:

Episodio 1: Sistema de llanura aluvial distal con sedimentación mixta terrígeno-carbonatada.

Episodio 2: Sistema lacustre carbonatado dividido a su vez en 5 fases.

Episodio 3: Sistema de llanura aluvial distal-lacustre marginal con sedimentación mixta terrígeno carbonatada.

En el gráfico se pueden observar las relaciones de cambio lateral de facies y cambio gradual en la vertical entre los 3 episodios, así como las asociaciones de facies reconocidas. Sin escala horizontal. Ver Figura 1 para la localización de las columnas.

Fig. 3.—Correlation scheme of the two more representative stratigraphic sections of Las Hoyas basin infilling: 1.—Casas de Cotillas. 2.—Rambla de las Cruces. 3.—Tinada del Tío Valentín. Three sedimentary stages have been distinguished:

Stage 1: Mixed terrigenous-carbonate distal alluvial plain system.

Stage 2: Carbonate lacustrine system. This stage has been separated into five phases.

Stage 3: Mixed terrigenous-carbonate distal alluvial plain-marginal lacustrine system.

On the scheme lateral and vertical gradual changes among the three stages, and the facies associations recognized, are shown. Without horizontal scale. See Figure 1 for location of the sections.

definida en otros puntos de la Serranía de Cuenca (La Huérguina, Huerta del Marquesado) por Meléndez N., Meléndez A. y Gómez-Fernández (1989) y se trataría de una asociación de "llanuras de inundación relacionadas con áreas canalizadas y lacustres marginales".

En Las Hoyas se reconocen dentro de esta superasociación tres asociaciones de facies (Fig. 3).

Asociación 1. Está constituida por lutitas rojas a ocre con nódulos carbonatados y un término que consiste en conglomerados arenosos de litoclastos o areniscas de grano grueso. Este segundo término presenta geometría de cuerpos canalizados con bases erosivas y frecuentemente estructuras internas de estratificación cruzada de surco.

La asociación representa la sedimentación en una llanura de inundación distal surcada por canales que acarrear material extracuenal, y que se relacionan lateralmente con ambientes aluviales-fluviales desarrollados en áreas más septentrionales de la Serranía (Formación "Arenas y Arcillas del Collado") descritos por Gómez-Fernández (1988) y Meléndez et al. (1989).

Asociación 2. Está constituida por lutitas rojas a ocre con nódulos carbonatados, y calizas calcareníticas o conglomerados de oncolitos e intraclastos, con base erosiva y que presentan estructuras internas tractivas (estratificación cruzada de surco y acreción lateral). Esta asociación representaría el depósito por corrientes canalizadas esporádicas, que drenaban localmente la llanura aluvial distal y que podían servir como comunicación entre las áreas lacustres marginales de la asociación 3.

Asociación 3. Formada por margas grises y calizas de carofitas (biomicritas wackestone) en cuerpos de base ligeramente cóncava y con una extensión lateral que alcanza hasta los 200 m. Al techo presentan frecuentemente tapices laminares de algas y se formarían en áreas lacustres muy someras situadas en la llanura de inundación.

Es muy frecuente observar al techo de los niveles descritos en las asociaciones anteriores procesos de nodulización, brechificación y marmorización debidos a la sobreimposición de procesos edáficos sobre las áreas lacustres colmatadas o los canales abandonados.

El sistema, por tanto, consistiría en una amplia llanura lutítica intensamente vegetada y surcada por canales con pequeñas áreas de encharcamiento o lacustres someras, rodeadas de orlas palustres. A grandes rasgos el medio se caracterizaría por un fuerte potencial de producción de carbonatos, que vendría determinado tanto por el clima como por la existencia de una fuente importante de carbonatos (áreas madre jurásicas). Los canales que surcaban la llanura transportarían material intracuenal y conectarían las áreas lacustres entre sí actuando como reguladores del nivel de los pequeños lagos, drenando hacia la red principal. Asimismo, la llanura estaría surcada por canales que transportarían material extracuenal, tanto de drenaje de las áreas madre carbonatadas como del material de naturaleza siliciclástica aportado en momentos de reactivación de la red principal situada al Norte (Fm. "Arenas y Arcillas del Collado").

Hacia el techo del Episodio 1, el porcentaje de canales y lutitas disminuye respecto al de áreas lacustres, así como el porcentaje de aportes extracuencales de naturaleza siliciclástica, de forma que progresivamente se pasa a la instalación de un amplio sistema lacustre abierto carbonatado, cuyos depósitos constituyen el registro del Episodio 2.

#### Episodio 2: *Sistema lacustre carbonatado*

Este episodio está representado por un máximo de 150 m. de calizas, siendo una característica propia de este segundo episodio la ausencia total de material detrítico siliciclástico. El paso gradual del Episodio 1 al Episodio 2 refleja un incremento en la subsidencia respecto a la tasa de sedimentación (Gómez-Fernández y Meléndez, 1991; Fregenal-Martínez, 1991). Las variaciones en el equilibrio entre la subsidencia y la tasa de sedimentación implican que a lo largo del Episodio 2 tengan lugar sucesivos pulsos de somerización y profundización del sistema lacustre, por lo que este episodio se puede subdividir a su vez en 5 fases.

##### – Fase 1: *Lago somero*

Comienza con una expansión lacustre progresiva sobre la llanura aluvial del Episodio 1; los depósitos correspondientes a esta Fase 1 se encuentran en cambio lateral de facies con los del Episodio 1. Así este Episodio 2 comienza en el área más occidental y se extiende progresivamente a la zona oriental. Tenemos por tanto el depocentro de la cubeta situado en la zona más occidental para esta Fase 1. En función de la posición del depocentro la potencia de los materiales de esta Fase 1 varía desde unos 100 m. en el área occidental a 40 m. en el área más oriental. Esta fase viene representada por dos asociaciones de facies (Fig. 3).

Asociación 1. Constituida por margas grises, calizas margosas y calizas de carofitas con ostrácodos, gasterópodos y bivalvos (biomicritas wackestone-packstone). Esta asociación representa la secuencia de colmatación de un sistema lacustre somero y se observa predominantemente hacia el comienzo de la Fase 1.

