

Secuencias deposicionales del Cretácico superior no terminal (Turoniense superior - Campaniense inferior) en la zona central de la Península Ibérica (Cordillera Ibérica y Sistema Central)

Upper Cretaceous (Upper Turonian - Lower Campanian) Depositional Sequences in the Central Zone of the Iberian Peninsula (Iberian Ranges and Central Mountains)

A. García (*), J.F. García-Hidalgo (**), M. Segura (**), J. Gil (***), B. Carenas (****) y G. Ruiz (*****)

(*) Dpto. Estratigrafía, Fac. C.C. Geológicas, Univ. Complutense, 28040 Madrid.

(**) Dpto. Geología, Fac. Ciencias, Univ. de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares GLMSR@GEOLOG.ALCALA.ES

(***) INPSA, Díaz Porlier 49, 28001 Madrid.

(****) Dpto. Geología, Geoquím. y Quím. Agric., Univ. Autónoma, 28005 Madrid.

(*****) Inst. Geol. Económica, C.S.I.C.-U.C.M., Fac. C.C. Geológicas, 28040 Madrid.

ABSTRACT

The Upper Cretaceous (Upper Turonian - Lower Campanian) in the central Iberian Peninsula is divided into 4 depositional sequences with an eustatic origin, which are correlated to the UZA 3.1 to UZA 3.4 of Haq et al. (1988) cycles chart. These sequences allow the establishment of new temporal relationships between well-known lithostratigraphic units. Tectonic also plays an important role both in the northwestwards shift of the Iberian basin during Upper Turonian - Lower Coniacian; and in the intra-Santonian events: an angular unconformity in the south border of the Central Mountains and a southeastwards shift in the basin allowing a brief Tethys - Atlantic connection.

Key words: Upper Cretaceous, Depositional sequences, Central Mountains, Iberian Ranges, Spain.

Geogaceta, 20 (1) (1996), 123-126
ISSN: 0213683X

Introducción

En la zona central de la Península Ibérica, los últimos litosomas inequívocamente identificables en las descripciones de la sucesión carbonatada del Cretácico medio son las dolomías masivas de acusado relieve de la Ciudad Encantada (Formación desde Meléndez, 1971), y en su ausencia, las calizas y margas con ammonites infrayacentes (Fm. Picofrentes desde Floquet *et al.*, 1982). Por encima yace una potente y relativamente homogénea sucesión de dolomías, más calcáreas y mejor estratificadas hacia la parte inferior, y con un aspecto más masivo y hasta brechoide en el resto. Este conjunto de materiales, que se le suele denominar genérica e imprecisamente como Senoniense ante la casi total ausencia de restos fósiles, y que constituyen el Cretácico superior no terminal del Surco Ibérico, forman parte de una secuencia deposicional de rango mayor (secuencia de segundo orden, megasecuencia, ciclosecuencia, etc.) que comienza en el Turoniense superior (Ruiz *et al.* 1994).

La estratigrafía de estos materiales solo puede establecerse mediante su correlación con las sucesiones sedimentarias del Norte y Sur de la Cordillera Ibérica, que son calcáreas y tienen un mayor contenido paleontológico.

Margen Sur de La Demanda

Presenta la sucesión estratigráfica más potente, con un mayor contenido paleontológico y en facies más marinas de toda la Cordillera Ibérica. La base de la estratigrafía de estos materiales la establece Floquet (1991), a la que hay que añadir la nomenclatura litoestratigráfica de Floquet *et al.* (1982), los datos bioestratigráficos de Wiedmann (1979) y Gräfe (1994), y una primera interpretación secuencial de Alonso *et al.* (1993). La sucesión sedimentaria que aportan estos autores (unidades litoestratigráficas, interpretaciones ambientales y atribuciones cronoestratigráficas) siguen siendo válidas. No así la interpretación secuencial y su correlación con las sucesiones estratigráficas de otras áreas.

La sucesión estratigráfica más importante puede observarse en la región de Stº Domingo de Silos, componiendo una columna desde la vertiente oriental de la Muela de Carazo, para seguir en la entrada Sur de la Garganta del Río Matasuegras, y para finalizar en la entrada occidental de dicha hoz, en las inmediaciones de la conocida localidad (Fig. 1). En la pista de Muñecas a Hontoria del Pinar, y en la vertiente occidental del Picofrentes (Soria) se sitúan los otros dos afloramientos complementarios más destacables.

