

## PRÁCTICAS DE CAMPO VIRTUALES

### **EL MESOZOICO DE LOS ALREDEDORES DEL EMBALSE DE ALCORLO (PROVINCIA DE GUADALAJARA)**

Sopeña, A.<sup>1</sup>, Morellón, M.<sup>2</sup>, Sánchez-Moya Y.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociencias. CSIC-Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

<sup>2</sup> Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

#### **Presentación**

Los alrededores del Embalse de Alcorlo (Provincia de Guadalajara) ofrecen un excelente entorno geológico para el estudio de algunas discordancias estratigráficas y de los depósitos detríticos y carbonatados del Triásico y del Cretácico superior del borde sur del Sistema Central. Por este motivo, la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, ha empleado esta área, para el desarrollo de las prácticas de campo de las asignaturas de Estratigrafía y de Medios Sedimentarios.

#### **Entorno geológico**

En los alrededores del embalse de Alcorlo, que está situado en el extremo nororiental del Sistema Central y cerca de la zona de enlace con la Cordillera Ibérica, aflora un zócalo compuesto por diferentes tipos de rocas metamórficas, desde gneises glandulares, micacitas y calizas, de edad Precámbrico y/o Cámbrico, hasta pizarras y cuarcitas del Ordovícico y Silúrico inferior. Estos materiales, están recubiertos por una orla de sedimentos del Triásico, Cretácico superior y Terciario, que se suceden en la vertical separados por discordancias de distinto tipo ([Sopeña, 1979](#) y [1980](#), [IGME, 1980](#)).

Desde el punto de vista tectónico, el área, es el resultado de la evolución de Iberia durante el final de los ciclos varisco y alpino, de la ruptura inicial de la Pangea y de la posterior propagación del mar del Tetis hacia occidente. La fragmentación del supercontinente Pangea, produjo importantes esfuerzos extensionales que dieron lugar al origen y evolución del que se ha llamado "*Rift Ibérico*" y a la generación de una importante Cuenca de Sedimentación, en cuyos depocentros se depositaron potentes series continentales y marinas de edades que abarcan, desde el Pérmico inferior hasta el Cretácico superior ([Sánchez-Moya y Sopeña, 2004](#)). La inversión tectónica iniciada durante el Paleógeno, dio lugar al levantamiento de la Cordillera Ibérica y culminó, a lo largo de Cenozoico, con el levantamiento del Sistema Central. La Cordillera Ibérica es, por tanto, una cadena de antepaís con tegumento potente y/o cobertera ([Sánchez-Moya et al., 2015](#)). En líneas generales, la sedimentación mesozoica en el "*Rift Ibérico*" se caracteriza por dos episodios extensionales mayores, con subsidencia de moderada o baja magnitud y de relativamente corta duración, seguidos por los episodios correlativos de subsidencia térmica. El primer ciclo corresponde al inicio del *rifting* Ártico-Atlántico y se extiende desde el Pérmico superior hasta el Noriense. El segundo ciclo extensional se inició a finales del Oxfordiense, desarrollándose la fase *post rift* durante todo el Cretácico superior ([Sánchez-Moya y Sopeña, 2004](#)).

Hay que resaltar, sin embargo, que el Mesozoico del entorno del Embalse de Alcorlo, se depositó en la zona marginal del *Rift Ibérico*, donde el basamento permaneció metaestable a lo largo de todo el Mesozoico. Por ello, como se observa a lo largo de todo el recorrido, existen en este sector, importantes vacíos sedimentarios que comprenden la mayor parte del Triásico, todo el

Jurásico y gran parte del Cretácico. La magnitud de los hiatos, sus causas, los tipos de discordancias presentes y el resultado de los impulsos transgresivos del avance del mar del Tetis y de las conexiones con el Atlántico hacia occidente durante el Cretácico superior, se debaten a lo largo del itinerario propuesto.

### **Objetivos**

- Identificación de facies y ambientes sedimentarios, con especial atención a las facies del Cretácico superior.
- Reconocimiento de secuencias e identificación de ciclos sedimentarios transgresivo-regresivos de distintos órdenes.
- Reconocimiento de discordancias

### **Itinerarios**

Se propone un recorrido que permite alcanzar todos los objetivos propuestos. El itinerario comienza en la orilla del embalse de Alcorlo donde se sitúan las paradas 1 y 2. Se accede a ellas por la pista que parte del km 47,100 de la carretera CM-1001 y conduce a la Ermita de San Bartolomé. La parada 3, se localiza en el kilómetro 46,150 aproximadamente, de la carretera CM-1001. El resto de las paradas se localizan en el borde de esta carretera hasta llegar a la cerrada del embalse.

