

## LAS FACIES KEUPER AL SW DE LA PROVINCIA DE SORIA\*

E. Aracil\*\* y S. Hernando\*\*\*

### RESUMEN

Se analizan, desde el punto de vista sedimentológico, unos materiales correspondientes a las facies Keuper entre la Cordillera Ibérica y el Sistema Central.

Dos aspectos resaltan tras este análisis:

- Desplazamiento de la línea de costa (que durante la sedimentación del Röt y del Muschelkalk estaba situada en esta zona) hacia el Este.
- Marcado cambio lateral de facies desde el Oeste hacia el Este, pasando de unas facies proximales-medias de abanico aluvial a unas facies distales y ambiente de sabkha continental.

**Palabras clave:** *Triásico, Keuper, Soria, Abanico aluvial, sabkha.*

### ABSTRACT

This paper deals with the sedimentological analysis of the materials that correspond to the Keuper facies in the area situated between the Iberian Ranges and the Central System.

According to the obtained data, two main aspects are emphasized:

- During the Upper Triassic, a clear retreat of the coast line towards the East took place, since this area constituted the litoral zone during the sedimentation of the Röt and Muschelkalk.
- Facies change laterally from West to East as proximal alluvial fan sediments pass into facies interpreted as distal alluvial fans and continental sabkha environment.

**Key words:** *Triassic, Keuper, Soria, Alluvial fan, sabkha.*

### Introducción

El interés de realizar un estudio sedimentológico de las facies Keuper en este área entre el Sistema Central y la Cordillera Ibérica radica, más que nada, en dos puntos: la peculiaridad de las facies con un evidente cambio lateral muy marcado y la proximidad al borde de cuenca.

Sin embargo, el alto grado de recubrimiento de los materiales, máxime en la mitad oriental de la zona, y la diagénesis sufrida por los mismos impide en muchas ocasiones determinar las estructuras sedimentarias y la morfología de los cuerpos sedimentarios. Estos dos aspectos, necesariamente, empobrecen los resultados obtenidos, si bien no se ha dejado de determinar el ambiente de sedimentación en que se depositaron los materiales estudiados.

### Descripción del área y materiales estudiados

La región de estudio comprende parte de las hojas a escala 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional números 404 (Ayllón), 405 (Berlanga de Duero) y 433 (Atienza), y se extiende toda ella dentro de la provincia de Soria a lo largo de una estrecha franja entre los pueblos de Cuevas de Ayllón y Tarancueña (fig. 1).

Geológicamente hablando, pertenece al extremo Noroccidental de la Cordillera Ibérica en su confluencia con el Sistema Central. Es, por tanto, una zona donde las directrices tectónicas se confunden entre las claramente ibéricas (NW-SE) y las correspondientes al Sistema Central (E-W).

La tectónica sufrida sólo se manifiesta por un suave plegamiento (el buzamiento nunca supera los

\* Este trabajo forma parte del Proyecto nº 452 de la C.A.I.C.Y.T.-C.S.I.C.

\*\* Instituto de Geología Económica. C.S.I.C. Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

\*\*\* Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.



Fig. 1.—Localización del área de estudio.

12° dando pliegues homoclinales (Aracil, 1986). La fracturación no es intensa, predominando las directrices NW-SE y E-W, anteriormente comentadas.

La investigación regional cuenta entre las primeras manifestaciones algunos trabajos de Calderón (1874), a los cuales se han ido sucediendo estudios por las provincias de Soria y Guadalajara entre los que cabe destacar los de Sánchez de la Torre y Agueda Villar (1970), quienes sitúan la zona de borde de cuenca en este lugar para el Keuper.

Corchón (1971) coincide con dichos autores en este aspecto incluyendo el Muschelkalk en esta posición geográfica. Estudios posteriores de Yébenes y Alcalde (1977) sobre paleosalinidad apoyan estas teorías de borde de cuenca.

