Ciclicidad en carbonatos lacustres paleógenos: Formación Morera del Montsant, Tarragona

Lacustrine palaeogene limestones ciclicity: Morera del Montsant Formation, Tarragona

F. Colombo (*) y D. Barbé (**)

(*) Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. 08071 Barcelona.
(**) C/ Urgell, n 52, 2, 4a, 08011 Barcelona.

ABSTRACT

The Formation La Morera del Montsant Limestones (medium-upper Lutetian) is constituted by different sort of mudstones deposited in lacustrine and palustrine environment.The different facies associations allow us to obtain multiple low order cycles that suggest complete water level oscillations.
The global curve of those cycles reflects a medium order cyclicity and represents the ratio of lacustrine basin subsidence. At the center of the lake the high subsidence episodes can be correlated with the cycles of low frequency and the episodes of low subsidence with the high frequency cycles.

Key words: *ephemeral lakes, ciclicity, lacustrine mudstones, Ebro Basin, Paleogene, Tarragona.*

Geogaceta, 15 (1994), 41-44
ISSN: 0213683X

Introducción

La Formación Calizas de la Morera del Montsant situada al S.E. de la Cuenca del Ebro (Priorat, Tarragona) (fig.1) incluida en el Grupo Cornudella (Taneciense Sup.-Luteciense sup.) está formada por materiales carbonatados con una potencia de entre 80 y 90 metros y una continuidad lateral de unos 20Km. (Colombo,1986). Los materiales que la constituyen son: lutitas, lutitas carbonatadas, *mudstones* nodulosos, *wackestones* de intraclastos, *packstones* y algun *grainstone*. Toda la unidad está fuertemente bioturbada. Abundan la marmorización, las estructuras verticalizadas de raices y los niveles pisolíticos.

El ambiente sedimentario se halla constituido por los subambientes lacustre y palustre. Los materiales corresponden a facies primarias de origen lacustre (Plat y Whrigt, 1991) y facies pedogénicas sobreimpuestas que removilizan (Calvet y Julià, 1983) a las anteriores (fig.2). La preservación de las facies originales depende de la potencia de éstas y de la profundidad a la que llega la alteración edáfica (Freytet y Plaziat, 1982).

Secuencia ideal

La asociación de facies permite deducir la existencia de diversos ciclos. Cada ciclo (C) refleja una oscilación completa de la lámina de agua, a partir de una superfície de inundación lacustre sobre sedimentos edafizados, hasta la progresiva desecación del lago y progradación de distintos cinturones pedogénicos sobreimpuestos a los sedimentos lacustres. La secuencia ideal (fig. 2) corresponde a la sucesión completa de facies que representa un ciclo (C) completo. Las oscilaciones de menor orden del nivel del agua permitieron preservar facies palustres (F4 y F10) y puntualmente algún *mud-mound*.

Como que las isócronas entre secuencias de bajo orden (C) son horizontales, se puede suponer que el sumatorio de los incrementos de profundidad, que ha sufrido cada lago desde su implantación hasta su colmatación, equivale a la potencia del sedimento acumulado durante la colmatación del vaso lacustre.

La profundidad relativa que corresponde a la que podia tener el lago en un determinado momento, está caracterizada por unas facies y asociaciones de facies concretas. Esa profundidad se deduce de la cuantificación de las potencias de sedimento lacustre ubicado entre dos superficies de emersión consecutivas y a partir de la secuencia ideal de desecación, necesaria para producir un ciclo completo (C). La curva de profundidades relativas del vaso lacustre es cuantitativa para un ciclo completo (C) y cualitativa dentro de ese ciclo. La profundidad atribuida a cada facies, aunque tiene un cierto rango de oscilación, no puede ser mayor que la indicada ya que en caso contrario toda la llanura quedaria inundada y las isócronas tendrian una distribución oblicua. Esa profundidad tampoco puede ser mucho menor, ya que en caso contrario la secuencia de facies lo reflejaria, produciendo la adición de varios ciclos de menor orden.

