

La Formación Arcillas de Morella (Aptiense Inferior), Cadena Ibérica oriental (España): caracterización sedimentológica

The Arcillas de Morella Formation (Lower Aptian), eastern Iberian Chain, (Spain): sedimentological characterization

D. Gàmez⁽¹⁾, P. Paciotti⁽²⁾, F. Colombo⁽³⁾, R. Salas⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Departament d'Enginyeria del Terreny. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Jordi Girona 1-3 Ed. D-2, Planta baixa. E-08034 Barcelona, Espanya. desire.gamez@upc.es

⁽²⁾ Dipartimento di Geologia. Università di Perugia. Perugia, Italia.

⁽³⁾ Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines. Fac. Geologia, Universitat de Barcelona. Pedralbes, E-08028 Barcelona, Espanya. colombo@natura.geo.ub.es

⁽⁴⁾ Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geofísica. Fac. Geologia, Universitat de Barcelona. Pedralbes, E-08028 Barcelona, Espanya. ramons@natura.geo.ub.es

ABSTRACT

The detail stratigraphy, sedimentology and paleontology of the *Arcillas de Morella* Formation allows us to better understand the sedimentary environment in the northwestern part of the Maestrazgo Basin during the Lower Aptian.

We have recognized five facies associations interpreted as no-marine marshy mud flats with low energy and channels of low sinuosity interrupted by episodic channel fill facies of high-energy multi episodic with main retrogradation trends. At the base and top of studied interval are carbonate and clastic tidal flat facies respectively. A fluvial channel with tidal influence facies is found into upper tidal flat. There is fossil community (reptiles, fishes and coniferous trees) in the *Arcillas de Morella* Formation that provides unique paleoclimatic and paleogeographic information such as an arid climate and subtropical. The siliciclastic tidal flat with minor fluvial channel influence shows an evolution towards marine environments and suggests a regional marine transgression.

Key words: Arcillas de Morella Formation, Lower Aptian, Maestrazgo Basin, tidal influenced mud flat, transgression surface (ST)

Geogaceta, 34 (2003), 191-194
ISSN:0213683X.

Introducción

La Formación Arcillas de Morella ha sido objeto de estudio por su gran interés paleontológico conocido ya desde el siglo XIX. Definida formalmente en 1982 (Camerot *et al.*), ha sido producto de numerosos trabajos posteriores (Marie, 1963; Santafé *et al.*, 1982; Salas, 1987).

La zona estudiada se encuentra en los alrededores de la localidad de Morella (Fig. 1), en la comarca del Ports, al NW de la provincia de Castellón (Comunidad Valenciana); dentro de la Hoja nº545 (Morella), mapa topográfico nacional a escala 1:50.000.

El primer perfil se ha levantado en un nuevo afloramiento situado en una cantera a cielo abierto de extracción de arcillas denominada Mas de la Parreta, en el sector Sur de la localidad de Morella (Fig. 2). Los otros dos modificados de Salas (1987) y situados al Norte y al Oeste de la localidad de Morella (Mas de la Rourera y Teuleria Milián respectivamente).

A partir de dichos perfiles y una revisión bibliográfica, se ha realizado un análisis