Hernando (1977a, 1977b) propone un medio restringido (laggon) con cierta comunicación con el mar para la sedimentación de los materiales que él engloba dentro de la Unidad T-4. Esta aproximación la sigue manteniendo en trabajos posteriores (Hernando, 1980).

Esta Unidad T-4 «Lutitas con yesos de Valderromán» constituye un conjunto de lutitas rojas con intercalaciones arenosas algo carbonatadas y con yesos (algo más abundantes hacia la parte oriental). En el sector occidental contiene numerosas intercalaciones de areniscas, llegando incluso a presentarse facies de gravas.

Estas areniscas se reparten, a nivel global, en dos grandes tramos separados por uno intermedio con predominio lutítico rojo.

La potencia ronda los 140 metros no existiendo variaciones sustanciales lateralmente. Si bien el límite con las lutitas verdosas de la Unidad inferior T-3 (Hernando, 1977a) es gradual (quedando marcado por un cambio de coloración en las arcillas y la aparición de evaporitas) el superior es brusco y está

marcado por la base de la Formación Dolomías Tableadas de Imón.

Las muestras de polen recogidas en la región estudiada (zona de Termancia), en el límite Muschelkalk-Keuper han permitido datarlo como de edad Carniense (Doubinger *et al.*, 1978; Hernando *et al.*, 1977). Además, hacia el Sur (zona de Somolinos) la mitad superior de la facies Keuper es ya de edad Noriense (Hernando *et al.*, 1977), por lo que el límite entre estos dos pisos debe encontrarse en la mitad inferior de estas facies aunque aún no ha podido precisarse.

Esta datación apoya la heterocronía del Triásico en la Cordillera Ibérica al confirmarse la modernización de los materiales hacia el borde de la cuenca, esto es, hacia nuestro área de estudio (Virgili y Hernando, 1974; Doubinger *et al.*, 1978; López Gómez *et al.*, 1984).

Lateralmente son notables los cambios de facies observados. Así, mientras en la parte occidental las arenas representan un 30 por 100 del total de los materiales y los yesos un 5 por 100, en el sector oriental la textura más gruesa en las areniscas es de grano muy fino y junto con los limos suponen el 10 por 100, siendo los yesos ya representativos (25 por 100); este cambio lateral es gradual de Oeste a Este. En la figura 2 se ve este cambio lateral (las columnas CA, VC, VA tienen como base la Unidad T-3 y el resto tienen la base cubierta).

### Análisis de facies

El número de facies determinado en las columnas levantadas es muy elevado, por lo que se ha creído más conveniente resaltar las trece más importantes en cuanto a abundancia (ver tabla 1).

### Asociaciones de facies

Las facies sedimentarias interpretadas en las diferentes columnas se han agrupado en seis asociaciones de facies, las cuales se han encontrado al menos dos veces a lo largo de las diferentes columnas (fig. 3).

Las cinco primeras corresponden a las columnas levantadas en la mitad occidental del área de estudio, correspondiendo la última a la columna de Tarancueña.

#### Asociación K-I

Es la única asociación con gravas que se ha establecido y corresponde a la columna de Cuevas de Ayllón. Su potencia oscila entre 1,5 y 2 metros:

GM → GEC → SECP

Esta asociación llama la atención al presentarse en un contexto litológico en que las facies de grano fino y las arcillas predominan sobre las demás.