La discontinuidad estratigráfica más importante (Ruiz *et al.* 1994) se sitúa entre las Margas de Picofrentes y las Calizas de Muñecas, y no en el interior de estas (Alonso *et al.* 1993). La primera secuencia deposicional está formada esencialmente por las Calizas de Muñecas, y dos discontinuidades menores subdividen a esta en tres parasecuencias, una basal más pequeña y otras dos mucho más potentes que componen casi toda la unidad.

Puede ser discutible si las calizas detríticas del comienzo de la segunda secuencia deposicional (Fig. 1) se incluyen en la Fm. Muñecas, como hacen Alonso *et al.* (1993), o en la Fm. Hortezielos, como se hace en este trabajo, a tenor de su estratificación y de su expresión morfológica. Esta segunda secuencia se articula en cinco parasecuencias, que en la entrada oriental de la Hoz de Santo Domingo tiene una espectacular perspectiva, con una significativa expresión morfológica desde la cresta de Mirandilla. El la está formada por las Calizas nodulares de Hortezielos (primera, segunda, tercera y casi la totalidad de la 4ª parasecuencia) y por la parte basal de las Calizas detríticas de Hontoria (techo de la cuarta y toda la quinta parasecuencia).

La tercera secuencia deposicional esta formada por la parte central de las Calizas de Hontoria, y aparece compuesta por tres para-

secuencias. La discontinuidad de su base tiene un magnífico afloramiento en la trinchera septentrional de una de las curvas de la carretera, mientras que la de su techo, en un barranco al Norte de Cerrolamora, tiene un peor afloramiento. Esta secuencia no aparece individualizada en el trabajo de Alonso *et al.* (1993).

La cuarta secuencia deposicional comprende la parte superior de las Calizas de Hontoria y las Calizas del Burgo de Osma, que aquí tienen un pequeño desarrollo, y su límite superior es coincidente con el que señalan Alonso *et al.* (1993).

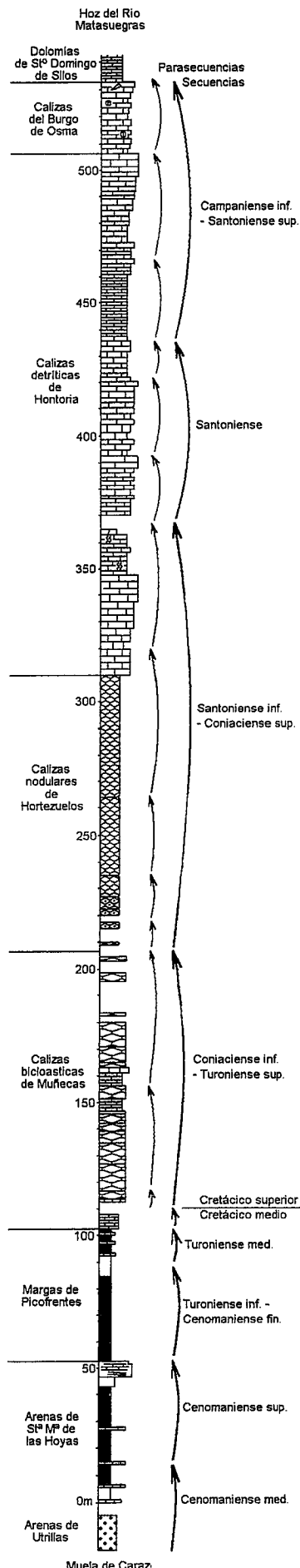
Sector septentrional de la Cordillera Ibérica Castellana y Sistema Central

El yacente del Cretácico superior son: al Sur las Dolomías de la Ciudad Encantada (p.ej., La Cabrera, región de Sigüenza); y al Norte las Margas de Picofrentes (p.ej., La Pedriza, región de Ayllón), a las que han pasado en cambio progradacional de facies las primeras. Son pocos los datos previos de la estratigrafía de Cretácico superior de esta región; las hojas del Mapa Geológico, Segura (1982) y algunas referencias de Floquet (1991).