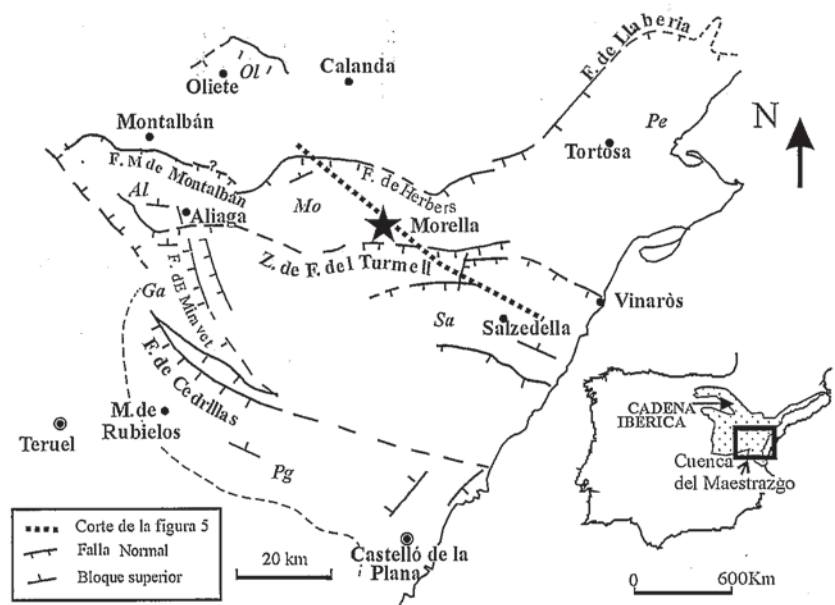


Fig. 1.- Mapa estructural simplificado de la Cuenca del Maestrazgo y de sus subcuencas durante el segundo rift: Penyalgosa (Pg), Salzedella (Sa), Morella (Mo), Perelló (Pe), Aliaga (Al), Galve (Ga), Oliete (Ol) (modificado de Salas *et al.* 2001). Se representa la situación de corte de la figura 5 y de la ciudad de Morella (A).

Fig. 1.- Simplified structural map of the Maestrazgo Basin and subbasins during Late Jurassic-Early Cretaceous second rift cycle: Penyalgosa (Pg), Salzedella (Sa), Morella (Mo), Perelló (Pe), Aliaga (Al), Galve (Ga), Oliete (Ol) (after Salas *et al.* 2001). Fig. 5 cross-section and the Morella (A) city is show.