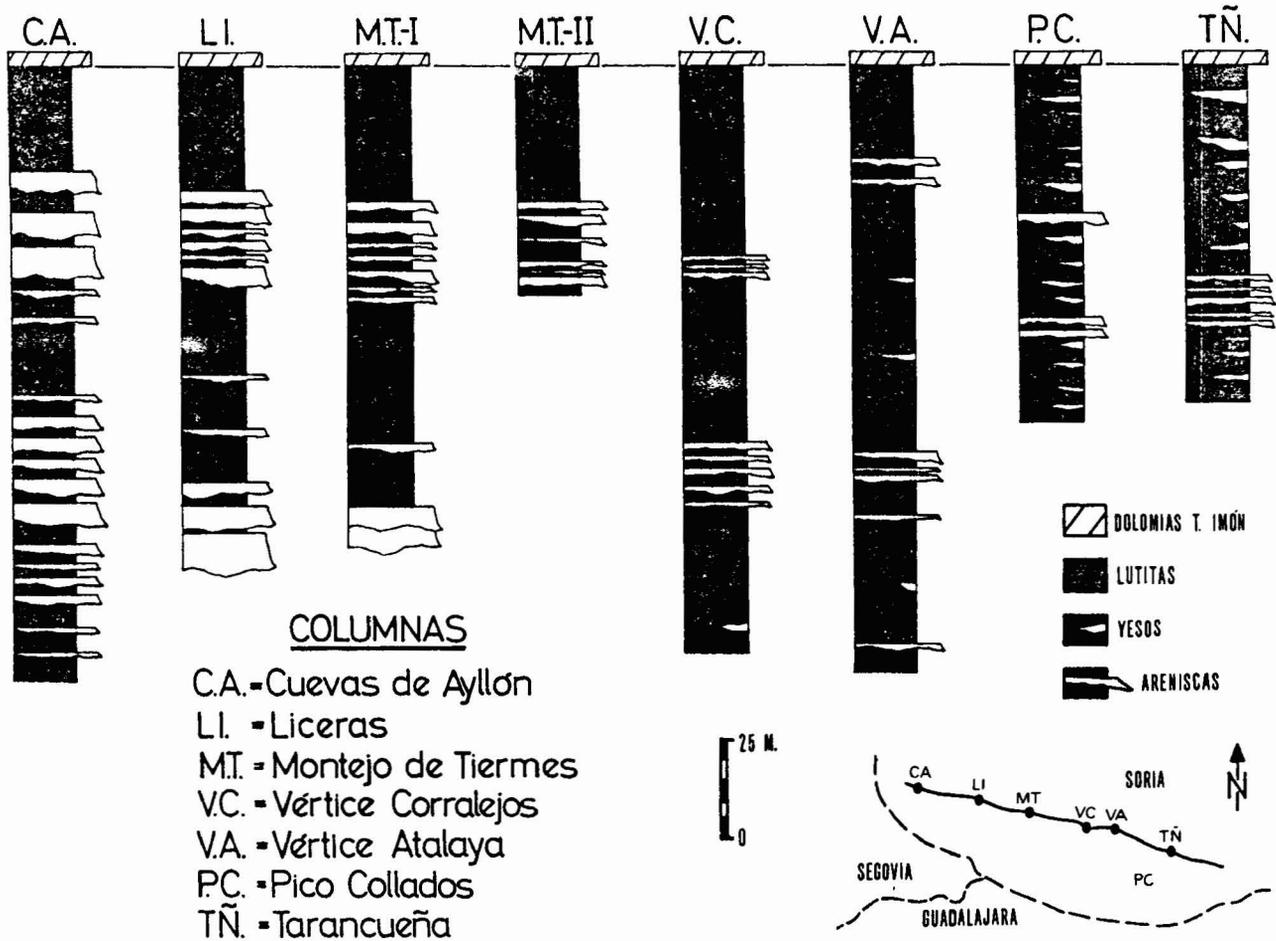


Fig. 2.—Correlación realizada con las diferentes columnas estratigráficas.

La facies inferior, «lag» de gravas sin estructura aparente, así como la inmediatamente superior, presentan unos cantos redondeados con centil de 10 cm. y moda de 2-4 cm. de naturaleza cuarcítica. Esta facies superior de gravas con estratificación cruzada planar presenta unas láminas internas que lateralmente van perdiendo inclinación.