Asociación 2. Constituida por los 3 términos de la Asociación 1 y un cuarto término de calizas calcareníticas de carofitas y ostrácodos (biomicritas packstone) de color gris oscuro a negras, fétidas y con un elevado contenido en materia orgánica, así como abundantes restos vegetales. En general el aumento del contenido en materia orgánica es progresivo en las sucesivas secuencias hacia el techo de la Fase 1. Este aumento en el contenido en ma-

teria orgánica en el último término de las secuencias indicaría un aumento en el aporte de restos orgánicos, predominantemente materia vegetal. Una acumulación rápida de estos restos en el fondo favorece la creación de un microambiente reductor en la interfase sedimento-agua (Wetzel, 1983), lo cual potencia la preservación de la materia orgánica. Por otra parte, un aporte externo de materia orgánica supone una mayor liberación de nutrientes que pasan a formar parte del sistema y que fuerzan éste hacia la eutrofización.

Es frecuente encontrar intercalados niveles de calizas oncolíticas y calizas calcareníticas bioclásticas con laminaciones tractivas, de morfología tabular entre los bancos de calizas de carofitas. Estos niveles implicarían un litoral lacustre agitado por oleaje o por frecuentes tormentas, con zonas resguardadas en las que se producía a menudo la colonización por cianofíceas y la formación de tapices laminares de algas.

El paso a la Fase 2 es gradual pero en el campo el reducido espesor de sedimentos que representan esta transición, parece indicar un paso rápido probablemente relacionado con un aumento en la subsidencia, que provoca un hundimiento de la cubeta lacustre y la generación de un sistema más profundo.

#### – Fase 2: *Lago profundo*

Durante la Fase 2 se instaló en el área de Las Hoyas un lago profundo o al menos lo suficientemente profundo como para desarrollar potencial para producir y conservar depósitos varvados (varvas no glaciares). El espesor medio de esta fase es de unos 25 m. siendo bastante constante en todos los puntos en los que se ha reconocido en la cubeta. Lateralmente esta fase llega a extenderse a lo largo de toda la cuenca, pudiéndose observar el cambio lateral de facies con la orla litoral somera del lago en el área más oriental de la cuenca.

Se han reconocido 3 facies que en el campo se ordenan en dos secuencias de somerización y profundización respectivamente de un sistema lacustre profundo (Asociaciones 3 y 4). A continuación se describen los tres términos que componen las citadas secuencias (Fig. 3).

1. *Calizas estratificadas en bancos*.—Están representadas por tres facies (Gómez-Fernández y Meléndez, 1991; Fregenal-Martínez, 1991):

– Calizas masivas de carofitas con ostrácodos gasterópodos y bivalvos (biomicritas w-p) con frecuentes huellas prismáticas verticales de raíces.

– Calizas bioclásticas (grainstones) con estratificación cruzada de bajo ángulo.

– Calizas estromatolíticas (biolititas).

Representan la sedimentación en las áreas litorales del lago y reflejan condiciones de sedimentación más o menos agitadas del litoral lacustre.

Un estudio microscópico de las facies correspondientes a los dos términos profundos (calizas lajosas irregulares y calizas finamente laminadas que se describen a continuación), nos ha permitido reconocer diferentes microfacies que implican procesos de génesis diferentes, a pesar del aspecto homogéneo que las facies presentan en campo. El análisis de estas microfacies y su interpretación ha sido explicado con más detenimiento por Fregenal-Martínez y Meléndez (in lit.).

2. *Calizas lajosas irregulares.*—Calizas gris oscuro que se abren en lajas muy irregulares (milimétricas a 2 ó 3 cms) con una extensión lateral muy reducida. Presentan un elevado contenido en materia orgánica y abundantes restos vegetales lignitizados. Se han reconocido 2 microfacies:

– Pelbiomicritas de ostrácodos. Calizas mudstone a wackestone que contienen ostrácodos, bivalvos y peloides irregulares. Se interpretan como generadas en un medio profundo y afótico pero oxigenado con desarrollo de intensa actividad orgánica (Hsü y Kelts, 1978; Kelts y Hsü, 1978; Treese y Wilkinson, 1982).

– Niveles turbidíticos de fragmentos bioclásticos transportados desde el litoral lacustre a zonas más profundas por procesos de gravedad (Treese y Wilkinson, 1982) que alternan con niveles de pelbiomicritas de ostrácodos. Ocasionalmente estos niveles turbidíticos reflejan un aporte especialmente intenso de restos orgánicos vegetales pudiéndose clasificar como biosparitas grainstone ricas en materia orgánica.

3. *Calizas finamente laminadas.*—Calizas ocre a gris oscuro que se abren en láminas milimétricas con una gran continuidad lateral. Son fétidas y presentan un alto contenido en materia orgánica. Están formadas por una alternancia rítmica de láminas claras y oscuras. Presentan estructuras debidas a deslizamientos (slumps) que varían de milimétricas a decimétricas, así como huellas redondeadas en la superficie de algunas láminas posiblemente debidas a actividad orgánica. Llevan asociado un significativo contenido fósil que consiste en: restos de macro y microflora, crustáceos, insectos, peces, anfibios, reptiles y aves en un excelente estado de preservación. Se han reconocido cuatro microfacies:

– Varvas. Consisten en una alternancia microscópica de dobletes constituidos por una lámina micrítica oscura con base neta y un espesor medio de 0,3 mm. que pasan gradualmente a una lámina clara de composición esparítica con un espesor medio de 0,7 mm. y especial concentración de materia orgánica al techo. Esta microfacies ha sido interpretada por Gómez-Fernández y Meléndez (1991) como varvas estacionales en el sentido de Kelts y Hsü (1978) debidas a variaciones inducidas en la sedimentación por una alternan-

cia climática estacional en un lago estratificado y meromóctico con condiciones anóxicas en el fondo que excluyen la presencia de bioturbadores y favorecen por tanto su preservación.

– Turbiditas. Consisten en láminas de 1 a 2 mm. de espesor compuestas de restos bioclásticos reabajados procedentes de áreas someras del lago, que presentan contactos erosivos entre las láminas y gradación positiva; frecuentemente alternan con láminas varvadas. Se interpretan como depósitos generados por procesos de gravedad.

– Depósitos laminados (varvas) afectados por deslizamientos gravitacionales. Se presentan tanto a macro como a microescala. A macroescala se reconocen como slumps de escala centimétrica a decimétrica. A microescala se reconocen como episodios que varían de pocos mm. a 1 ó 2 cm. y que presentan una gran variedad de microestructuras: pequeñas fracturas sinsedimentarias, microslumps, laminación lenticular, bases erosivas y niveles varvados con microrriple. Estarían generadas por procesos de gravedad que afectan a los materiales depositados en el fondo del lago en relación con una generación constante de flujos turbidíticos debidos a inestabilidad de la cubeta (movimientos sísmicos, topografía del fondo irregular...) y a una tasa extremadamente alta de producción de sedimentos (Branney, Kneller y Kokelaar, 1990).