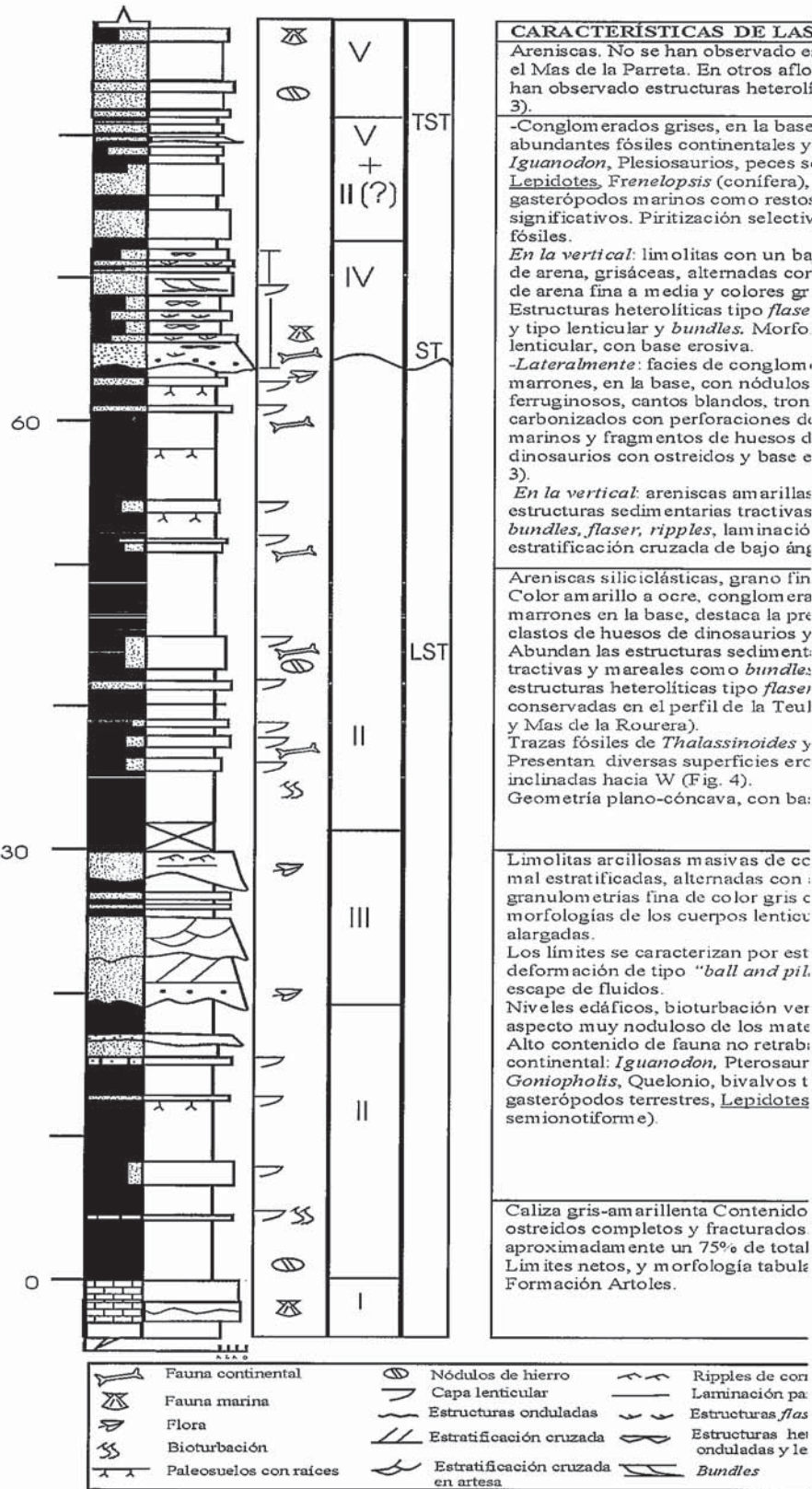


Fig. 2.- Columna estratigráfica de la Formación Arcillas de Morella levantada en el Mas de la Parreta. Se incluye la descripción de las facies y su interpretación.

Fig. 2.- Stratigraphic section of Arcillas de Morella Formation situated in the Mas de la Parreta. The facies description and their interpretation are included.

se detallado de las facies y se ha propuesto un nuevo modelo conceptual para la Formación Arcillas de Morella del Aptiense Inferior.

Marco geológico y estratigráfico

La cuenca del Maestrazgo es una cuenca mesozoica intracontinental situada en el mar-

gen oriental de la placa de Iberia, presenta una importante sucesión de sedimentos carbonatados y detríticos. Durante su evolución sufrió dos ciclos de *rifting*: 1) Pérmico Superior-Hettangiense y 2) Jurásico sup.-Cretácico Inf. Durante el segundo ciclo de *rift* un sistema de fallas listricas estructuró la cuenca en cinco bloques principales que corresponden a siete subcuencas o cubetas (Salas *et al.*, 1997). La formación de dichas subcuencas (Fig. 1) tuvo un gran efecto sobre la distribución de la sedimentación, ya que entre los bloques se generaron diferentes ambientes sedimentarios.

En la subcuenca de Morella, situada en la parte noroeste de la cuenca del Maestrazgo (Fig. 1), se depositó la Formación Arcillas de Morella con un espesor que alcanza los 100 m. En la base, en tránsito de la Formación Artoles a la Formación Arcillas de Morella, aparece un nivel poco potente de calcarenita con ostreoides poco fracturados. Hacia techo cambia a la Formación Xert compuesta por carbonatos marinos. Hacia el E de la cuenca del Maestrazgo, en la subcuenca de la Salzedella (Fig. 1), donde las facies cambian lateralmente a un medio más transicional, aparece la Formación Cervera. Este cambio lateral de facies está relacionado con la estructuración tectónica producida durante el segundo ciclo de *rift* de la cuenca del Maestrazgo.

Características e interpretación de las facies

1) Caracterización de las facies

Se distinguieron nueve tipos de facies a partir del exhaustivo estudio de campo (Fig. 2).