La primera secuencia deposicional está formada por las Calizas bioclásticas de Muñecas, que aquí presentan un desarrollo mucho menor, y que lateralmente por su base pasan a un conjunto dolomítico, mareal y tableado, que parece oportuno incluirlo en la Fm. Tranquera (Fig. 2), y que se extiende por el borde Sur del Sistema Central. Esta secuencia disminuye su espesor hacia el Sureste, hasta quedar reducida a una decena de metros en el Puerto de Radona, en cuyas trincheras se observan muy claramente las discontinuidades de su base y techo.

La segunda secuencia deposicional está formada al Norte por las Calizas nodulares de Hortezuelos y la parte inferior de las Calizas detríticas de Hontoria del Pinar (Fig. 2). Presenta facies similares, aunque algo más detríticas y parcialmente dolomitizadas en los mejores afloramientos del borde Sur del Sistema Central (p.ej., Torrelaguna). Estos materiales pasan hacia el Sur a dolomías (parte inferior de las Dolomías de Somolinos), en las que al principio es posible reconocer el carácter nodular y el término detrítico de la parte alta (p.ej., Alcorlo, Somolinos, etc.), para después pasar a ser un tramo homogéneo de aspecto brechoideo, en el que solo es significativo el nivel mejor estratificado y con alguna estructura tractiva de su techo. Hacia el Sureste estos materiales pasan a facies tidales, dolomíticas y tableadas, que por criterio cartográfico también se incluyen en la Fm. Tranquera.

La siguiente secuencia deposicional está formada al Norte por la parte superior de las Calizas de Hontoria y las Calizas del Burgo de



Osma. Ambos conjuntos aquí aparecen parcialmente dolomitizados y en relación de cambio de facies, con indentaciones entre ellos, por lo que su límite es muy diacrono. Hacia el Sur (desde Atienza al Alto Tajo), este cuerpo sedimentario pasa a facies dolomíticas masivo-brechoideas, iguales a las de la secuencia infrayacente (parte superior de las Dolomías de Somolinos). En el Sistema Central esta secuencia aparece en facies calcáreas litorales (Fm. Burgo de Osma), al igual que en el Sur de la Cuenca de Almazán. Por ello se considera que esta secuencia se corresponde con la cuarta secuencia de la Unidad de La Demanda-Cameros (Santoniense-Campaniense) y que la tercera secuencia (Santoniense) no está aquí desarrollada (Fig. 2). Ello concuerda con la gran importancia que tiene en el Sistema Central la discontinuidad intra-Santoniense, que llega a materializarse en una base acusadamente erosiva (Patones, Gil *et al.*, 1993) y discordancias angulares (Valdemorillo).

Serranía de Cuenca

El Cretácico superior está formado por un potente y relativamente homogéneo conjunto dolomítico, en el que ante la casi total falta de datos, es muy importante precisar y valorar justamente las interpretaciones y las bases que sustentan a las mismas.

En este conjunto, Meléndez (1971) diferencia en la Serranía de Cuenca unas "Dolomías y calizas estratificadas" en la parte inferior ("parte superior del Turoniense") con macro y microfauna banales, y unas "Carniolas del Cretácico Superior" en la parte superior ("Senoniense") con Lacazina y otra microfauna banal. En las "Dolomías y calizas estratificadas" distingue un tramo inferior, poco potente y arcilloso-dolomítico, que es una continuación del Turoniense inferior, y un tramo superior de dolomías y dolomías calcáreas, masivas, bien estratificadas o brechoideas. Cabe destacar de que este último hacia el Noreste, presentar "aspecto noduloso". El tramo inferior cambia lateralmente a facies similares a las del tramo superior, y el conjunto pasa lateralmente a facies iguales a las Carniolas de la unidad suprayacente.

En esa misma región Meléndez *et al.* (1975) diferencian "arcillas y dolomías" de edad Turoniense (la parte inferior de las "Dolomías y calizas estratificadas" de Meléndez, 1971), una discontinuidad estratigráfica en el Turoniense superior y Coniaciense inferior,

Fig. 1.- Cretácico medio y superior de la región de Santo Domingo de Silos (Burgos)

Fig.1.- Middle-Upper Cretaceous of the Sto. Domingo de Silos (Burgos, southern sector of La Demanda-Cameros, Iberian Ranges).

