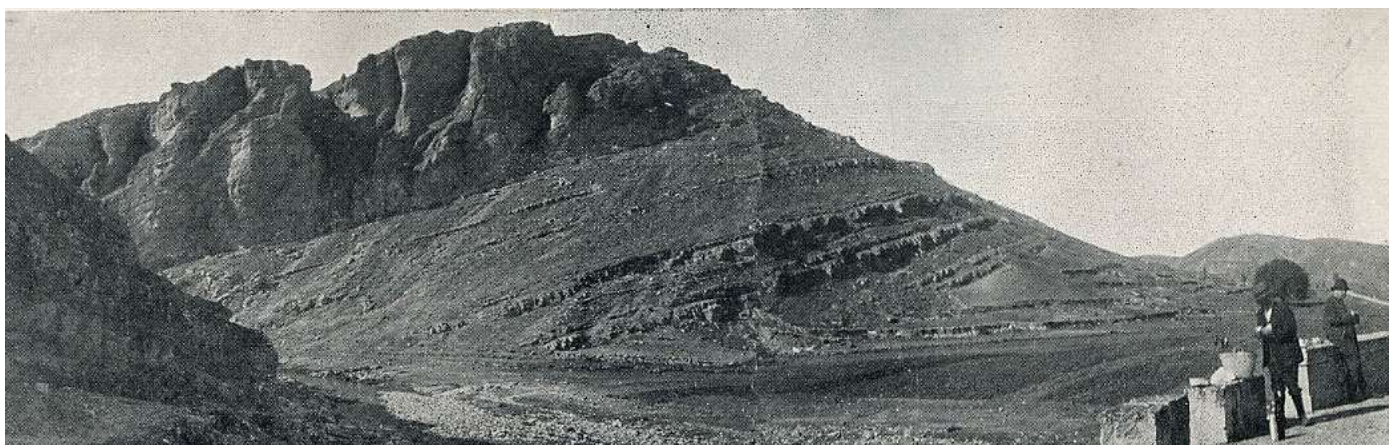




# V CONGRESO DEL CRETÁCICO DE ESPAÑA

García-Hidalgo, J.F., Gil-Gil, J., Barroso-Barcenilla, F.,  
López Olmedo, F. y Díaz de Neira, J.A. (Editores)



# **PATRÓN DE APILAMIENTO DEPOSICIONAL DE ALTA FRECUENCIA EN EL CRETÁCICO SUPERIOR DE LA CORDILLERA IBÉRICA: UNA GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA ESCALA DE TIEMPO ASTRONÓMICO**

**Segura, M.<sup>1,4</sup>, García, A.<sup>2,4</sup>, Gil, J.<sup>1,4</sup>, García-Hidalgo, J.F.<sup>1,4</sup> y Carenas, B.<sup>3,4</sup>**

<sup>1</sup> *Departamento de Geología, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, España.*

<sup>2</sup> *Departamento de Estratigrafía (Universidad Complutense de Madrid), 28040 Madrid, España.*

<sup>3</sup> *Departamento de Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma, 28049 Madrid, España.*

<sup>4</sup> *Grupo de Investigación IBERCRETA UAH (CTE 2007/R23).*

La relación existente entre los ciclos deposicionales de alta frecuencia identificables en el registro sedimentario y los ciclos paleoclimáticos de origen orbital o ciclos de Milankovitch está ampliamente asumida actualmente (Strasser et al., 2006). Los estudios cicloestratigráficos permiten así una datación muy precisa del registro sedimentario, mostrando un grado de resolución mucho mayor que otros métodos de datación tradicionales. Al mismo tiempo abre la puerta a una cuantificación más precisa y efectiva de eventos y procesos sedimentarios.

Sin embargo, los avances más significativos de la cicloestratigrafía se centran en el establecimiento de escalas de tiempo geológico mediante ciclos astronómicos (Ogg et al., 2008; Gradstein et al., 2012), habiéndose ya calibrado astronómicamente el Neógeno (ATNTS; Astronomical Tuned Neogene Time Scale) y se está trabajando en desarrollar una escala para el Paleógeno y el Cretácico.

Para estos propósitos se suele recurrir a sucesiones hemipelágicas de talud y cuenca profunda, dado que en este tipo de escenarios la sedimentación es muy homogénea y continua, sin interrupciones, discontinuidades o grandes hiatos y ello permite disponer de un registro sedimentario muy completo sobre el que realizar análisis de series temporales capa a capa de señales litológicas, bioestratigráficas y geoquímicas, (Batenburg et al., 2012; Locklair et al., 2008, entre otros). Sin embargo, los resultados no son siempre fáciles de extrapolar a otras áreas sedimentarias menos profundas.