Tabla 1.—Facies sedimentarias más importantes

L.H.R.	Lutitas con huellas de retracción.
L.E.Y.	Lutitas con enrejado de yesos.
L.M.	Lutitas de aspecto masivo.
L.L.	Lutitas con estratificación lenticular.
L.A.W.	Lutitas y areniscas con estratificación «wavy».
A.F.	Areniscas con estratificación «flaser».
A.R.	Areniscas con ripples.
A.E.C.P.	Areniscas con estratificación cruzada planar.
A.E.C.S.	Areniscas con estratificación cruzada de surco.
G.M.	Gravas masivas («lag»).
G.E.C.P.	Gravas con estratificación cruzada planar.
C.	Superficie encostrada.
Y.M.	Yesos masivos

Por encima se edifica un conjunto de areniscas también con estratificación cruzada planar, base plana y techo convexo.

Son depósitos de medio fluvial que en sus inicios se trataría de corrientes tractivas de carga de fondo, capaces de provocar este relleno de canal. Sobre estos depósitos se desarrollarían barras transversales de alta energía (Ramos y Sopeña, 1983; Pérez Arlucea y Sopeña, 1986; Ramos, Sopeña y Pérez Arlucea, 1986). A techo evolucionarían unas barras tal vez desarrolladas al disminuir la energía del canal y con una profundidad de cauce menor, incapaz ya de transportar gravas.

*Asociación K-II*

Con una potencia alrededor de 1 metro, esta asociación, con carácter secuencial, se presenta en varias ocasiones en la mitad superior de algunas columnas:

(AEC-P-AECS) → AR → AF → LL → LHR

La facies inferior se presenta como cuerpos de base

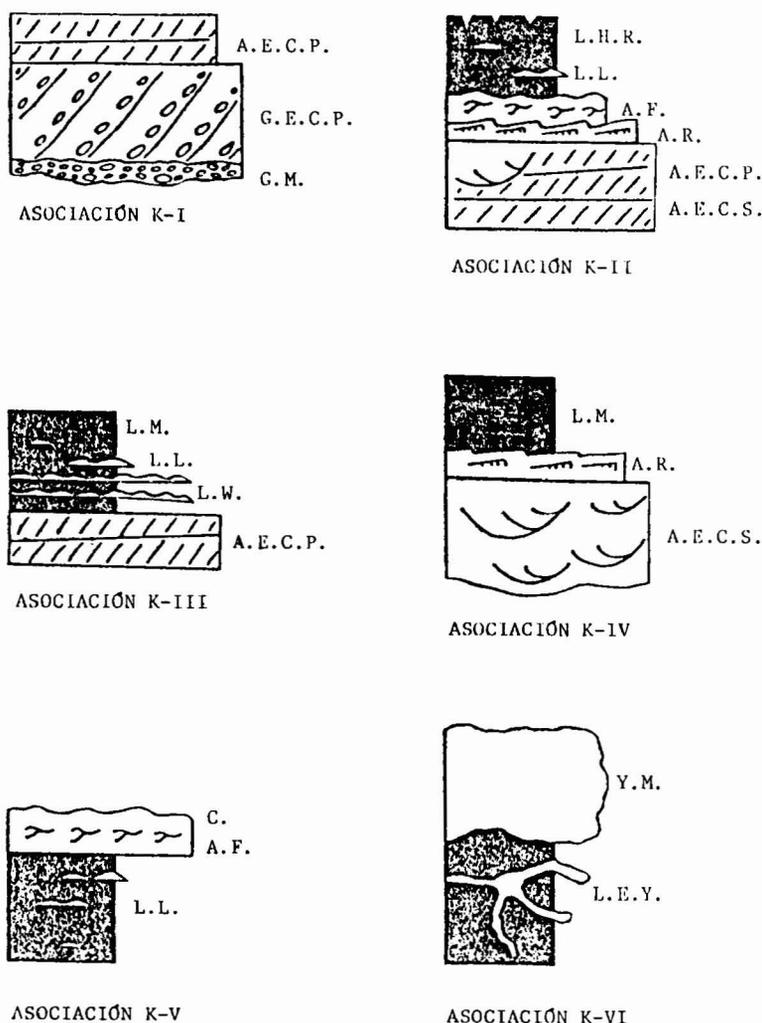


Fig. 3.—Asociaciones de facies.

plana y techo convexo de areniscas con estratificación cruzada tanto de surco como planar (ésta más importante) y llega a representar hasta un 80 por 100 del espesor total de la secuencia. Las areniscas presentan cantos de cuarcita y cuarzo dispersos.