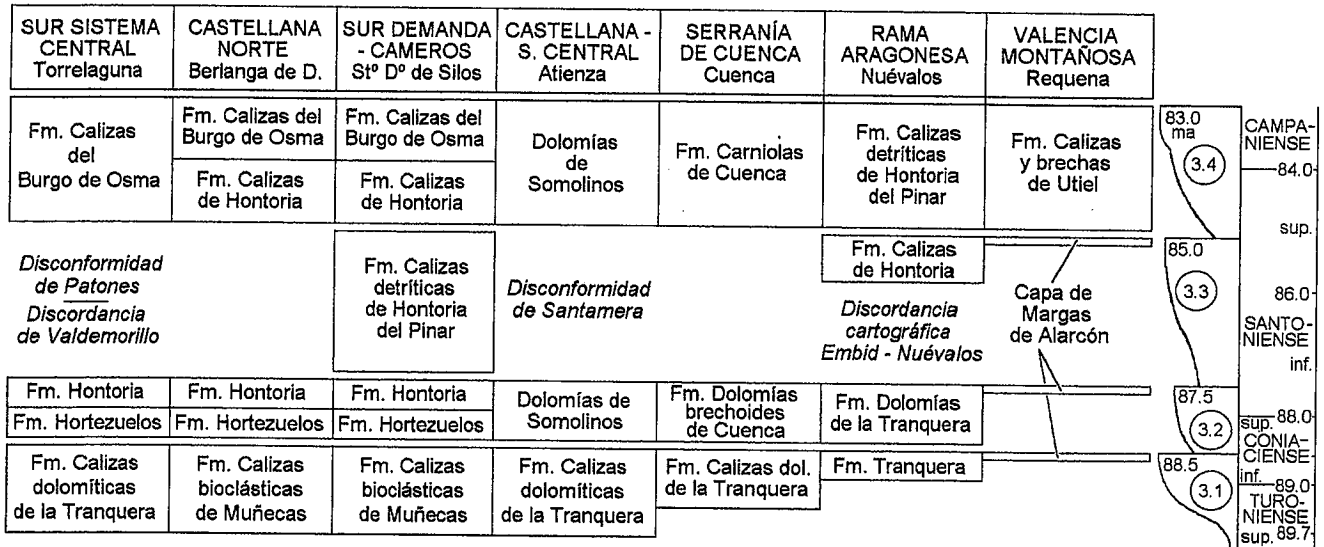


Fig. 2.- Cuadro de correlación de las secuencias deposicionales del Cretácico superior no terminal, de la Cordillera Ibérica.

Fig. 2.- Correlation chart for the Upper Cretaceous (Turonian-Campanian) Depositional sequences in the Iberian Ranges.

“Dolomías brechoideas” del Coniaciense-Santoniense, y sin un límite neto, las “Carniolas del Cretácico superior” de edad Santoniense-Campaniense.

Alonso *et al.* (1993) individualizan cuatro términos para ese mismo intervalo: dolomías inferiores en el intervalo Cenomaniense final-Coniaciense basal (segunda megasecuencia), equivalentes a las “arcillas y dolomías” de Meléndez *et al.* (1975); dolomías brechoideas de la Fm. inferior de Cuenca (“Cuenca Fm. lower”) en la parte inferior del intervalo Coniaciense-Santoniense inferior, equivalentes a las “Dolomías brechoideas” de Meléndez *et al.* (1975); calizas con estratificaciones oblicuas de la Fm. Sierra de Utiel, en la parte media del mencionado intervalo de edades; y unas segundas dolomías brechoideas de la Fm. superior de Cuenca (“Cuenca Fm. upper”), equivalentes a las “Carniolas del Cretácico superior” de los autores antes citadas, y que están cortadas por una discontinuidad estratigráfica mayor, perteneciendo la mayor parte al intervalo de edades Coniaciense-Santoniense inferior (tercera megasecuencia) y su techo al intervalo Santoniense terminal-Maastrichtiense (cuarta megasecuencia).