Los vehículos pueden aparcarse en el *parking* de la Ermita de San Bartolomé o en una pequeña explanada que hay en el borde oeste de la cerrada del embalse.

Dado que una parte importante del recorrido discurre por la plataforma de la CM-001, se sugiere observar la serie a lo largo de carretera con el *Street View* de *Google Earth*, tratando de identificar las unidades indicadas y comenzando desde la parada 3, hasta llegar a la cerrada del embalse.

### **Descripción de las paradas**

#### Parada 1.- Contacto Paleozoico-Mesozoico

En la ladera de la Ermita de San Bartolomé y cerca de la línea de agua del embalse, puede observarse en detalle la discordancia que separa los materiales metamórficos paleozoicos de los detríticos triásicos en facies Buntsandstein. La base del Buntsandstein está constituida por un conglomerado de cantos de cuarcita de color claro que pasa a areniscas rojas en sus niveles más altos. La discordancia con el basamento viene marcada por un nivel arcilloso de color blanco. Por debajo, se observa el perfil de rubefacción y alteración desarrollado sobre las micacitas y gneises. En algunos puntos, la rubefacción penetra profundamente y alcanza los 10 o 12 m de espesor ([Sopeña et al., 1977](#)).

#### Parada 2.- Facies Buntsandstein, facies de borde del Muschelkalk y facies Keuper

Las facies Buntsandstein están constituidas por una alternancia irregular de conglomerados, areniscas y lutitas. Los conglomerados son de color rojo, con cantos de cuarcita subangulosos, grandes feldespatos y matriz arenosa. Las areniscas son de color naranja y rojo, de grano grueso, con cantos dispersos y con intercalaciones lenticulares de conglomerados o de lutitas rojas o verdes. Dominan en todo el conjunto, las areniscas de grano grueso, bases erosivas y geometrías canalizadas con superficies internas también erosivas y estratificación cruzada de surco o planar de media escala. Las lutitas, son en general arenosas. En algunos niveles se observan

edafizaciones y paleosuelos, con penetración de rizoconcrecciones carbonáticas. Estas facies Buntsandstein se interpretan como sistemas fluviales de tipo entrelazado de carga mixta y carácter proximal ([Sopeña, 1979](#)).

Las facies equivalentes al Muschelkalk que afloran en la Cordillera Ibérica, no se observan en detalle en esta sección. En afloramientos cercanos, están compuestas por un tramo de apenas una decena de metros de potencia, de margas verdes y grises con finas intercalaciones de areniscas y dolomías que, ocasionalmente, contiene fauna de pequeños bivalvos. Son el único exponente del máximo avance hacia occidente de mar del Tetis. Corresponden a la segunda transgresión del Triásico medio en facies marginales y su afloramiento presenta muy malas condiciones de observación. Lo mismo sucede con las facies Keuper que están representadas por lutitas rojas, grises y verdes con algunas intercalaciones de areniscas de grano fino y de evaporitas ([Sopeña, 1979](#)).

### Parada 3.- Discordancia entre el Triásico y el Cretácico Superior.

La sucesión del Cretácico superior en esta región, se apoya directamente por medio de una paraconformidad, sobre las lutitas en facies Keuper del Triásico superior. El contacto entre estas unidades litológicas es muy difícil de observar debido a la mala calidad de los afloramientos por el tipo litologías que entran en contacto. En esta región, faltan por erosión o no deposición, una parte del Triásico superior, todo el Jurásico, el Cretácico inferior y la parte del Cretácico superior. Los primeros datos paleontológicos, parecen indicar que la sedimentación de las facies Utrillas podría haberse iniciado en el Cenomaniense.

La sucesión del Cretácico que se observa en este itinerario, está formada por una unidad inferior de arenas de colores blancos y ocre, que pasan a calizas y margas fosilíferas, sobre las que descansa un tramo de dolomías tableadas. La sección, se completa con un potente tramo de dolomías masivas. Son los depósitos que representan la gran transgresión del Cretácico Superior que invadió a lo largo del Cenomaniense superior y Turoniense inferior, la totalidad del Surco Ibérico y dejó un potente conjunto de depósitos marinos en la región central de España. Todo el Cretácico que aflora en este sector, constituye una megasecuencia deposicional de gran amplitud (1<sup>er</sup> orden), relacionada con el ascenso eustático del Cretácico Superior. Dentro de la megasecuencia, se reconocen dos grandes episodios transgresivos-regresivos y/o mesosecuencias de 2<sup>o</sup> orden (UZA-2, Cenomaniense medio-Turoniense medio, y UZA-3 Turoniense superior a Campaniense medio, según la terminología de [Haq et al. 1988](#)) que, a su vez, incluyen 5 secuencias de 3<sup>o</sup> orden ([Segura, et al. 2010](#)).