– Sedimento resuspendido. Se caracteriza por presentar un aspecto homogéneo estando compuesta por materiales micríticos y ocasionalmente delgadas pasadas claras esparíticas muy discontinuas. Se suele asociar a trazas orgánicas. Se interpreta como debida a procesos de resuspensión de los sedimentos del fondo en momentos de mezcla excepcional de toda la columna de agua que destruiría la anoxia permitiendo la colonización orgánica e induciría corrientes capaces de destruir la laminación.

Las tres facies descritas representan tres cinturones: un cinturón de facies someras (calizas estratificadas en bancos) y dos cinturones de facies profundas (calizas lajosas irregulares y calizas finamente laminadas). Estos 3 cinturones muestran entre sí relaciones de cambio lateral de facies y cambios graduales en la vertical, organizándose en las dos secuencias tipo de somerización y profundización del lago citadas anteriormente. Los rasgos sedimentológicos de las facies permiten extraer una idea acerca de los mecanismos generales que controlaron la dinámica del paleolago de Las Hoyas durante la Fase 2.

En períodos en que la subsidencia, controlada por pulsos tectónicos, fuese capaz de superar la tendencia natural del sistema a la colmatación se desarrollaría un lago con suficiente profundidad para alcanzar la estratificación térmica de sus aguas. Además de una estratificación térmica sencilla el sistema pudo desarrollar una doble estratificación comportándose como un lago mero-

mítico con una capa más profunda de agua o monolimnion aislada y carente de oxígeno, temperatura más fría y constante, alto contenido en gases como sulfhídrico y metano y con una elevada densidad que no le permitiría mezclarse en condiciones normales con el resto de la columna de agua, mientras que las capas más superficiales se mezclarían anualmente en el tránsito de la estación seca a la estación húmeda.

Son varios los factores que favorecen la formación de un lago meromítico que concurren en el caso estudiado:

1. La misma naturaleza del clima de tipo subtropical (Anderson et al., 1985).
2. La ubicación en un entorno densamente vegetado.
3. Una recarga subterránea y periódica de aguas kársticas más frías y ricas en carbonatos disueltos, sería determinante en la generación de un monolimnion más denso, aislado del resto del lago.
4. La acumulación de sales orgánicas liberadas por la descomposición de la materia orgánica atrapada en el fondo de la cubeta, aumenta la densidad y favorece la meromixis.
5. La generación frecuente de corrientes de turbidez favorece asimismo el proceso.

Un lago con estas características reúne condiciones suficientes para generar varvas estacionales según los mecanismos expuestos por Gómez-Fernández y Meléndez (1991), así como para conservarlas, dado que el aislamiento y la anoxia del fondo excluye la posibilidad de que corrientes o la acción de organismos bioturbadores del sedimento destruyan la laminación.

No obstante debieron existir períodos de mezcla completa de toda la columna de agua correspondiendo con momentos de vientos excepcionales o épocas más húmedas en las que tendrían lugar fuertes avenidas. La mezcla de toda la columna de agua aportaría oxígeno al fondo. Si este aporte se realiza durante un período suficientemente prolongado la colonización por organismos bioturbadores del sedimento destruiría la laminación. Por otra parte el mismo proceso de mezcla pondría en resuspensión el sedimento destruyendo la laminación.

Los aportes de oxígeno al fondo aislado de la cubeta, ocurrirían además en relación con otros dos procesos ya mencionados: La entrada de flujos turbidíticos que arrastran sedimento desde las áreas más someras del lago y la posible recarga subterránea de aguas kársticas.

Por último cabe destacar la inestabilidad de la cubeta lacustre que queda de manifiesto en la frecuencia de los depósitos ligados a procesos de deslizamiento gravitacional (slumps y niveles turbidíticos). Esta inestabilidad guardaría relación con 3 factores fundamentales: una continua y activa tectónica sinsedimentaria; la posible irregularidad en la topografía del fondo o la exis-

tencia de un talud pronunciado y finalmente, una alta tasa de producción de sedimentos en la plataforma lacustre que llegan a ser inestables por su propio peso. Esta inestabilidad tendría una relación directa con la profundización del sistema lacustre.

El paso a la Fase 3 ocurre gradualmente siguiendo la pauta general de la evolución de la cuenca, de tendencia a la somerización y colmatación, siendo probablemente una ralentización progresiva de la subsidencia la causa principal que determina el relleno parcial de la cubeta lacustre provocando que el sistema se somerice.

– Fase 3: *Lago somero*

Este período dejó un registro de unos 70 m. aproximadamente. Se encuentra representado por facies similares a las que constituyen el cinturón somero descrito para la Fase 2 (Fig. 3):

- Calizas masivas de carofitas.
- Calizas bioclásticas.
- Calizas estromatolíticas (biolititas).

De la interpretación de estas facies podemos inferir que se trataría de un medio somero con áreas agitadas posiblemente debido a oleaje y tormentas, donde se acumularían una gran cantidad de restos bioclásticos (calizas bioclásticas, grainstones, con estratificación cruzada de bajo ángulo), así como fragmentos de huesos de grandes vertebrados; y con áreas protegidas, donde un fuerte potencial de formación y proliferación de algas cianofíceas, genera construcciones algares de tipo estromatolítico. Las áreas colmatadas pudieron ser colonizadas por plantas con raíces (calizas masivas de carofitas con hue-llas prismáticas verticales).

El paso a la Fase 4 conlleva nuevamente la instalación de un sistema lacustre profundo. Las características de este paso se encuentran parcialmente enmascaradas debido a las malas condiciones del afloramiento, no obstante es posible observar asociados al tránsito, niveles de slumps por lo que la instalación del lago profundo parece estar directamente relacionada con un evento tectónico y es prácticamente “instantánea”.