Se ha considerado un crecimiento en potencia de los carbonatos emergidos cuando las facies subaéreas llegan a desarrollar un *hard-pan* pisolítico como fase final de un caliche (Esteban y Klappa, 1983). El cálculo de la profundidad en la curva eustática se ha realizado añadiendo un 30% a la potencia de los sedimentos para compensar la compactación diagenética.

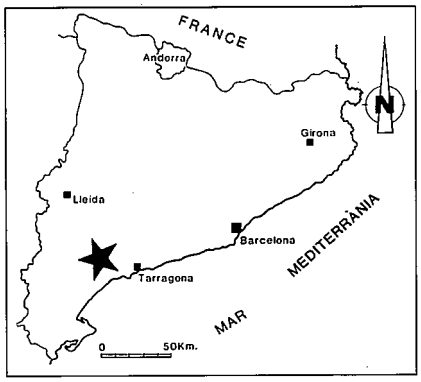
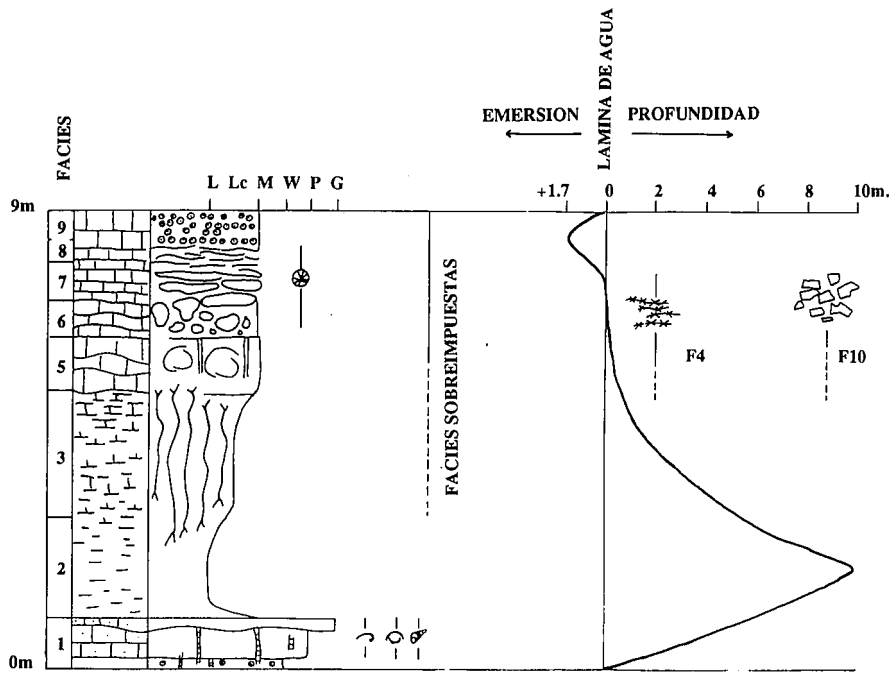


Fig. 1.— Situàción de la zona estudiada.

Fig. 1.— Studied area location.



FACIES LACUSTRES
F1: Wackstone- Packstone (intraclastos) con ostracodos (W,P,G)
F2: Lutitas de decantación (L)
F3: Lutitas carbonatadas (Lc)

FACIES PALUSTRES
F4: Carniolización (brechificación telodiagenética)
F10: Brechas marginales lacustres

FACIES PEDOGENICAS SOBREIMPUESTAS
F5: Mudstone nodular con trazas verticales de raices (M)
F6: Caliche nodular (M)
F7: Caliche nodular-planar (M)
F8: Mudstone tabular (Platty) (M)
F9: Mudstone pisolítico (M)

Microcodium: **Trazas de raíces:**
Trazas de raíces con cemento calcítico:
Pisolitos: **Bivalvos:**
Ostracodos: **Gasteropodos:**

Fig. 2.— Secuencia ideal que representa una oscilación completa de la lámina de agua. Empieza con una expansión lacustre inicial sobre los materiales pedogénicos y acaba con los últimos episodios de desecación. La curva eustática lacustre sugiere la profundidad relativa del lago y se refiere a la potencia total de los sedimentos acumulados. La preservación de las facies F4 y F10 depende de la intensidad de los procesos pedogénicos.