La base de la unidad, se caracteriza por presentar facies de calcarenitas con ostreoides, mientras que hacia arriba aparecen facies limolíticas arcillosas rojizas que se alternan con facies arenisco-lutíticas de color gris, ambas con un alto contenido de fauna y flora continental. Intercalado en las facies anteriores aparece un nivel potente de facies de areniscas amarillas caracterizadas por presentar estructuras sedimentarias fluviales y mareales, y superficies erosivas que presentan un buzamiento hacia el W (Fig. 4). Por encima de esta alternancia de facies se observan facies arenosas con estructuras mareales y de oleaje y facies de conglomerados marrones en la base, con un elevado contenido en fauna y flora. Lateralmente y descritas en el sector del Mas de la Parreta (Fig.2), las facies son más lutíticas con estructuras heterolíticas y *bundles*, en la base aparecen facies de conglomerados grises con restos de fósiles continentales y marinos. Hacia techo existen facies de areniscas con estructuras mareales.

2) Asociación de facies e interpretación

A partir del estudio de las relaciones la-

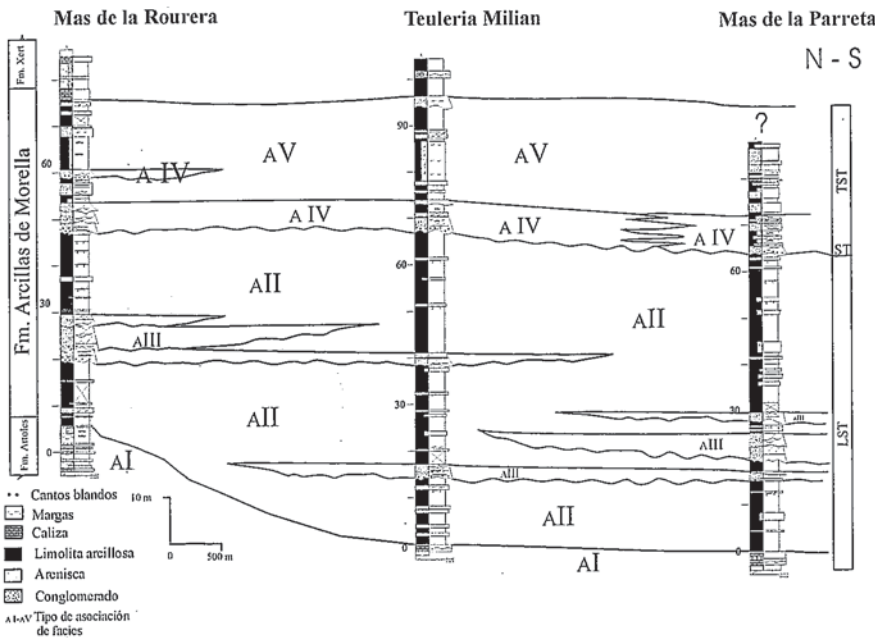


Fig. 3.- Correlación de los perfiles realizados en la zona de Morella. Se indican los cinco tipos de asociaciones de facies (AI, AII, ..., AV), así como las relaciones de formaciones en la vertical y cortejos sedimentarios identificados (LST, cortejo regresivo; TST, cortejo transgresivo; ST, superficie de transgresión). Los principales niveles de correlación corresponden a las bases de los principales litosomas de granulometría gruesa.

Fig. 3.- Correlation of the stratigraphic logs of the Morella area. The five facies associations (AI-AV), the vertical relationships of the lithostratigraphic units, and the differentiated systems tracks, (LST, low system track; TST, transgression system track; ST, transgression surface) are shown. The coarse-grained sandstone and conglomerates are correlated.

terales y verticales de las facies se han observado 5 tipos de asociaciones de facies (Fig. 2, 3).

La Asociación I, corresponden a una llanura mareal carbonatada. La Asociación II caracterizada por ambientes de llanura lutítica (barrizal, barreal, *mud flat*), mal drenada, donde los sedimentos serían transportados por un flujo laminar de baja energía. Estas llanuras estarían expuestas a ambientes secos y húmedos produciendo oscilaciones del nivel freático que condicionarían ambientes oxidantes y reductores respectivamente, proporcionando el color rojizo y grisáceo característico (Sanz-Rubio *et al.*, 2001). Esta llanura fangosa estaría colonizada por coníferas del género

Frenelopsis (familia de Cheirolepidiaceae) y por una gran diversidad de fauna. La Asociación III intercalada entre la Asociación II (Fig. 2, 3) está caracterizada por facies de relleno de canal en un sistema fluvial efímero multiepisódico, con evidencias de influencia mareal. La Asociación IV interpretada como un canal fluvial con evidentes influencias mareales. La Asociación V muestra características de una llanura siliciclástica mareal.