### Parada 4.- El inicio del Cretácico superior, las facies Utrillas.

El Cretácico comienza con un tramo detrítico-terrágeno atribuido a la Formación Arenas de Utrillas. Se trata de arenas y areniscas poco cementadas, ocasionalmente caolíníferas, de colores ocre y blancos, de grano medio a grueso, con hiladas de cantos y niveles ferruginosos. Presentan estratificación cruzada de surco y planar. Localmente, incluyen restos de serpúlidos. En función de su posición estratigráfica, se le atribuye para esta región, una edad Albiense superior-Cenomaniense medio.

### Parada 5.- La transición a los medios marinos

Tras la Fm. Utrillas, existe un conjunto calco-margoso que [Segura et al. \(2010\)](#) denominan Fm Dolomías Tableadas de Villa de Vés. En esta sección, las características que se observan, corresponden mejor con la Fm. Santa María de las Hoyas ([Rodríguez-Castro y Rodríguez, 2018](#)). De base a techo encontramos:

- Dolomías arenosas de color ocre en bancos gruesos, abundante bioturbación y niveles con ostreidos y fragmentos de conchas.

- Dolomías arenosas tableadas en bancos de espesor cm, y *ripples* de oscilación.
- Margas calcáreas nodulosas de color ocre, con abundante bioturbación, fragmentos de conchas de moluscos y moldes de bivalvos.
- Dolomías arenosas (*dolowackestone*) ocre con niveles que contienen fragmentos de moluscos, principalmente ostreidos, placas de equinodermos y briozoos.
- Calizas nodulosas (**packstone**) blancas. Abundante bioturbación y ostreidos junto con fragmentos de bivalvos, pectínidos, placas de equinodermos, algas dasicladáceas, briozoos, ostrácodos y algunos gasterópodos.

**Preguntas:** Tras la observación del material gráfico, de las imágenes y con la información de las facies, trata de contestar las siguientes preguntas:

1. ¿A qué tipos de sistemas sedimentarios o subambientes atribuirías la sucesión de facies?
2. ¿Representaría una progradación o una retrogradación de los medios respecto a la unidad anterior?

Parada 6.- Las plataformas abiertas, Fm Margas de Picofrentes

Se trata de un conjunto de calizas bioclásticas nodulares y margas fosilíferas atribuidas al Cenomaniense superior-Turonense inferior ([Barroso-Barcenilla et al., 2009](#)). Tras unos 20 m de margas grises, existe una intercalación de calizas nodulares de unos 10 m de espesor. Se sucede un nivel de margas, de 5 m de potencia que termina con un nivel de aproximadamente 2 m de calizas bioclásticas nodulares. El contenido fósil de la unidad es muy abundante, de ostreidos, pectínidos y otros bivalvos, braquiópodos, equinodermos, gasterópodos y algunos cefalópodos.

**Preguntas:** Tras la observación del material gráfico, las imágenes y con la información de las facies, trata de contestar las siguientes preguntas:

1. ¿A qué tipos de sistemas sedimentarios o subambientes atribuirías la sucesión de facies?
2. ¿Representaría una progradación o una retrogradación de los medios respecto a la unidad anterior?
3. ¿Qué significado pueden tener las facies nodulosas?

Parada 7.- Los litosomas carbonatados; Fm Dolomías de la Ciudad Encantada

Generando un resalte característico en el paisaje, entre el conjunto infayacente del Fm. Margas y calizas de Picofrentes, y el suprayacente de Margas de Alcorlo, se observa un conjunto de dos litosomas de calizas y/o dolomías separados por un entrante margoso. El contenido fósil es escaso, destacando la presencia de equinodermos e inchofósiles de tipo *Thalassinoides*. Por su posición estratigráfica, se le atribuye una edad Turonense medio. El litosoma inferior que corresponde al Miembro calcarenitas de Riofrío del Llano, está formado por unos 12-14 m de calcarenitas bioclásticas, algo dolomitizadas en la base y dispuestas en bancos gruesos con estratificación cruzada. Se le asigna una edad Turonense inferior ([Gil y García, 1996](#)). Por encima, una discontinuidad sedimentaria representada por un entrante margoso con un par de bancos calcáreos, da paso al Miembro dolomías de Muriel. La mitad inferior de esta unidad, está compuesta por unos 18 m de dolomías en bancos gruesos y por dolomías tableadas con laminaciones de algas, la superior.