– Fase 4: *Lago profundo*

En líneas generales esta fase es prácticamente igual a la Fase 2. Está constituida por las mismas facies y las mismas asociaciones de facies y presenta una potencia de unos 25 m. La extensión de afloramiento de los depósitos más profundos es más reducida que en la Fase 2 y se encuentra desplazada

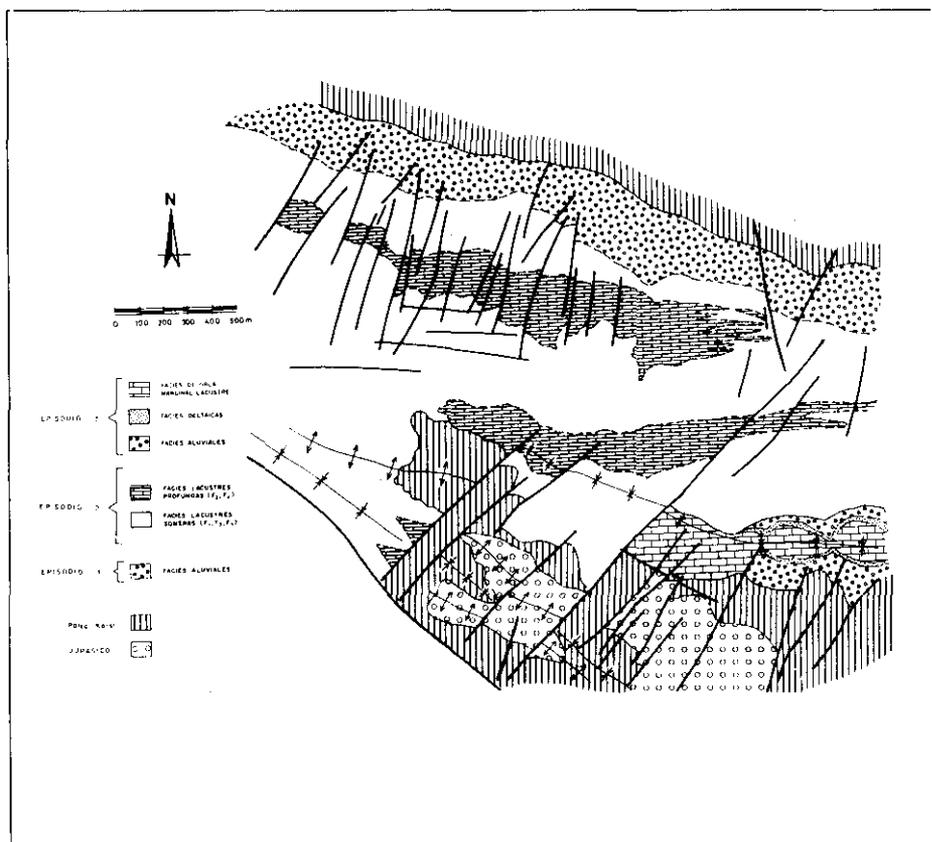


Fig. 4.—Cartografía de los cinturones de facies que constituyen los 3 episodios de relleno de la cubeta de Las Hoyas en su área central.

Fig. 4.—Facies belts mapping forming the three stages that infill Las Hoyas sub-basin, in its central area.

respecto a ésta, hacia la zona oriental; de modo que el depocentro de la cuenca se estaría desplazando en el tiempo y en el espacio progresivamente hacia el Este a lo largo del relleno de la cubeta, como se puede observar en el corte estratigráfico de la Fig. 5 y en la cartografía de la Fig. 4.

– Fase 5: *Lago Somero.*

La somerización gradual del sistema hacia el final de la Fase 4 marca el paso hacia la instalación nuevamente de un sistema lacustre somero que cons-

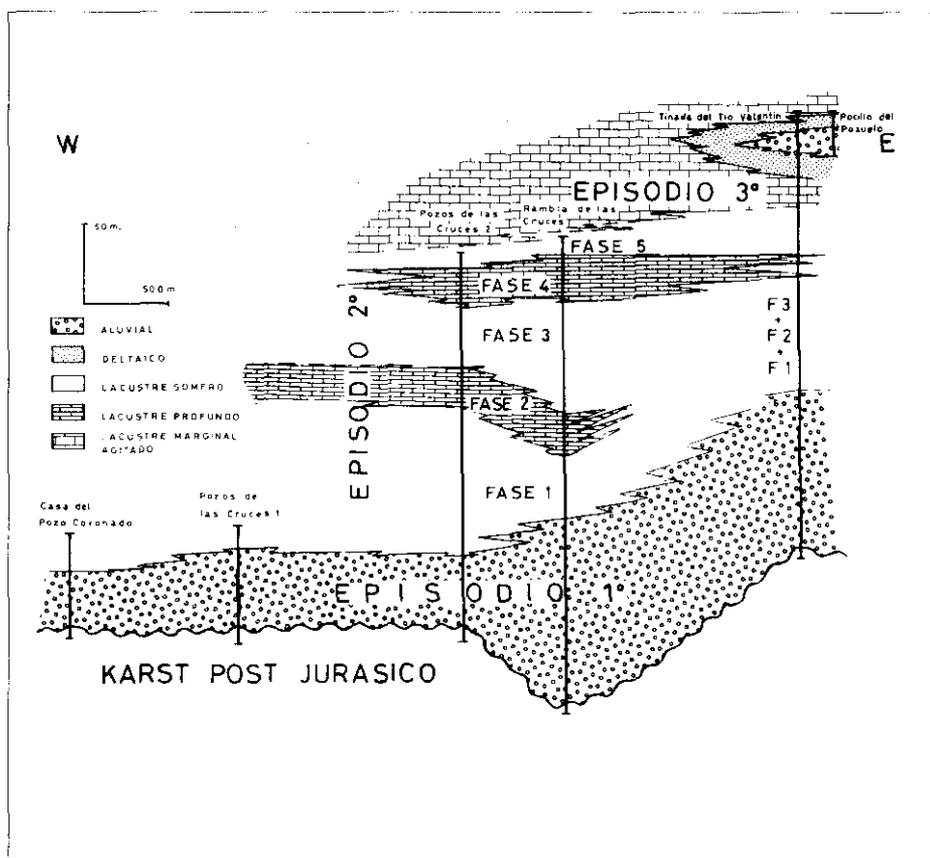


Fig. 5.—Corte estratigráfico que muestra la relación lateral y vertical de los cinturones de facies entre los 3 episodios de relleno y las 5 fases reconocidas en el Episodio 2.

Fig. 5.—Stratigraphic section showing the facies belts lateral and vertical relationships among the three infilling stages and the five phases recognized during the second Stage.

tituye la Fase 5 del Episodio 2. Los depósitos de la Fase 5 representan a su vez el final del Episodio 2 y el tránsito hacia el Episodio 3 (Fig. 3).