Por encima, las facies AR, arenosas, y AF y LL, mixtas, representan un descenso en la energía del medio, determinándose este cambio por el descenso del tamaño de los cuerpos y aumento de la granulometría fina frente a la gruesa. A techo finaliza la secuencia con unas arcillas con huellas de retracción.

Si analizamos el medio sedimentario, lo primero que salta a la vista es una disminución de la energía a techo, comenzando por unas barras arenosas transversales por cuyas caras laterales migrarían megarripples de cresta ondulada y de cresta recta que darían la estratificación cruzada a menor escala asociada a la barra.

Una disminución en la energía del medio detendría las formas mayores (Bothroyd y Ashley, 1975; Fombes, 1983; en Arche y López, 1984) desarrollándose sobre ellas depósitos de colmatación de canal: primero areniscas con estratificación «flaser» y luego lutitas con «lenticular». Una emersión posterior daría lugar a la desecación de las arcillas con la consiguiente formación de huellas de retracción que marcarían el fin de la secuencia.

#### Asociación K-III

Se presenta en dos ocasiones y, en ambas, con una potencia cercana a los 0,3 metros:

SECP → LAW → LL → LM

La facies basal, areniscas con estratificación cruzada

planar, presenta base cóncava-erosiva y techo plano. Hay cantos dispersos de cuarcita y cuarzo. Hacia techo pasa a lutitas y areniscas, con estratificación «wavy» y «lenticular», facies ambas de carácter mixto en las que dentro de las lutitas se encuentran niveles de mayor o menor extensión lateral de areniscas de grano fino con laminación de ripples. La secuencia culmina en unas lutitas masivas, sin estructuración interna aparente tal vez por la bioturbación sufrida.

El ambiente sedimentario es parecido al de la asociación anterior (K-II): pequeñas barras arenosas de fondo de canal; éste en ocasiones pierde energía y sufre una colmatación con materiales de textura más fina. La inexistencia de huellas de retracción puede deberse a que no ha habido exposición subaérea o a que ésta ha sido poco intensa. También puede ocurrir que se haya erosionado esa facies.

#### *Asociación K-IV*

Esta asociación se presenta en el sector occidental y consta de tres facies formando un conjunto con una potencia aproximada de 1 metro:

AECS → AR → LM

La facies basal es dominante, llegando a representar hasta un 70 por 100 del total de la secuencia. Son cuerpos con base cóncava-erosiva y techo plano, compuestos por arenas con estratificación cruzada de surco con cantos de cuarcita y cuarzo subredondeados, dispersos entre las láminas y, a veces, marcando éstas.

Los ripples de la facies siguiente son ascendentes («climbing ripples»), en niveles de, aproximadamente, 6 cm. de potencia. Según la clasificación de Jopling y Walker (1965, en Sopeña, 1983) serían de transición entre los tipos 1 y 2, con las láminas desfasadas.

Las arcillas superiores, generalmente de color rojo, no presentan estructuras sedimentarias visibles, si bien en ocasiones se detecta una laminación paralela.

Su origen puede deberse a canales que transportan y sedimentan arenas y, en momentos de mayor energía, son capaces de transportar gravas que dan lugar a la laminación interna de esa textura.

Los ripples ascendentes son frecuentes en todos aquellos procesos en que se produce una pérdida rápida de competencia en corrientes muy cargadas de sedimentos arenosos, por ejemplo, en canales que sufren desbordamientos. En este caso parece tratarse de canales de abanicos aluviales.

Las arcillas superiores estarían ligadas a los momentos finales del proceso que da lugar a los «climbing ripples», esto es, cuando se han depositado las arenas y el agua sólo mantiene en suspensión los finos que acaban sedimentándose por decantación.