**Preguntas:** Tras la observación del material gráfico, las imágenes y con la información de las facies, trata de contestar las siguientes preguntas:

1. ¿A qué tipos de sistemas sedimentarios o subambientes atribuirías la sucesión de facies?
2. ¿Representaría una progradación o una retrogradación de los medios respecto a la unidad anterior?

3. ¿En la vertical se observa una disposición estratocreciente o estratodecreciente?. Indicar que representaría en términos de espacio de acomodación.

Parada 8.- El límite de secuencia. Las Margas de Alcorlo

Constituyen un horizonte guía de unos 5 m de espesor, de margas verdes con niveles de dolomías palustres, grietas de retracción y rizocrecciones de gran desarrollo vertical. Dentro de las margas se intercala un conjunto de arenas de grano fino y areniscas con glauconita que se organizan en cuerpos de presencia discontinua, espesor variable y base erosiva. Presentan laminación paralela y de *ripples*.

Las paradas 5 a 8 constituyen el registro sedimentario de una megasecuencia de 3º orden de edad Cenomaniense-Turonense, con una etapa transgresiva (profundización) y una etapa regresiva (somerización).

Parada 9.- Se reinicia la megasecuencia; Formación dolomías tableadas del Embalse de la Tranquera

La sucesión, de unos 60 m de potencia es un conjunto de dolomías bien estratificadas en bancos de 20-40 cm con estructuras tractivas, laminación de algas, bioturbaciones en el techo y frecuentes superficies ferruginosas. En la base de la unidad, existen algunos niveles de areniscas dolomíticas grises de grano muy fino con laminación paralela. En el resto de la unidad destacan algunos niveles de dolomías con laminaciones de algas y estromatolitos dómicos, porosidad fenestral, grietas de desecación y niveles de cantos planos. Hacia el techo, se observa un incremento de las superficies ferruginosas y de los niveles brechificados. En el conjunto de la formación, se observa un cambio en el patrón de la estratificación que pasa de dolomías tableadas a dolomías en bancos gruesos.

**Preguntas:** Tras la observación del material gráfico, las imágenes y con la información de las facies, trata de contestar las siguientes preguntas:

1. ¿A qué tipos de sistemas sedimentarios o subambientes atribuirías la sucesión de facies?
2. ¿Representaría una progradación o una retrogradación de los medios respecto a la unidad anterior?
3. Indica que representaría el cambio en el patrón de la estratificación.

Parada 10. La cerrada del Embalse. Formación Dolomías de Somolinos.

La cerrada del Embalse -construido en 1978 sobre el río Bornova- se apoya sobre una unidad de más de 100 m de dolomías karstificadas de aspecto masivo. Son difícil de observar en el margen izquierdo, donde se ha reconocido la parte inferior de la serie. Sin embargo, las condiciones de afloramiento son mejores en el margen oeste del barranco, donde se observan los siguientes tramos:

1. Tramo inferior más de 40 m, de aspecto noduloso, equivalente a Fm. Calizas Nodulares de Hortezuolos.
2. Tramo medio de algo más de 15 m de potencia, con sombras de estratificaciones oblicuas equivalente a la Fm. Calizas Detríticas de Hontoria.
3. Tramo superior de menos de 50 m, en bancos gruesos, con tableado difuso, equivalente a la Fm. Calizas del Burgo de Osma.
4. Tramo de calizas brechificadas en bancos irregulares, difíciles de observar que forman el techo de las cuevas.