Fig. 2.— Ideal sequence which represents a complete water table oscillation. This starts with the initial lacustrine expansion over the pedogenic materials and ends with the last drying processes. The eustatic curve suggests the relative lake depth referred to the sediment thickness accumulated from the starting sedimentary processes trough the end of lacustrine environment. The preservation of F4 and F10 facies depends on the intensity of pedogenic processes.

Se ha construido la curva de profundidades relativas suponiendo una tasa de sedimentación equivalente y del mismo orden que la subsidencia. En el caso de que esa tasa fuera menor que la subsidencia existiria una asociación de facies diferente, caracterizada por la presencia de abundantes litosomas de terrigenos gruesos. Si el grado de sedimentación fuese menor que la subsidencia, la colmatación de los lagos se realizaria rápidamente con desarrollo de abundantes montículos *(mud mounds)* de sedimento. En ambos casos no existirian los niveles de final de secuencia isócronos y horizontales, tal y como existen actualmente.

La preservación de las facies de alta energia depositadas al inicio de la transgresión sugiere que la expansión lacustre se produce a mayor velocidad que la retracción. Esto puede ser debido a procesos rápidos de inundación sobre una cuenca con una topografia muy suave donde se podrian formar simultáneamente diversos lagos. La superfície ocupada por dichos lagos corresponde a un área aproximada de 225 Km2 con una profundidad máxima que variaba entre 2 y 10m.

Cada nuevo ciclo comienza con una superficie de transgresión lacustre sobre sedimentos pedogénicos subaéreos, se desarrolla la sedimentación lacustre y acaba con un episodio de desecación y progradación de diversos cinturones de vegetación que condicionan una pedogénesis localmente muy desarrollada. Esto sugiere que cada ciclo corresponde a un evento climato-sedimentario (C).

La ausencia de grandes clinoformas lacustres se debe a la removilización del sedimento producida por las facies edáficas.

Evolución del modelo sedimentario

Los diversos episodios principales de la evolución del modelo sedimentario de la Fm. Morera (fig. 3) implican:

1. Inicio de la expansión lacustre. En aguas poco profundas y con alta energia se produce la deposición de *packstones* y *wackestones* que son intensivamente bioturbados por plantas hidromorfas.

2. Rápido incremento de la lámina de agua que ocupa toda la llanura de inundación formando los mayores lagos (Km.). Esta expansión lacustre condiciona la deposición de lutitas en el centro del lago y de carbonatos pedogénicos en los márgenes.

3. Progresivo descenso de la lámina de agua. Gran desarrollo de las facies pedogénicas que progradan hacia el centro del lago y que estan sobreimpuestas a las facies lacustres. En los márgenes del lago se producen facies someras de baja energia condicionadas por brechificación telodiagenética.

4. Desecación del lago. Solo persisten pequeños charcos dispersos que van siendo afectados progresivamente por facies pedógenicas. Los caliches alcan-

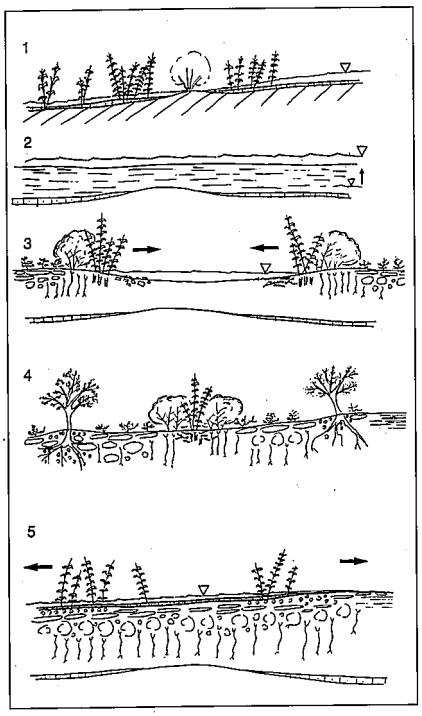


Fig. 3.-Evolución del Modelo Sedimentario. Ver explicaciones en el texto.