Discusión y Modelo Conceptual

La Formación Arcillas de Morella representa un episodio regresivo en el Aptiense Inferior intercalado entre los depósitos

carbonatados de la supersecuencia del Cretácico Inferior.

La sedimentación de la Formación Arcillas de Morella se inició con el cambio de un ambiente de llanura mareal carbonatada (Asociación I) a un sistema fluvial de canales ramificados y poco sinuosos que atravesaba una llanura fangosa (Asociación II). La Asociación II constituye el ambiente sedimentario predominante en la subcuenca de Morella para el Aptiense Inferior. Los canales de la llanura fangosa estaban caracterizados por un régimen de flujo poco energético, transporte tractivo de arenas de granulometría mediana a fina y carga en suspensión con un tamaño de grano entre el limo y la arcilla. Los canales que componían la red de drenaje estaban mal desarrollados y eran abandonados con frecuencia, dando lugar a zonas de encharcamiento permanente hasta su relleno posterior. En ciertos períodos y como consecuencia del aumento de la frecuencia de las precipitaciones y del caudal, el nivel de la lámina de agua superaba el margen de los canales y depositaba la mayor parte del material en suspensión y arenas de granulometría fina, en la llanura fangosa adyacente. Este fenómeno originó depósitos de tipo lóbulos de derrame (*crevasse splay*). Las condiciones climáticas consistirían en períodos de gran aridez relativamente largos, alternando con otros con abundantes precipitaciones. Este hecho se desprende de la presencia de restos fósiles de hojas de coníferas del grupo de los *Frenelopsis* (familia Cheirolepidiaceae) presentes en el Mas de la Parreta, en la superficie de transgresión (ST). Esta especie se ha utilizado como paleobioindicador de climas áridos ya que la morfología de sus estomas sugiere adaptación a condiciones de estrés hídrico por salinidad elevada o escasez de agua. Recientemente se han reconocido asociaciones de *Frenelopsis* en zonas de marismas en el Cretácico (Gómez *et al.*, 2002). El grupo *Frenelopsis* también proporciona información paleogeográfica, ya que su distribución corresponde a latitudes subtropicales (Watson, 1988).

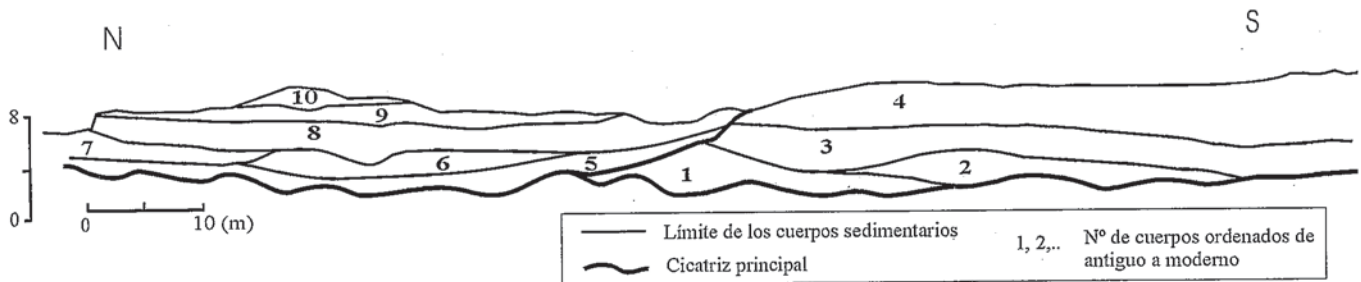


Fig. 4.- Teuleria Milian, corte longitudinal. Relleno de canal multiepisódico correspondiente a la Asociación de facies III. Los episodios 1-4 muestran carácter agradante, el conjunto 5-7 retrogradante y los depósitos 8-10 nuevamente agradante (Salas, 1987).