Los trabajos de campo recientes, muestran que los grandes tramos diferenciados en estos trabajos y las suscintas descripciones que en ellos se dan, siguen siendo válidas, pero no así: su denominación formal; el número, posición, e importancia relativa de las discontinuidades sedimentarias; su correlación con otras sucesiones sedimentarias y su atribución cronoestratigráfica.

Una discontinuidad estratigráfica importante se sitúa entre la Fm. Ciudad Encantada y el litosoma de dolomías tableadas suprayacentes, que deben ser incluidas en la Fm. Tranquera. Hacia el Norte, por debajo de esta discontinuidad van a aparecer los litosomas de

tres episodios sedimentarios que no están aquí representados, el tercer cuerpo de las Dolomías de la Ciudad Encantada (Segura *et al.* 1993), los cuerpos de dolomías de Muriel-Atienza y las de Rello. Estas dolomías tableadas se correlacionan entonces con las facies similares de la Fm. Tranquera del Alto Tajo, las de la región de Atienza-Sigüenza, y las del Sistema Central. Representan entonces a la secuencia deposicional Turoniense-Coniaciense (primera de la región de La Demanda-Los Cameros). Conviene adelantar y advertir aquí, que la mayor parte de las Dolomías de la Tranquera en su estratotipo, pertenecen a la secuencia deposicional siguiente (Fig. 2).

El nivel mejor estratificado (y con algunas posibles estructuras de alta energía) que aparece a mitad del conjunto brechoideo y masivo suprayacente, es fácilmente correlacionable con el nivel equivalente, en facies y posición estratigráfica, del Norte de la Cordillera Ibérica Castellana, que es el paso lateral de la parte inferior de las calcarenitas de Hontoria, por las que allí acaba la secuencia Coniaciense. Esta idea ya la apuntan Meléndez *et al.* (1985), para no ser considerada posteriormente (Alonso *et al.*, 1993). Por tanto, la parte inferior del gran conjunto dolomítico (“Dolomías y calizas estratificadas” de Meléndez, 1971; “Dolomías brechoideas” de Meléndez *et al.*, 1975; y el conjunto de la Fm. superior de Cuenca y la Fm. Sierra de Utiel, de Alonso *et al.*, 1993) forman aquí la secuencia Coniaciense-Santoniense. Dicho conjunto no es por tanto el paso lateral de facies ni de las Calizas Muñecas ni de las Calizas de la Sierra de Utiel, como indican estos últimos autores.

La secuencia deposicional Santoniense no está desarrollada tampoco en esta región. La parte superior del gran conjunto dolomítico y brechoideo (“Carniolas del Cretácico superior”, Meléndez 1971, Meléndez *et al.*

1975; Formación superior de Cuenca, Alonso *et al.*, 1993) forman aquí la secuencia Santoniense-Campaniense, y son por tanto correlacionables con: la parte superior de las Calizas detríticas de Hontoria más las Calizas del Burgo de Osma, en la región Sur de La Demanda - Los Cameros; con la parte superior de las Dolomías de Somolinos, en la región septentrional de la Cordillera Ibérica Castellana (Ayllón-Alto Tajo); y con las Dolomías del Burgo de Osma, en el flanco meridional del Sistema Central.

La Región Valenciana

El Cretácico superior presenta aquí un escaso desarrollo y tan solo está representado por las Margas de Alarcón y las Calizas de Utiel, siendo su espesor menos de una tercera parte del que tiene en Stº Domingo de Silos.

Las facies de las Calizas de Utiel tienen una gran similitud con las facies de las Calizas del Burgo de Osma, y además ambas contienen *Lacazina* (Assens *et al.*, 1973; Floquet, 1991; Gischler *et al.*, 1994) como las “Carniolas del Cretácico superior de Cuenca” (Meléndez, 1971), por lo que resulta evidente su correlación. Por ello, se considera que las Calizas de Utiel representan a la secuencia deposicional Santoniense-Campaniense.

Las otras tres secuencias deposicionales que se reconocen en el Cretácico superior del resto de la Cordillera Ibérica, mas las dos secuencias deposicionales del Cretácico medio que tampoco están representadas (García *et al.*, en este mismo tomo) estarían aquí en todo caso materializadas en las Margas de Alarcón, de las que ya se ha supuesto que representa un amplio intervalo de tiempo (Martín Chivelet y Gimenez, 1993).