En sus rasgos generales la Fase 5 es muy similar a la Fase 3, de forma que los depósitos correspondientes a esta fase son al igual que para la Fase 3, calizas masivas de carofitas, calizas bioclásticas y calizas bioconstruidas. Además hay que añadir como rasgo distintivo y característico la presencia de calizas de carofitas con niveles de brechas de litoclastos y fragmentos de huesos de vertebrados. Esta facies se caracteriza por presentar niveles de brechas,

nunca mayores de 20 cm., compuestos por intraclastos, extraclastos calcáreos en su mayoría procedentes de la erosión del paleokarst jurásico, así como fragmentos de huesos de grandes vertebrados. También es frecuente encontrar cantos aislados (extraclastos y fragmentos de huesos fundamentalmente) englobados en las facies de calizas de carofitas, que suelen ser muy angulosos y presentan tamaños de hasta 50 cm. Esta facies parece indicar la entrada en la orla lacustre somera de cantos procedentes de la erosión de áreas madre calcáreas que se encontraban muy próximas. No existen, relacionados con esta facies, procesos tractivos bajo lámina de agua canalizados o no, por lo que muy posiblemente, los niveles de brechas deben responder a un transporte por medio de procesos gravitacionales.

Estas facies evidencian la proximidad muy cercana de un borde abrupto e inestable en el que se están produciendo deslizamientos gravitacionales del material. Este material procede de la erosión del paleokarst y las calizas jurásicas y por sus características precisa un área madre muy próxima. Muy posiblemente, los procesos que condicionan las génesis de estos están relacionados con la actividad de un importante accidente paleotectónico de dirección ONO-ESE, la falla de La Cierva (Meléndez et al., 1989) que limitaría la cuenca al Sur y sería la fuente de materiales calcáreos. Este accidente condicionaría también la existencia de un borde abrupto en el lago y muy posiblemente controlara los pulsos de subsidencia del Episodio 2. El paso al Episodio 3 se realiza gradualmente y en cambio lateral de facies.

### Episodio 3: *Sistema aluvial-lacustre marginal con sedimentación mixta (terrígeno-carbonatada)*

A grandes rasgos es muy similar al Episodio 1, diferenciándose en un mayor dominio de los depósitos lacustres frente a la llanura de inundación y en una clara interacción entre el sistema aluvial y el sistema lacustre manifestada en la presencia de depósitos deltaicos, en sentido amplio. Los depósitos que constituyen este Episodio 3 afloran en el borde Sur y Este de la cubeta y su espesor varía de 20 a 60 m.

En conjunto se trata, como en el Episodio 1, de una superasociación de facies compleja que implica el depósito de materiales en un sistema aluvial-lacustre marginal. Se han reconocido tres asociaciones de facies (Fig. 3).

Asociación 1. Margas y calizas de carofitas (biomicritas wackestone-packstone). Localmente se reconocen biomicritas grainstones formadas fundamentalmente por acumulación de talos de carofitas. Representan la sedimentación en áreas lacustres someras que en los casos en que las secuencias aparecen completas, presentan un término que implica un litoral agitado.

Asociación 2. Lutitas margosas y calizas oncolíticas arenosas, con intraclastos y cantos negros en cuerpos con geometría de canales. Esta asociación se interpreta como formada en las zonas de llanura aluvial drenada por canales que transportan material intra y extracuenca.

Asociación 3. Areniscas, calizas arenosas y calizas masivas de carofitas y ostrácodos. Las areniscas son subarcosas calcáreas de grano grueso de color amarillo a ocre que afloran en cuerpos de gran extensión lateral; se organizan en secuencias de granoselección positiva y presentan internamente estratificación cruzada de surco. Representan el relleno de canales que drenan material terrígeno siliciclástico hacia la cuenca.

Las calizas arenosas presentan contenidos variables en arenas y varían desde calizas arenosas masivas con geometría externa no reconocible y que no presentan ningún tipo de estructura interna, a calizas arenosas de color ocre amarillento que presentan laminaciones tractivas debidas a migración de ripples y estratificación cruzada planar de bajo ángulo con un contenido variable en granos de cuarzo, generalmente muy mal seleccionados, y feldespatos. Por último es posible reconocer calizas de color gris claro con un contenido variable en granos de cuarzo y feldespato que presentan un estructura interna en "foresets" convexos y sigmoidales que varían de 10° a 45° de inclinación, marcados por alineaciones de granos de cuarzo. Al microscopio presentan un contenido en cuarzo de hasta el 20%, intraclastos micríticos, cantos negros, carofitas y ostrácodos muy fragmentados.

En conjunto esta facies (calizas arenosas) representa el depósito de materiales generados por corrientes tractivas de competencia escasa, episódicas, que aportan materiales terrígenos siliciclásticos procedentes de áreas próximas que entran en áreas lacustres someras, donde se produce el carbonato que los engloba.

Esta asociación de facies, representa la entrada de material siliciclástico en una llanura aluvial con desarrollo de áreas lacustres; en un momento de expansión lacustre ligada a una reactivación del sistema fluvial, que produce una recarga de los lagos (Arribas, 1986), y la clara interacción entre los sistemas aluvial-fluvial y lacustre. La entrada de estos aportes de naturaleza siliciclástica, se producirían desde el este, ya que existe una clara disminución en el contenido en material siliciclástico en sentido Este-Oeste. Efectivamente, hacia el área occidental de la cubeta se observa un dominio casi total de los materiales carbonáticos lacustres (Fig. 3). El área oriental se debió caracterizar por ser un área lacustre marginal somera, productora de carbonatos rodeada de una zona aluvial, llana, intensamente vegetada y drenada por canales, a la que llegaban aportes siliciclásticos que al entrar en el cuerpo lacustre constituían pequeños lóbulos deltaicos.

La llegada de material siliciclástico por el Este, debió estar relacionada con el levantamiento de áreas madre pre-cretácicas situadas al Este, a favor del movimiento del sistema de fracturas asociado a la falla Hespérica. Esta falla parece haber sido un accidente que condicionó la sedimentación en esta región durante todo el Mesozoico (López, 1985; Meléndez et al., 1989). El Episodio 3 representa el final del relleno de la cubeta de Las Hoyas.

## EVOLUCIÓN PALEOGEOGRÁFICA

La configuración paleogeográfica de esta zona fue variando a lo largo del tiempo en el que se produjo el relleno de la cubeta, lo que queda reflejado en la gran variabilidad de ambientes instalados sucesivamente reconociéndose fundamentalmente tres etapas o tres episodios de diferentes características.