Fig. 4.- Teuleria Milian, longitudinal cross section of a multiepisodic channel fill facies (A III). Units 1-4 show aggradation, units 5-7 display retrogradation and units 8-10 show aggradation as well (after Salas, 1986).

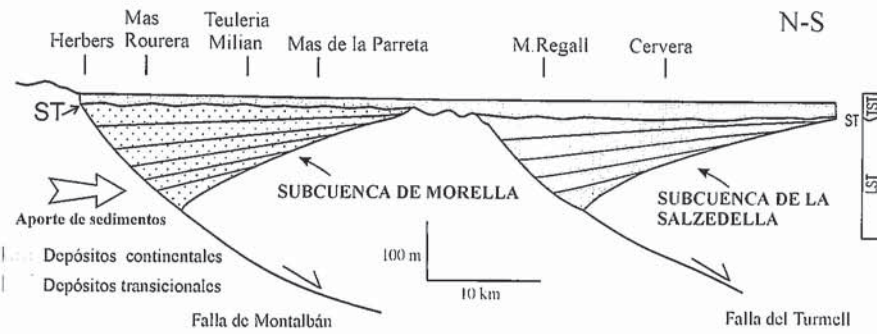


Fig. 5.- Modelo conceptual de las subcuencas de Morella y la Salzedella durante el depósito de la Formación de las Arcillas de Morella y de la Formación Cervera (Aptiense Inferior).

Fig. 5.- Conceptual model of Morella and Salzedella subbasins during the deposition of Arcillas de Morella Formation and Cervera Formation (Lower Aptian).

La llanura fangosa tuvo una cobertura vegetal uniforme: *Frenelopsis* y, en menor número, helechos del género *Cladophlebis*, que han dejado sus impresiones y cutículas en diversos niveles lagunares situados en la secuencia vertical de facies. Una fauna, constituida por restos de dinosaurios *Iguanodon*, cocodrilos (*Goniopholis* y *Bernissartia*) quelonidos, peces selácios y *Lepidotes*, habitaba la llanura fangosa y encharcada. Sin embargo, esta llanura sufrió un régimen fluvial de alta energía y multiepisódico, como consecuencia de un aumento repentino del aporte de materiales procedente del Norte. Las estructuras sedimentarias primarias tractivas situadas en dicho depósito, parecen sugerir la proximidad del mar y un cierto retoque mareal en el ambiente de deposición. Dicho evento queda representado por la Asociación III.

En la Asociación III, el modelo de apilamiento de algunos cuerpos de depósito de canal denota una retrogradación episódica del sistema fluvial (Fig. 4). La actividad tectónica de los bloques de la Cuenca del Maestrazgo (Salas *et al.*, 1996), produjo un basculamiento del bloque hacia el Norte con una sedimentación sintectónica y/o una posible variación local y relativa del nivel del mar.

Hacia el techo de la Formación **Arcillas de Morella**, existe un ambiente deposicional que consiste en una llanura mareal siliciclástica desarrollada como consecuencia de un cambio eustático y/o tectónico de ámbito regional. Este cambio quedó registrado en los materiales como una superficie de transgresión (ST) (Fig. 2, 3), representada por los conglomerados de las Asociaciones IV, que constituyen un lag basal con restos fósiles continentales y marinos. Esta superficie de transgresión marca la transición de un ambiente continental a un ambiente marino. La llanura mareal era surcada por eventuales canales fluviales afectados por la acción de oleaje y mareas. Estos canales, debido a la ya mencionada variación de regímenes fluviales, modificaron periódica-

mente la cantidad de materiales que aportaban al mar. De este modo las corrientes de marea aprovechaban para penetrar en medio continental en régimen de poco aporte de sedimento fluvial y viceversa. Este proceso generó unos depósitos caracterizados por la alternancia de sedimentos arenosos y fangosos con estructuras hetrolíticas y *bundles* (Einsele, G., 2000). El ambiente de canal queda representado por la Asociación IV y la llanura mareal siliciclástica por la Asociación V.