Fig. 3.-Evolution of Sedimentary Model. More explanations in the text.

zan un gran desarrollo y representan el fin de la secuencia ideal de facies.

5. Nueva transgresión lacustre que implica una rápida inundación de toda la llanura. Sobre las facies pedogénicas anteriores se depositan *wackestones-packstones.*

Ciclicidad

A partir de la correlación de las secuencias de facies entre las diferentes columnas estratigráficas (fig. 4), se obtienen ciclos de orden diferente. Se ha citado (Anadón, *et al.*,. 1991) ciclicidad de orden similar en otros sedimentos terciarios lacustres.

Ciclo A— Alto orden. Potencia: 100m. Representa toda la sedimentación lacustre comprendida entre los depositos clásticos aluviales inferiores y superiores.

Constituye la respuesta sedimentaria a la actividad tectónica. La alternancia de períodos de mayor actividad tectónica con períodos de actividad muy baja es sugerida por la intercalación de materiales terrígenos (actividad) entre materiales lacustres (estabilidad).

Ciclo B— Medio orden. Potencia: 20-40m. Representa el grado de subsidencia de la cuenca, el aspecto global y la tendencia de los ciclos de menor orden.

Estos ciclos estan controlados por episodios de subsidencia en una cuenca sedimentaria tectonicamente estable. Los episodios de alta subsidencia son correlacionables con episodios de baja frecuencia de oscilación de la lámina de agua que sugieren el desarrollo de lagos estables y profundos. En el centro de los lagos no se producen variaciones bruscas de profundidad, ni tampoco en los aportes de sedimento. Por tanto, se puede considerar que la tasa de sedimentación era equivalente al grado de subsidencia.

Los episodios de baja subsidencia son correlacionables con los de alta frecuencia de oscilación de la lámina de agua que sugieren lagos poco profundos y de migración constante.

Ciclo C.-Bajo orden: Potencia: 1-10m. Cada ciclo representa una oscilación completa de la lámina de agua (fig.2).

Los ciclos situados en areas lacustres marginales tienen mayor frecuencia que los situados en las areas centrales, ya que muestran un registro más completo de las oscilaciones de la lámina de agua. Son ciclos climáticos ya que las oscilaciones de la lámina de agua representan alternancias de períodos húmedos y secos. La repetición en el tiempo de los ciclos climáticos y su correlación en toda la cuenca permiten considerar constante al modelo sedimentario.

Ciclo D.– Menor orden: Potencia: cm-dm. Ciclos constituidos principalmente por las facies palustres (F4 y F10).

Representan una oscilación menor de la lámina de agua sin que lleguen a emergir los sedimentos lacustres del centro del lago. Cuando no se preservan las facies palustres el único modo para detectar oscilaciones de orden menor es correlacionando la secuencia de facies de centro de lago con las secuencias de facies marginales, donde las oscilaciones se producen en un periodo de tiempo más corto y por tanto se puede deducir una mayor frecuencia.

La correlación de las diferentes columnas estratigráficas permite observar que hacia el centro de cuenca los ciclos de bajo orden (C) corresponden a facies de centro de lago y los de orden medio (B) son de baja frecuencia. Hacia los márgenes de cuenca los ciclos de bajo orden (C) corresponden a facies de margen de lago y los de orden medio (B) son de alta frecuencia.

Las lineas que permiten la correlación representan el inicio del periodo de transgresión lacustre presentado en toda la cuenca, y por tanto pueden ser consideradas como isócronas locales.

Conclusiones

1. El ambiente sedimentario de la Fm. Morera es el producto de la mezcla de dos subambientes: sobre unas facies primarias de origen lacustre se sobreimponen otras facies de orígen pedogénico que removilizan y reordenan el sedimento inferior. La preservación de las facies originales lacustres depende de su potencia unitaria y de la intensidad de los procesos pedogénicos.

2. Las facies y asociaciones de facies sugieren que los carbonatos fueron depositados en un ambiente lacustre con oscilaciones de alta y baja frecuencia de la lámina de agua que implican el desarrollo de varios ciclos.