En algunos afloramientos de la Valencia montañosa, las Margas de Alarcón están for-

madas por dos tramos de margas verdes separadas por un delgado nivel de dolomías estratificadas. Sin que lo sustente por ahora ningún dato paleontológico, parece plausible correlacionar es nivel dolomítico con el característico y persistente nivel del techo de la secuencia Coniaciense - Santiense.

Cordillera Ibérica Aragonesa

El afloramiento principal de esta región se ubica en el Embalse de la Tranquera, considerándose para el mismo válida la organización litoestratigráfica de Floquet (1991), y no estando de acuerdo con la de Meléndez *et al.* (1985) ni con la de Alonso *et al.* (1993).

El límite inferior del Cretácico superior se sitúa aquí cerca de la base de la Fm. Tranquera, en el nivel edáfico inferior de los dos que se siguen por toda la región, especialmente a lo largo de las hoces del Río Mesa. Por tanto la base de la Fm. Tranquera pertenece al Cretácico medio, y es en definitiva cambio lateral de facies de la Fm. Picofrentes en su estratotipo, y no de la Fm. Muñecas.

La primera secuencia del Cretácico superior, Turoniense-Coniaciense, esta formada por unos escasos 20 m de facies mareales, la parte media de las Calizas dolomíticas de la Tranquera, limitadas a base y techo por las discontinuidades de los dos niveles edáficos antes reseñados. Ellas son el equivalente secuencial de las Calizas de Muñecas de Stº Domingo de Silos, y de todas las Dolomías de la Tranquera del Sistema Central, de la Ibérica Castellana Septentrional y de la Serranía de Cuenca (Fig. 2).

La segunda secuencia deposicional, Coniaciense-Santiense, está formada por la mitad superior de las Calizas dolomíticas de la Tranquera, que culminan aquí con facies mas marinas con fragmentos de rudistas (Floquet 1991). Esta mitad superior de la Fm. Tranquera de aquí, es el equivalente lateral de las Dolomías brechoideas inferiores de Cuenca, de la parte inferior de las Dolomías de Somolinos y de las Calizas nodulares de Hortezielos (Fig. 2). El tramo superior con restos de rudistas puede correlacionarse con el nivel mejor estratificado de la parte media del paquete dolomítico-brechoideo de Cuenca y de Somolinos, y con la parte inferior de las Calizas detríticas de Hontoria de la región de Stº Domingo de Silos.

Por encima, y de acuerdo con Floquet (1991) aparecen las Calizas de Hontoria, truncadas en discordancia angular por el terciario. Esta unidad presenta un importante espesor en esta región, y a su base se individualiza un tramo de unos 30 m, separado del resto por una discontinuidad que parece ser de mayor rango que de límite de parasecuencia. Ello induce a interpretar que esta parasecuencia basal representa aquí a la secuencia Santiense, y

que el resto de la unidad lo hace de la secuencia Santiense-Campaniense (Fig. 2).

Conclusiones

Los depósitos del Cretácico superior no terminal (Coniaciense superior - Campaniense inferior) se apilan en cuatro secuencias deposicionales, a las que se atribuye un origen eustático, aunque es evidente que en las facies, el desarrollo, y la extensión de las materiales, la tectónica juega un importante papel.

La presencia de estas cuatro secuencias deposicionales para dicho intervalo Coniaciense superior - Campaniense inferior, es coincidente con el número de secuencias que para el mismo intervalo temporal establecen Haq. *et al.* (1988) en su conocida y discutida carta cronoestratigráfica, desde la secuencia UZA 3.1 a la secuencia UZA 3.4. No coincide sin embargo el desarrollo relativo de cada una de ellas, tanto por factores tectónicos locales, como por que ese dato de la carta del grupo EXXON es todavía más discutible.

Con la carta de ciclos de la cuenca vasco-cantábrica de Gräfe (1994) la diferencia genérica radica en una secuencia más de este autor en el Coniaciense inferior. Puede tratarse del mismo cuerpo sedimentario que en este trabajo se ha considerado la última parasecuencia del episodio sedimentario Turoniense - Coniaciense, o bien de un episodio sedimentario no registrado en la Cordillera Ibérica, y que estaría entonces estratigráficamente situado en el corte de Stº Domingo de Silos entre las Calizas bioclásticas de Muñecas y las Calizas nodulares de Hortezielos.