Otro tipo de escenarios igualmente óptimos para la aplicación de la cicloestratigrafía son los de plataforma carbonatada de márgenes pasivos (etapas post-rift). En ellos los sistemas sedimentarios son muy sensibles a los eventos deposicionales de naturaleza orbital, registrando incluso aquellos de menor amplitud (mayor frecuencia), especialmente en las etapas de nivel del mar más alto, cuando toda la plataforma sedimentaria está permanentemente inundada. En este tipo de escenarios, las sucesiones de plataforma carbonatada interna son adecuadas para estudios cicloestratigráficos de superficie, siendo en este sentido, especialmente significativas las sucesiones del Cretácico Superior de la Cuenca Ibérica (actualmente Cordillera Ibérica).

El Cretácico Superior representó una etapa de post-rift en la Cuenca Ibérica, configurándose ésta como una cuenca somera estrecha y muy uniforme. La amplia continuidad y homogeneidad de las facies y sus espesores a lo largo de la cuenca pone de manifiesto la ausencia de una tectónica local significativa, al menos durante buena parte del Cretácico Superior.

El principal factor que controló el desarrollo de eventos deposicionales en la Cuenca Ibérica fue el aumento eustático global del nivel del mar del Cretácico Superior. Debido a este nivel del mar muy alto, los sistemas sedimentarios de la cuenca fueron muy sensibles a cualquier oscilación del eustática, registrándose incluso aquellas de menor amplitud (5º y 6º orden; García-Hidalgo et al., 1996; Gil et al., 2006; entre otros), debido a su carácter somero y relativamente confinado.

Actualmente se conoce que el registro sedimentario del Cretácico Superior de la Cuenca Ibérica muestra un patrón cíclico compuesto por el apilamiento de secuencias deposicionales con diferentes rangos de amplitud (2º a 6º orden). En los últimos treinta años se ha ido reconociendo este complejo esquema deposicional a lo largo de toda la cuenca y reconstruyendo un patrón de apilamiento detallado con diferentes órdenes superpuestos de secuencias deposicionales. Las secuencias de 2º y 3º orden no son estrictamente cíclicas, dado que sus espesores y amplitud temporal no son constantes; existe un consenso generalizado a

relacionarlas con fenómenos tecto-eustáticos de carácter global. Por el contrario, las secuencias de alta frecuencia (4° a 6° orden) son muy cíclicas en cuanto a espesor habiendo sido relacionadas cicloestratigráficamente con ciclos paleoclimáticos de excentricidad (Gil et al., 2009).

No todos los ciclos sedimentarios de alta frecuencia pueden ser reconocidos en todo tipo de sucesiones. Los ciclos de mayor frecuencia (5° y 6° orden) solo han sido bien reconocidos en sucesiones de plataforma carbonatada interna. En áreas de margen costero, el número de ciclos decrece por erosión (discordancias costeras) y por relaciones de toplap, offlap, mientras que en ambientes profundos (áreas de plataforma externa) tienen lugar procesos de amalgamación de estratos que obliteran y enmascaran la señal estratigráfica. Sin embargo, los ciclos de 4° orden, también llamados conjuntos de parasecuencias, representan el rango de secuencias deposicionales más fácil de reconocer en los afloramientos de campo. Su preservación en el registro sedimentario no depende de la naturaleza de las sucesiones, ya que como son consecuencia de oscilaciones eustáticas de mayor amplitud, quedan registrados de un modo u otro en cualquier ambiente de plataforma. Además tienen una expresión morfológica propia y un espesor medio, que les hace fácilmente reconocibles en los afloramientos y correlacionables a través de toda la cuenca sedimentaria.

Considerando este último rango de conjuntos de parasecuencias de alta frecuencia (4° orden), se ha reconstruido un registro continuo de 36 ciclos distribuidos desigualmente en 9 secuencias de 3<sup>er</sup> orden (García et al., 1996; García-Hidalgo et al., 1996; Gil et al., 2006; García-Hidalgo et al., 2007). Estos ciclos han sido correlacionados a lo largo de toda la Cuenca Ibérica, mostrando un espesor muy uniforme que oscila entre los 12-15 m en las zonas centrales de la cuenca. Ello implica una tasa de acumulación sedimentaria general muy uniforme y, con una subsidencia constante, sugiere que el espacio de acomodación estuvo controlado principalmente por las variaciones eustáticas del nivel del mar. El espesor de estos ciclos de 4° orden solo se reduce significativamente hacia áreas de margen costero, debido a las geometrías de onlap, offlap y toplap que presentan sus parasecuencias internas de 5° y 6° orden. Así mismo, el espesor del ciclo de 4° orden también se reduce si éste está próximo a un límite de secuencia de baja frecuencia (2° y/o 3<sup>er</sup> orden), especialmente si ambos ordenes (baja y alta frecuencia) están fuera de fase.