Durante el Episodio 1 se instaló en la zona un sistema de llanura aluvial distal en relación con la red fluvial desarrollada al Norte (Fm. "Arenas y Arcillas del Collado", Fig. 2). En una extensa llanura topográficamente muy plana y densamente vegetada, debido a la combinación de factores climáticos e hidrológicos favorables, se desarrolló un conjunto de canales y áreas de encharcamiento lacustre. Los canales drenarían a la llanura material extracuenca, fundamentalmente carbonatado dada la naturaleza calcárea de las áreas madre. En los momentos de reactivación de la red fluvial y debido a factores tectónicos, llegarían aportes siliciclásticos a estas áreas más distales. Existirían también canales que arrastrarían material intracuenca de erosión de las áreas lacustres y que harían de distribuidores y reguladores de estas áreas. Los depósitos lacustres se verían frecuentemente afectados por los procesos edáficos pasando a constituir depósitos palustres.

Progresivamente los depósitos lacustres carbonatados muestran una tendencia expansiva sobre las áreas palustres y canalizadas, de modo que se instala, favorecido por la subsidencia, un lago de gran envergadura, que caracteriza el Episodio 2 y que abarcaría desde la localidad de Buenache de la Sierra hasta las proximidades de La Cierva; en estos dos puntos se encuentran los depósitos palustres de la orla marginal del lago (Gómez-Fernández, 1988; Meléndez et al., 1989; Gómez-Fernández y Meléndez, 1991).

La sedimentación en esta cubeta lacustre debió estar fuertemente controlada por la tectónica. A gran escala se identifican dos pulsos de profundización del sistema que llega a constituir un lago meromítico "relativamente profundo" con potencial para la formación de varvas estacionales y para su conservación. La presencia de estructuras de deslizamiento (slumps) y los frecuentes

fenómenos turbidíticos parecen apuntar claramente a una tectónica sinsedimentaria activa. La presencia de bloques y brechas angulosas en la orla lacustre somera del borde Sur de este lago (Fase 5) inducen a pensar en un lago limitado por un borde abrupto e inestable con frecuentes deslizamientos gravitacionales. Este borde estaría relacionado con una importante falla paleogeográfica controladora de la sedimentación, la Falla de la Cierva, de dirección ONO-ESE (Meléndez et al., 1989). Durante la sedimentación de este Episodio 2 los puntos de máxima subsidencia irían variando a lo largo del tiempo desde el Oeste hacia el Este, tal y como se evidencia en la distribución espacial de las facies más francamente lacustres (Figs. 4 y 5).

Las condiciones climáticas y la dinámica misma del lago permitieron la proliferación de una extensa población vegetal y animal que se conservó en las facies lacustres más profundas (calizas finamente laminadas), dando lugar al yacimiento paleontológico de Las Hoyas.

La somerización definitiva del sistema lacustre y la entrada por el Este de material siliciclástico determinan el paso al Episodio 3. Durante el Episodio 3 se instala en el área un sistema lacustre somero marginal, rodeado de una llanura aluvial con desarrollo de canales, muchos de los cuales están rellenos con material siliciclástico. Este material procede de la erosión de áreas madre situadas al este de Las Hoyas y reactivadas en relación con el movimiento de la Falla Hespérica. Además de rellenar las áreas canalizadas, la entrada de este material en cuerpos de agua lacustres determina la formación de pequeños lóbulos deltaicos. Este Episodio 3 constituye el final del relleno de la cubeta de Las Hoyas.

## CONTROLES CONDICIONANTES DE LA SEDIMENTACIÓN EN LA CUBETA DE LAS HOYAS

El complejo relleno que sufrió la cubeta de Las Hoyas estuvo controlado por una serie de factores intra y extracuenciales que, combinándose a lo largo del tiempo configuraron el registro sedimentario de la secuencia deposicional Barremiense en este área.

Entre los factores intracuenciales, cabe destacar:

- La propia dinámica lacustre en relación con: las posibles recargas de aguas kársticas, la capacidad del cuerpo de agua lacustre para alcanzar la estratificación térmica, la tendencia a la colmatación y a la exposición a los procesos edáficos del litoral lacustre.

- El predominio de la producción de carbonatos, en relación con un alta productividad orgánica (precipitación bioinducida de carbonatos, acumulación

de bioclastos), y en relación con los aportes de aguas duras procedentes de áreas elevadas calcáreas (áreas madre jurásicas). Esta producción de carbonatos parece haber sido elevada dando lugar a una alta tasa de sedimentación que se refleja en la tendencia a la colmatación del sistema lacustre. Esta alta tasa de sedimentación, se vería compensada por una fuerte subsidencia en determinados momentos de la evolución paleogeográfica.

Entre los factores extracuencales el clima, y una activa tectónica sinsedimentaria se perfilan como los dos factores fundamentales.

En cuánto al clima este ha sido interpretado como subtropical árido con alternancia estacional anual de una estación húmeda y otra seca. El análisis sedimentológico de las facies lacustres, fundamentalmente de las facies de calizas finamente laminadas, viene a confirmar este funcionamiento climático.

En lo que se refiere a la tectónica, el control que ejerce ésta en la Cuenca Ibérica durante la sedimentación del Cretácico inferior, ya ha sido postulado por diferentes autores: Alvaro, Capote y Vegas (1979); Vilas et al. (1983); Capote (1983). El Cretácico inferior representaría una etapa de rifting dominada por una tectónica distensiva generalizada, que configuraría una serie de bloques hundidos y levantados limitados por fracturas que controlarían la sedimentación.

La cubeta de Las Hoyas forma parte del surco más subsidente (Surco de Uña-Las Hoyas) de los definidos por Meléndez et al. (1989) para el Cretácico inferior de la Serranía. Se encontraría limitado por la alineación Priego-Cuenca y la falla de La Cierva por el Oeste y por el Sur y por la Falla Hespérica al Este.

Existen numerosas pruebas de la importancia del control tectónico en el relleno de la cubeta de Las Hoyas. Por un lado pruebas directas: frecuentes estructuras de slump y fracturas sinsedimentarias a macro y microescala en las facies lacustres. A macroescala, los slumps constituyen niveles continuos que marcan eventos muy concretos y que suelen coincidir con una profundización en el sistema y que pueden ser por tanto, correlacionados con pulsos en la subsidencia. Otra prueba directa está constituida por la presencia de brechas de cantos angulosos procedentes del Jurásico, incluidas en las calizas lacustres (Fase 5 del Episodio 2) y que hemos interpretado como el producto del desmantelamiento de un borde del lago abrupto e inestable.