**Bibliografía**

Barroso-Barcenilla, F., Goy, A. y Segura, M. 2009. Ammonite zonation of the upper Cenomanian and Lower Turonian in the Iberian Trough, Spain. *Newsletters on Stratigraphy*, 43: 139-164.  
[https://www.schweizerbart.de/papers/nos/detail/43/72808/Ammonite zonation of the upper Cenomanian and Lower Turonian in the Iberian Trough Spain](https://www.schweizerbart.de/papers/nos/detail/43/72808/Ammonite%20zonation%20of%20the%20upper%20Cenomanian%20and%20Lower%20Turonian%20in%20the%20Iberian%20Trough%20Spain)

García, A., Mas, R., Segura, M., Carenas, B., García-Hidalgo, J.F., VJ. Gil, V.J., Alonso, A., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Meléndez, A., Salas, R. 2004. Segunda fase de post-rifting: Cretácico Superior. En: J.A. Vera (Ed.). *Geología de España*, SGE-IGME, Madrid, pp. 510-522.

Gil, J., García, A. 1996. El Cretácico del borde meridional del Sistema Central. Unidades litoestratigráficas y secuencias deposicionales. *Estudios Geológicos*, 52: 37-49.  
<http://estudiosgeol.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeol/article/view/252/253>

Gil, J., García-Hidalgo, J.F., Segura, M., López Olmedo, F., García, A., Díaz de Neira, J.A., Montes, M., Nozal, F. 2010. El Cretácico del Sistema Central (España): Registro estratigráfico, contexto deposicional y esquema evolutivo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sec. Geol.*, 104: 15-36.  
<http://www.rsehn.es/index.php?d=publicaciones&num=20&w=117&ft=1>

Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea level change. In: *Sea level changes. An integrated approach* (Wilgus, C.K., Hastings, C.K., Kendall, C.G.S.C., Posamentier, H., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (Eds.). Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Sp. Publ., 42: 7.

IGME, 1980. Mapa y memoria explicativa de la Hoja 460 (Hiendelaencina) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. IGME, Madrid.  
<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?id=460>

Rodríguez-Castro I., Rodríguez, S. 2018. Análisis paleoambiental de la Formación Santa María de Las Hoyas en el área de Congostrina (Guadalajara). En: N. Vaz y A. A. Sá (Eds.). *Yacimientos paleontológicos excepcionales en la península Ibérica*. Cuadernos del Museo Geominero, 27. IGME, Madrid, pp. 513-521.  
[https://www.igme.es/Museo/publicaciones/cuadernos/YACIMIENTOS\\_PALEONTOLOGICOS.pdf](https://www.igme.es/Museo/publicaciones/cuadernos/YACIMIENTOS_PALEONTOLOGICOS.pdf)

Sánchez-Moya, Y., Sopeña, A. 2004. El *rift* mesozoico ibérico. En J.A. Vera (Ed.). *Geología de España*, IGME-Sociedad Geológica de España, Madrid, pp. 484-492.

Sánchez-Moya, Y., Muñoz, a., De Vicente, G., Sopeña, A. 2015. Las cuencas del Pérmico y Triásico en la zona de enlace entre el Sistema central y la cordillera ibérica. *Reduca (Geología)*. Serie Itinerarios didácticos, 7(2): 1-27.  
<http://www.revistareduca.es/index.php/reduca-geologia/article/view/1874/1882>

Segura, M., Barroso-Barcenilla, F., García-Hidalgo, J.F., Gil-Gil, J. 2010. Secuencias deposicionales en el Cretácico Superior en el sector de enlace entre la Cordillera Ibérica y el Sistema Central (Guadalajara y Segovia). En: García-Hidalgo, J.F., Gil-Gil, J., Barroso-Barcenilla, F., López Olmedo, F. y Díaz de Neira, J.A. (Eds.). V Congreso del Cretácico de España, pp. 18-30.

Sopeña, A., Virgili, C., Doubinger, J., Adloff, M.C. 1977. El Pérmico y Triásico del borde sur-este del Sistema Central. *Cuadernos de Geología Ibérica*. 4: 623-648.  
<https://revistas.ucm.es/index.php/CGIB/article/view/CGIB7777110623A/2920>

Sopeña, A. 1979. Estratigrafía del Pérmico y Triásico del noroeste de la provincia de Guadalajara. *Seminarios de Estratigrafía*. Serie monografías, 5, 329 pgs.  
<https://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento18567.pdf>

Sopeña, A. 1980. Mapas geológicos del borde sureste del Sistema Central. *Cuadernos de Geología Ibérica*. 6: 73-96. 3 mapas.  
<https://revistas.ucm.es/index.php/CGIB/article/view/CGIB8080110073A/2849>

Sopeña, A., De Vicente, G. 2004. Cordilleras Ibérica y Costero Catalana. Rasgos Generales. En: J.A. Vera (Ed.). *Geología de España*, SGE-IGME, Madrid, pp. 467-470.