Con el cuadro de secuencias dado por Alonso *et al.* (1993) la diferencia genérica tan solo es también de una secuencia, esta vez de menos para estos autores. Pero hay diferencias concretas muy importantes en la posición de los límites, los materiales que las componen, y en las relaciones espacio-temporales entre las unidades litoestratigráficas, como ya se ha ido indicando anteriormente.

Hay dos peculiaridades importantes del registro estratigráfico del Cretácico superior, de la Cordillera Ibérica, que sin duda están provocados por la tectónica. El primero es el desplazamiento del Surco Ibérico durante el Turoniense superior-Coniaciense inferior, que produce un pequeño desarrollo de la primera secuencia sedimentaria (UZA 3.1 de Haq. *et al.*, 1988) en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica y extremo Sur de la Unidad de La Demanda - Los Cameros.

El segundo son los acontecimientos intra-Santienses, que se manifiestan de dos maneras. Primero, en el escasísimo desarrollo horizontal y vertical de la tercera secuencia (Santiense, UZA 3.3 de Haq. *et al.*, 1988) que solo está presente en la mitad septentrional de la Rama Aragonesa y que se materializa

en la discordancia y discordancia angular intracretácica del borde Sur del Sistema Central (Gil, 1993). Segundo, en el nuevo basculamiento del Surco Ibérico, esta vez hacia el SE, que permite reanudar la comunicación paleogeográfica de los dominios Atlántico y Tethysiano, aunque muy precariamente y por poco tiempo. Estos acontecimientos pueden ser correlacionados con el inicio de la estructuración en los Pirineos (Puigdefábregas y Souquet 1986)

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los Proyectos de Investigación de la DIGICYT nº PB90-0086 y PB93-0191 (Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM).

Referencias

- Alonso, A.; Floquet, M.; Mas, R. y Meléndez, A. (1993). *Late Cretaceous Carbonate Platforms. A.A.P.G. Mem. Special*, 56, 297-313.
- Assens, J.; Ramirez del Poz, J.; Giannini, G.; García, A.; Hernando, S.; Riba, O. y Villena, J. (1973). *Map. Geol. Esp.*, 720.
- Floquet, M. (1991). *Mem. Geol. Univ. Dijon*, 14, 925 p.
- Floquet, M.; Alonso A. y Meléndez, A. (1982). *El Cretácico de España*, Univ. Complutense Madrid, 387-456.
- Gil, J.; García, A. y Segura, M. (1993). *Geogaceta*, 13, 43-45.
- Gischler, E., Gräfe, K.-U. and Wiedmann, J. (1994). *Facies*, 30, 209-246.
- Gräfe, K.-U. (1994). *Tübingen Geo. Arb.*, A 18, 418 p
- Haq B.U., Hardenbol, J. and Vail, P.R., 1988. *Sea level changes. - An integrated approach*. Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ., 42, 71-108.
- Martín Chivelet, J. and Gimenez, R. (1993). *Cretaceous Research*, 14, 509-518.
- Meléndez, F. (1971). *Publ. Fac. Cien. Univ. Compl. Madrid*, sec. Geol. (A), 254. p.
- Meléndez, F.; Villena, J.; Ramirez Del Pozo, J.; Portero, J. M.; Olive, A.; Assens, J. y Sanchez, P. (1974). 1 *Symp. Cret. Cord. Ibér.*, 241-252.
- Meléndez, A.; Meléndez, F.; Portero, J. and Ramirez del Pozo, J. (1985). *Exc. Guide Book*, 6th Eur. Reg. Meet., 189-213.
- Puigdefábregas, C. and Souquet, P. (1986). *Tectonophysics*, 129, 173-203.
- Ruiz, G., Segura, M. y García-Hidalgo, J.F. (1994). *Geol. Mediterr.*, 21, 163-166.
- Segura, M.; García-Hidalgo, J.F.; Carenas B. y García A. (1993). *Cretaceous Carbonate Platforms. A.A.P.G. Mem. sp.*, 56, 283-296
- Wiedmann, J. (1979). *Cuadernos Geología Ibérica*, 5, 127-214.