Por otra parte, contamos con un conjunto de datos indirectos: es notable la asimetría de la cuenca que se manifiesta en la distribución de los cinturones de facies (Figs. 4 y 5). Esta disposición asimétrica pone de manifiesto la existencia de un onlap de los sucesivos episodios sobre el substrato jurásico (paleokarst) en el borde sur de la cubeta. Por otra parte las facies que ponen de

manifiesto la existencia de un límite abrupto en la cubeta lacustre se disponen a lo largo del borde Sur y margen Este del área, coincidiendo con la zona de control de la Falla de la Cierva, de forma que durante el Episodio 2, el lago se situaría en el extremo más meridional de la cubeta y adosado al talud de la falla.

La procedencia de los aportes extracuencales que drenan hacia la cuenca son otro indicio de la tectónica sinsedimentaria. Durante el Episodio 1 los momentos de llegada de material siliciclástico extracuenca desde el Norte, ligados a momentos de reactivación de la red fluvial son las únicas evidencias observadas. Durante el Episodio 2 no hay aportes extracuencales y son las estructuras de slumps y los fenómenos turbidíticos, las pruebas de actividad tectónica de las que disponemos como ya se ha explicado. Durante el Episodio 3 y como también se explicó en su momento, la entrada de material siliciclástico desde el Este evidencia un acusado levantamiento tectónico en los últimos momentos de relleno de la cubeta que apuntan hacia el control por accidentes tectónicos, posiblemente relacionados con la Falla Hespérica de dirección NO-SE. Por otra parte el control tectónico de las directrices NO-SE sobre la sedimentación durante el Cretácico inferior ha sido señalado por otros autores (Meléndez, F., 1972; Meléndez et al., 1974; Gómez-Fernández y Meléndez, 1991).

De esta forma la cubeta de Las Hoyas estaría localizada en un bloque subsidente, basculado, controlado por una falla activa. La subsidencia de este bloque sería máxima en las proximidades de dicha falla, de manera que se crearía una cubeta asimétrica, más deprimida en la zona adosada a la falla y relativamente levantada en dirección opuesta. En esta zona deprimida se formaría una cubeta lacustre, organizándose una red de drenaje desde la parte levantada del bloque hundido y basculado (hacia el Norte en este caso, área en la que se instaló el sistema fluvial cuya llanura de inundación distal constituye el Episodio 1). El bloque elevado por el juego de la falla se comportaría de forma pasiva, aportando a la cuenca únicamente material procedente del talud (niveles de brechas intercalados en las calizas lacustres). Esta distribución de los cinturones de facies y de los sistemas de drenaje en relación con el bloque basculado es muy similar a la que proponen Frostick y Reid (1987) para el relleno sedimentario de un segmento elemental de un rift continental.

A grandes rasgos parece deducirse de todo lo expuesto, que la actividad tectónica fué más fuerte y constante hacia el final del relleno de la cuenca o al menos más evidente.

Las condiciones del afloramiento y la estructura actual no nos han permitido medir exactamente los espesores acumulados en el borde sur de la cube-

ta, dato definitivo para confirmar el modelo propuesto (Fig. 6), aunque hasta el momento debemos considerar éste como meramente interpretativo, todos los datos que disponemos apuntan a una configuración de relleno de este tipo. Por otra parte esta configuración parece encajar perfectamente dentro del encuadre paleotectónico general en el que se encontraría la Cuenca Ibérica en este momento (etapa de rifting), de modo que la cubeta de la Hoyas se ajusta a un esquema teórico de relleno de un segmento de un gran rift.

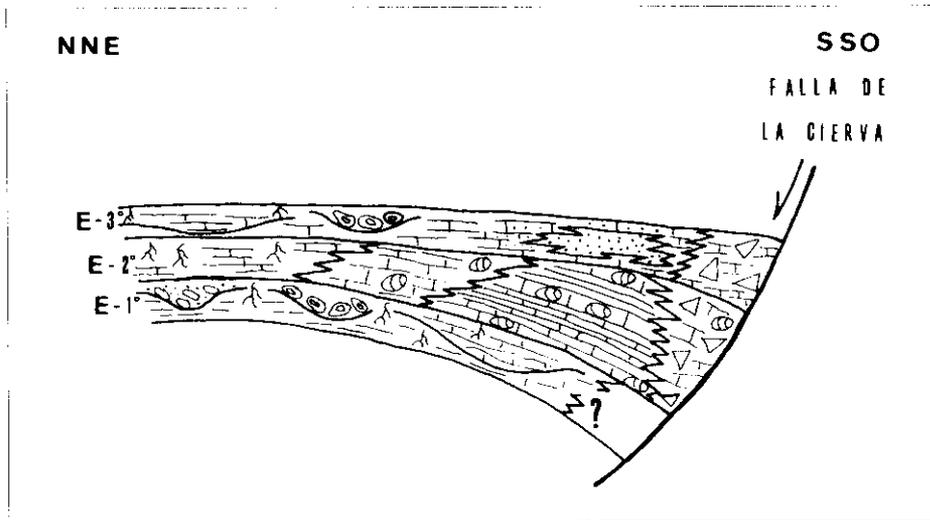


Fig. 6.—Esquema interpretativo del relleno de la cubeta de Las Hoyas sobre un bloque basculado subsidente a favor de la Falla de la Cierva situada en su extremo meridional. Sin escala.

Fig. 6.—Interpretative sketch of Las Hoyas sub-basin infilling on a tilted subsident block in favour of La Cierva Fault located in the sub-basin southern border. Without scale.

## CONCLUSIONES

El análisis sedimentológico de los depósitos formados en la cubeta de Las Hoyas (Serranía de Cuenca, Cordillera Ibérica) nos ha permitido establecer la evolución de un complejo relleno sedimentario en tres episodios. A lo largo de estos tres episodios la paleogeografía del área estuvo dominada por diferentes ambientes:

1. Episodio 1: Sistema de llanura aluvial distal.
2. Episodio 2: Sistema lacustre abierto.
3. Episodio 3: Sistema de llanura aluvial distal con áreas lacustres marginales dominantes.

La variación a lo largo del tiempo de la distribución de los diferentes ambientes deposicionales se encuentra controlada por las modificaciones en el equilibrio entre la tasa de sedimentación y la tectónica sinsedimentaria activa; así mismo, factores como la producción de carbonatos, la llegada de aportes siliciclásticos, el clima, etc., ejercen un papel importante en este control.