El sistema se extiende hacia áreas más distales abarcando la subcuenca de la Salzedella (Fig. 5) donde se instaló una llanura mareal contemporánea a la llanura fangosa de la Formación **Arcillas de Morella** y que corresponde a la Formación Cervera.

Conclusiones

El inicio de la sedimentación de las Formación **Arcillas de Morella** queda marcado por un cortejo de bajo nivel del mar (LST) que dió lugar al tránsito de ambientes de llanura mareal carbonatada, a llanura fangosa condicionada por un clima predominantemente árido y subtropical.

La evolución del sistema deposicional cambió drásticamente con el aporte masivo de sedimento por un sistema fluvial de alta energía multiepisódico y localmente retrogradante (Fig. 4). Este sistema fluvial estuvo controlado por el basculamiento de los bloques hacia el área fuente (Norte), que provocó un aumento de la acomodación y controló la sedimentación sintectónica (Fig. 5).

Hacia techo, la sucesión queda marcada por un cambio en la dinámica sedimentaria, con la instalación de ambientes litorales correspondientes a una llanura siliciclástica mareal con eventuales canales fluviales con marcada influencia mareal. Este cambio en la sedimentación indica un cortejo transgresivo (TST) que registra una superficie de transgresión (ST) muy evidente delimitando la sedimentación continental respecto la marina.

Agradecimientos

A Montserrat Inglès, Ramón Vaquer y Carles Martín-Closas de la Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, por sus comentarios y sugerencias⁽¹⁾.

A Víctor Beltrán, director general de la empresa Vega del Moll S.A. y José Miguel Gasulla, paleontólogo de la empresa por sus facilidades para la realización del trabajo.

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto I+D del Ministerio de Ciencia y Tecnología BTE2002-4453-C02-01 y el Grup de Qualitat de la Generalitat de Catalunya 2001-SRG-00074.

⁽¹⁾Las determinaciones de plantas fueron realizadas por B. Gómez (Univ. of Leeds)

Referencias

Canerot, J., Cungny, P., Pardo, G., Salas, R., y Villena, J. (1982). *Ibérica Central-Maestrazgo*. En: El Cretácico de España, Univ. Complutense, Madrid: 273-344.
 Einsele G. (2000). *Sedimentary Basins: Evolution, Facies and Sediment Budget*. Ed. Springer-Verlag: 95-124.
 Gomez, B., Martín-Closas, C., Barale, G., Solé de Porta, N. Thévenard, F. y Guignard, G. (2002). *Paleontology*, 45, 997-1036.
 Marie, J. (1964). *Étude stratigraphique et micropaléontologique de la région de Morella (prov. de Castellón, Espagne)*. Diplôme d'Études Supérieures, Univ. de Dijon: 1-108.
 Salas, R. (1987). *El Malm i el Cretaci inferior entre el Massís de Garraf i la Serra d'Espadà. Anàlisi de conca*. Tesis doctoral, Univ. de Barcelona, España: 1-365.
 Salas, R. y Guimerà, J. (1996). *Geogaceta*, 20(7), 1704-1706.
 Salas, R. y Guimerà, J. (1997). *Boletín Geológico Minero*, 108-4 y 5, 393-402.
 Salas, R., Guimerà, J., Mas, R., Martín-Closas, C., Meléndez, A., y Alonso, A. (2001). En: Ziegler, P.A., Cavazza, W., Robertson, A.H.F. y Crasquin-Soleau, S. (eds.), Peri-Tethyan Rift/Wrench Basin and Passive Margin. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris*, 186, 145-185.
 Sanz-Rubio, E., Abdul-Aziz, H., Calvo, J. P., Hilgen, F., y Krijgsman, W., 2001. *Geotemas* 3(2), 85-90.
 Watson N, J. (1988). *The Cheirolepidiaceae*. En: Beck, C.B. (ed.), Origin and evolution of Gymnosperms: 382-435.
 Santafé, J.V., Casanovas, M.L., Sanz, J.L., Calzada, S. (1982). *Geología y Paleontología (Dinosaurios) de las Capas rojas de Morella (Castellón, España)*. Diputación Provincial de Castellón y Diputación de Barcelona: 15-60.