El registro continuo de los 36 ciclos sedimentarios se extiende desde la base del Cenomaniense al Santoniense basal, abarcando un intervalo temporal de 14,5 Ma, de acuerdo con la Carta Cronoestratigráfica Internacional (ICS2012) más reciente. Teniendo en cuenta dicho intervalo temporal, cada ciclo sedimentario de 4° orden representaría una amplitud temporal de 403 Ka. Un valor similar de amplitud ha sido recientemente confirmado para los ciclos de 4° orden del Turoniense de la Cuenca Ibérica, correlacionados por análisis de series temporales con ciclos largos de excentricidad de 400 Ka (Gil et al., 2009).

A partir de este registro continuo de 36 ciclos deposicionales de amplitud conocida y constante, se ha elaborado una Escala de Tiempo Astronómico (ATS) para una parte del Cretácico Superior de la Cordillera Ibérica, calibrada con datums bioestratigráficos de ammonites, rudistas y grandes foraminíferos bentónicos, así como con el reconocimiento por el momento del evento anóxico oceánico OAE2. A pesar de su carácter local y escasa amplitud temporal, la gran ventaja de esta ATS es su utilidad en afloramientos de superficie, proporcionando una herramienta de datación del registro estratigráfico nunca vista hasta ahora, a partir de la cual es posible conocer el tiempo representado mediante sedimentos y el contenido en las discontinuidades estratigráficas en cualquier punto de la cuenca, abriendo con ello todo un abanico de posibilidades en la cuantificación de los procesos sedimentarios y de los factores que los gobiernan.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto de investigación CGL2009-12008/BTE de la Dirección General de Investigación y Gestión del Plan Nacional I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad.

## Referencias

- Batenburg, S.J., Sprovieri, M., Gale, A.S., Hilgen, F.J., Hüsing, S., Laskar, J., Liebrand, D., Lirer, F., Orue-Etxebarria, X., Pelosi, N., Smith, J. (2012): Cyclostratigraphy and astronomical tuning of the Late Maastrichtian at Zumaia (Basque country, Northern Spain). *Earth and Planetary Science Letters*, 359-360: 264-278.
- García, A., Segura, M., García-Hidalgo, J.F. (1996): Sequences, cycles and hiatuses in the Upper Albian-Cenomanian of the Iberian Ranges (Spain): a cyclostratigraphic approach. *Sedimentary Geology*, 103: 175-200.

- García-Hidalgo, J.F., Segura, M., García, A., Ruiz, G. (1996): Cortejos sedimentarios de 4º y 5º orden en el Cenomaniense de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica (España). *Geogaceta*, 20 (1): 127-130.
- García-Hidalgo, J.F., Gil, J., Segura, M., Domínguez, C. (2007): Internal anatomy of a mixed siliciclastic-carbonate platform: The Late Cenomanian – Mid Turonian at the southern margin of the Spanish Central System. *Sedimentology*, 54: 1245-1271.
- Gil, J., García-Hidalgo, J.F., Segura, M., García, A., Carenas, B. (2006): Stratigraphic architecture, palaeogeography and sea-level changes of a third order depositional sequence: The late Turonian–early Coniacian in the northern Iberian Ranges and Central System (Spain). *Sedimentary Geology*, 191:191–225.
- Gil, J., García-Hidalgo, J.F., Mateos, R., Segura, M. (2009): High-frequency orbital cycles in Upper Cretaceous shallow platform of the Iberian Ranges (Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 274: 40-53.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., Ogg, G.M. (2012): *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, Boston, USA, 1144 p.
- Locklair, R., Hinnov, L.A., Ogg, J. (2008): The Cretaceous Astronomical Time Scale. In: *Joint Annual Meeting of the GSA, Abstracts*, 40 (6), Houston, USA: 266.
- Ogg, J.G., Ogg, G.M., Gradstein, F.M. (2008): *The Concise Geologic Time scale*. Cambridge University Press, 150 pp.
- Segura, M., García-Hidalgo, J.F., Carenas, B., García, A. (1993): Late Cenomanian-Early Turonian Platform from Central Eastern Iberia, Spain. In: Simo, J.A.T., Scott, R.W., Masse, J.P., (Eds.), *Cretaceous Carbonate Platforms*. American Association of Petroleum Geologists, 56:283-296.
- Strasser, A., Hilgen, F. J., Heckel, P.H., 2006. Cyclostratigraphy –concepts, definitions, and applications. *Newsletters on Stratigraphy* 42 (2), 75-114.



*CON LA COLABORACIÓN DE:*