3. La potencia de los sedimentos lacustres comprendidos entre dos superficies de emersión consecutivas permite obtener la curva de profundidades relativas de la lámina de agua del lago, característica para cada ciclo sedimentario. Para construir la curva se ha supuesto una reducción del 30% de la potencia deposicional de los sedimentos, como resultado de la compactación diagenética.

4. Las facies correspondientes a las oscilaciones de menor orden (F4, F10) se preservan cuando la potencia de lutitas lacustres depositadas encima es suficientemente grande. Esto se produce cuando existe un nuevo ascenso de la lámina de agua en un mismo ciclo de orden bajo (C).

5. Cada nuevo ciclo de orden bajo o climato-sedimentario(C) comienza con una superficie de transgresión lacustre sobre unos sedimentos expuestos subaéreamente y produce las facies de mayor energía (F1).

6. La transgresión lacustre es más rápida que la regresión permitiendo que se preserven las facies iniciales de cada ciclo (F1). Esto puede ser debido a procesos de inundación rápidos sobre una cuenca relativamente llana.

7. La dificultad para reconocer grandes clinoformas lacustres se debe a

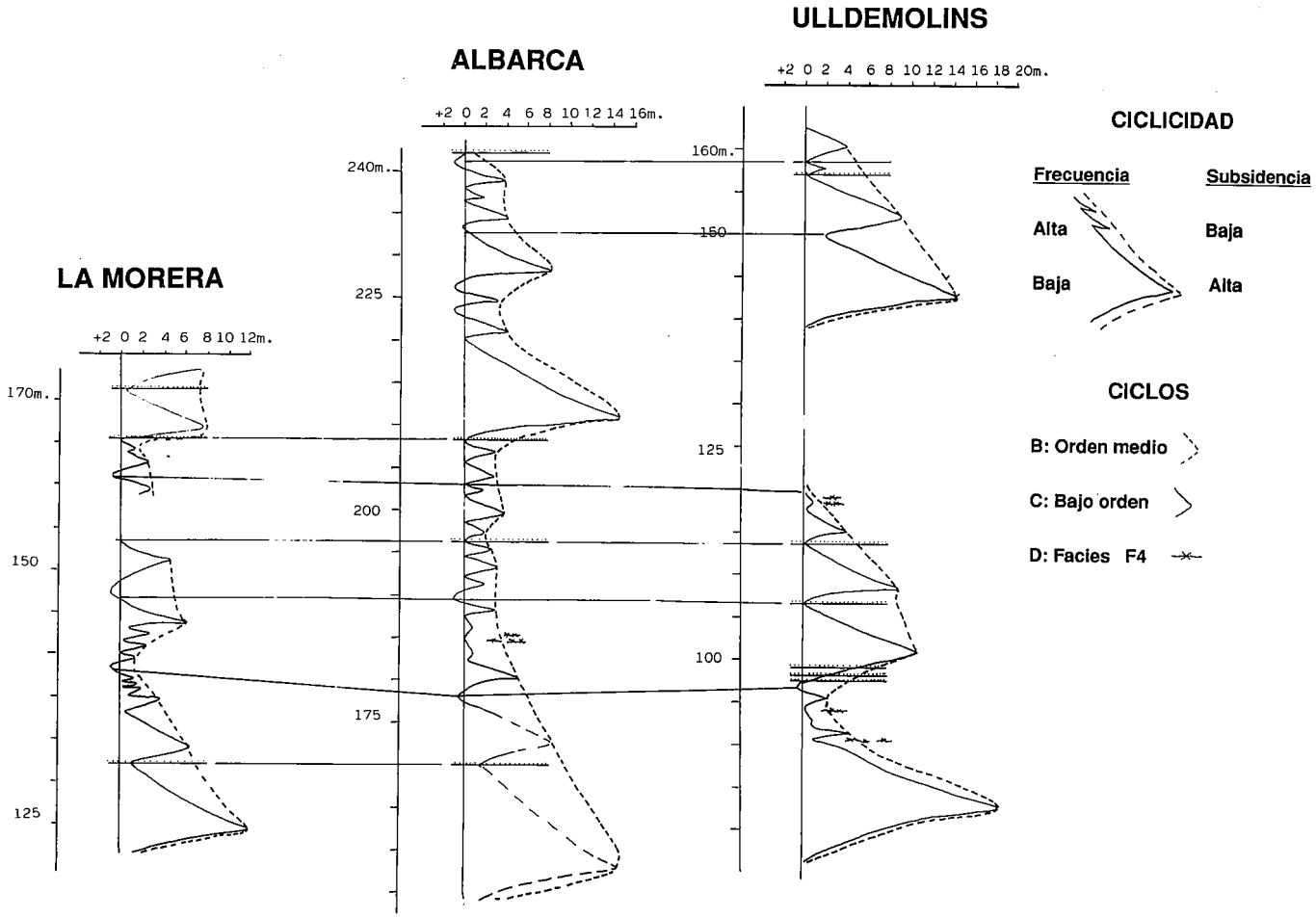


Fig. 4.— Existe ciclicidad de ordenes diversos. La Morera: Existen los ciclos mas pequeños y de menor orden que representan una alta frecuencia. Corresponden a asociaciones de facies lacustres marginales con predominancia de *wackestones* y representan diversos episodios de emersión con desarrollo de caliches. Ulldemolins: Ciclos de medio y bajo orden que representan una baja frecuencia y corresponden a asociaciones de facies lacustres centrales con predominancia de *packstones* y *grainstones*. Los episodios de emersión no estan bien desarrollados.

Fig. 4.— There are different order of cyclicity. La Morera: Lowest-minor order cycles that reppresent high frequency. Marginal lake asociations with predominance of* wackestones. *Several emersion episodes with caliche developments. Ulldemolins: Minor-medium order cycles that reppresent low frequency. Central lake facies assemblages with predominance of* packstones *and* grainstones. *Emersion episodes not well developed.