Por último, la distribución y la geometría asimétrica de los cinturones de facies, tal y como se observa en la cartografía (fig. 4), nos llevan a proponer que la cubeta de Las Hoyas se instaló sobre un bloque subsidente controlado por directrices tectónicas ONO-ESE y NO-SE y basculado hacia el SE y que formaba un segmento del rift intracontinental instalado en la cuenca ibérica durante el Cretácico inferior.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVARO, M.; CAPOTE, R. & VEGAS, R. (1979) Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Celtibérica. *Acta Geol. Hisp.* Libro homenaje a Luis Solé Sabaris nº 14: 172-177. Barcelona.
- ANDERSON, R.Y.; DEAN, W.E.; BRADBURY, J.P. & LOVE, D. (1985) Meromictic lakes and varve lake sediments in North America. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 1607: 19 pp.
- ARRIBAS, M.E. (1986) Petrología y análisis secuencial de los carbonatos lacustres del Paleógeno del sector norte de la Cuenca Terciaria del Tajo. *Cuadernos de Geología Ibérica*. 10: 295-334.
- BRANNEY, M.J.; KNELLER, B. & KOKELAAR, B.P. (1990) Disordered turbidite facies (DTF): a continuous surging density flows. *Abstracts Posters 13th. International Sedimentological Congress*: 38. Nottingham England.
- CAPOTE, R. (1983) La tectónica de la Cordillera Ibérica. En: *Geología de España*. J.A. Comba (coord. gen.) Instituto Geológico y Minero de España. Libro Jubilar J.M. Rios II: 108-113. Madrid.
- FREGENAL-MARTÍNEZ, M.A. (1991) El sistema lacustre de Las Hoyas (Cretácico inferior, Serranía de Cuenca): Estratigrafía y Sedimentología. *Tesis de Licenciatura*. (Inédita). 226 pp. Universidad Complutense de Madrid.

- FREGENAL-MARTÍNEZ, M.A. & MELÉNDEZ, N. (In lit). Sedimentological analysis of the fossiliferous facies of Las Hoyas fossil site (Serranía de Cuenca, Iberian Ranges, Central Spain). *Geobios. Mem. Spec.*
- FROSTICK, L & REID, I. (1987) A new look at rifts. *Geology today*. 122-126.
- GIERLOWSKI-KORDESCH, E.; GÓMEZ-FERNÁNDEZ, J.C. & MELÉNDEZ, N. (1991) Carbonate and coal deposition in an alluvial-lacustrine setting: Lower Cretaceous (Weald) in the Iberian Range (East-Central Spain). *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.* 13: 111-127.
- GÓMEZ-FERNÁNDEZ, J.C. (1988) Estratigrafía y Sedimentología del Cretácico inferior en "Facies Weald" de la región meridional de la Serranía de Cuenca. *Tesis de Licenciatura*. (Inédita). 228 pp. Universidad Complutense de Madrid,
- GÓMEZ-FERNÁNDEZ, J.C. & MELÉNDEZ, N. (1991) Rhythmically laminated lacustrine carbonates in the Lower Cretaceous of La Serranía de Cuenca Basin (Iberian Ranges, Spain). *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.* 13: 247-258.
- HSU, K. & KELTS, K. (1978) Late Neogene chemical sedimentation in the Black Sea. En: Matter, A. & Tucker, M.E. (editores) *Modern and ancient lake sediments. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.* 2: 129-145.
- KELTS, K. & HSU, K.J. (1978) Freshwater carbonate sedimentation, En: Lerman A. (Editor). *Lakes, Chemistry, Geology, Physics.* 295-323. Springer-Verlag.
- LÓPEZ GÓMEZ, J. (1985) Sedimentología y Estratigrafía de los materiales pérmicos y triásicos del sector SE de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica entre Cueva del Hierro y Chelva (provincias de Cuenca y Valencia). *Seminarios de Estratigrafía*. Vol. 11: 343 pp. Madrid.
- MARGALEF, R. (1983) *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- MELÉNDEZ, F. (1972) Estudio geológico de la Serranía de Cuenca en relación a sus posibilidades petrolíferas. *Tesis Doctoral*. 254 pp. Madrid.
- MELÉNDEZ HEVIA, F.; VILLENA, J.; RAMÍREZ, J.; PORTERO, J.M.; OLIVE, A.; ASSENS, J. & SÁNCHEZ, P. (1974) Síntesis del Cretácico de la zona Sur de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. *1.ª Symp. Cretácico de la Cordillera Ibérica*: 51-54. Cuenca.
- MELÉNDEZ, N.; MELÉNDEZ, A. & GÓMEZ-FERNÁNDEZ, J.C. (1989) *Los sistemas lacustres del Cretácico inferior de la Serranía de Cuenca*. 70 pp. Editorial Universidad Complutense. Madrid.
- RAT, P. (1982) Factores condicionantes en el Cretácico de España. *Cuadernos de Geología Ibérica* 8: 1059-1076. Madrid.
- SANZ, J.L.; WENZ, S.; YÉBENES, A.; ESTES, R.; MARTÍNEZ-DELCLÓS, X.; JIMÉNEZ-FUENTES, E.; DIÉGUEZ, C.; BUSCALIONI, A.D.; BARBADILLO, L.J. & VIA, L. (1988) An Early Cretaceous faunal and floral assemblage: Las Hoyas fossil site (Cuenca, Spain). *Geobios* 21(5): 611-635.

- SANZ, J.L.; DIÉGUEZ, C.; FREGENAL-MARTÍNEZ, M.A.; MARTÍNEZ-DELCLÓS, X.; MELÉNDEZ, N. & POYATO-ARIZA, F.J. (1990) El yacimiento de fósiles del Cretácico inferior de Las Hoyas, provincia de Cuenca (España). *Comunicaciones de la 1ª Reunión de Tafonomía y Fosilización*: 337-355. Madrid.
- TREESE, K.L. & WILKINSON, B.H. (1982) Peat-marl deposition in a Holocene paludal-lacustrine basin. Sucker lake, Michigan. *Sedimentology* 29: 375-390.
- VILAS, L.; MAS, R.; GARCÍA, A.; ARIAS, C.; ALONSO, A.; MELÉNDEZ, N. & RINCÓN, R. con la colaboración de ELIZAGA, E.; FERNÁNDEZ-CALVO, C.; GUTIÉRREZ, C. & MELÉNDEZ, F. (1982) Ibérica Suroccidental. En: *El Cretácico de España*: 457-513. Universidad Complutense de Madrid.
- VILAS, L.; ALONSO, A.; ARIAS, C.; MAS, R.; RINCÓN, R. & MELÉNDEZ, N. (1983) The Cretaceous of Southwestern Iberian Ranges (Spain). *Zitteliana* 10: 245-254. München.
- WETZEL, G. (1983) *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona. 679 pp.

*Manuscrito recibido: 5 septiembre 1991.*

*Revisión aceptada: 5 mayo 1993.*