que los márgenes del lago tenian una pendiente muy suave y también a que mientras el vaso de agua se va rellenando de sedimento, se va secando lateralmente. De este modo la alteración pedogénica se produce siempre a la misma altura. Localmente pueden preservarse pequeñas superficies relictas primarias *(mud-mounds)* debido a un ciclo intermedio de orden menor (D).

8. La curva global que incluye los ciclos de bajo orden (C) o climato-sedimentarios sugiere el grado de subsidencia y corresponde a los ciclos de orden medio (B). La superficie de máxima sequía (marcada por las facies de caliche) tomada como límite de secuencia bajo la superficie de transgresión lacustre, permite obtener lineas de correlación isócronas entre las diferentes columnas estratigráficas. Las principales isócronas son paralelas entre si.

9. La subsidencia de esta cuenca debe ser del mismo orden que el ritmo de sedimentación ya que no hay aportes importantes de sedimentos terrígenos externos. Un análisis detallado de las facies a través de las superficies de máxima sequía y de transgresión lacustre permite obtener un registro paleoclimático. Las líneas de correlación isócrona hacen que este registro sea identificable en toda la cuenca.

10. Las asociaciones de fósiles que se han estudiado no permiten una mejor subdivisión cronoestratigráfica que la utilizada hasta la fecha.

Agradecimientos

Agradecemos las sugerencias aportadas por el Dr. Francesc Calvet. Este trabajo ha sido realizado dentro del Proyecto DIGICYT PB91-0805.

Referencias

Anadon, P. Cabrera, LL. Julià, R. Marzo, M. (1991): I.A.S. Spec. Publ. 13.

Calvet, F. y Julià, R. (1983): Springer Verlag, Berlin.

Colombo, F. (1986): Cuad. de Geol. Ibérica, 10, pp. 55-115.

Esteban, M. y Klappa, C.F. (1983): A.A.P.G., Mem 33, 5.

Freytet, P. y Plaziat, J.C. (1982): Contrib. Sediment. 12. 213 pp.

Plat, N.H. y Wright, V.P. (1991): I.A.S. Spec. Publ. 13.