#### *Asociación K-V*

Al contrario de lo que sucedía en las anteriores asociaciones, ésta es granocreciente a techo, lo que implica un aumento de la energía del medio:

LL → AF → C

Los dos primeros términos son de carácter mixto, aunque en el inferior la proporción de arcillas es superior al de arenas ocurriendo lo contrario en el superior.

Estos depósitos suelen presentar episodios evaporíticos incipientes. A techo la superficie culmina con una superficie encostrada en la que se hacen visibles cristales de yeso y minerales de hierro.

El ambiente de sedimentación corresponde a una llanura palustre con zonas algo deprimidas periódica o constantemente encharcadas por aguas tal vez ricas en sales sulfatadas. Las areniscas se depositarían a partir de pequeñas corrientes tractivas.

#### *Asociación K-VI*

Con una potencia en torno a 1,5 metros esta asociación de facies con carácter secuencial se repite varias veces a lo largo de la columna:

LEY → YM

Las arcillas rojas presentan un enrejado de yeso fibroso blanco en capas de hasta 10 cm. El origen de este yeso es secundario, por disolución de niveles superiores y posterior precipitación en grietas. Sobre estas arcillas se presenta un banco de considerable extensión lateral y un espesor que varía entre los 0,2 y los 2,5 metros de yesos masivos blancos que, a veces, son sustituidos por un nivel de yesos nodulares rojos.

El ambiente sedimentario se aproximaría al de una «sabkha» con unas depresiones más o menos extensas en las cuales la profundidad de la lámina de agua debería ser, según Watson (1985), menor de 1 metro ya que si no las bacterias sulforeductoras serían capaces de provocar alteraciones en los cristales de yeso a calcita o a aragonito. El clima sería árido lo que permitiría una evaporación del agua de las depresiones con la consiguiente precipitación de las evaporitas.

#### **Análisis global del ambiente sedimentario**

Todos estos ambientes sedimentarios de carácter local conforman un modelo que podría resumirse en un conjunto de facies proximales-medias de un abanico aluvial para el sector occidental y de facies distales y de «sabkha» para el sector oriental.

En el Sector Occidental se trataría, en concreto, de depósitos de canal asociado, muy probablemente de

tipo «braided». Esta aproximación se debe a la frecuencia de asociación de estos canales a los abanicos aluviales y a la escasa representación de depósitos de llanura de inundación, típico de estos canales.

En el Sector Oriental los canales ya son de tipo meandriforme, con más desarrollo de depósitos de llanuras de inundación. Estos canales llegan a ser abundantes (Hernando, 1977b) aunque su presencia se restringe a la zona de confluencia de ambos sectores. La zona más próxima al Este presenta un predominio de depósitos de llanura de inundación y de evaporitas precipitadas en depresiones asociadas a un ambiente de «sabkha».

La alimentación de estas salinas podría ser a partir de aguas subterráneas continentales y marinas y/o por superficie, a partir de mareas excepcionales que alcanzarían la zona. No obstante, «es difícil identificar la relativa importancia de las influencias marina y continental» en estos medios (Kendall, 1978). En una zona más meridional Hernando (1977b) propone un medio de llanura de marea para la sedimentación de unos materiales contemporáneos a los aquí descritos, por lo que la proximidad a la línea de costa no debemos abandonarla para nuestra zona de estudio. Este autor habla de la existencia de unos depósitos similares a los de la zona sur en las proximidades de Licerías, por lo que no sería extraño afirmar que el mar hubiera adentrado en esta región en determinadas ocasiones, pudiendo ser el originario de las invasiones de las salinas: la variación del flujo del agua hacia las depresiones podría ser la causa de la alternancia de arcillas y yesos.

Se trataría de una zona más o menos llana (de 5 a 10 grados de pendiente en el área proximal y de 2° en la distal —Sopeña, 1983—) con unos relieves en la parte occidental (Hernando, 1977a), pero fuera del área de estudio, que, debido muy probablemente a impulsos tectónicos, aportarían los sedimentos hacia el Este.

El esquema ambiental no se aleja mucho de los propuestos por Handford (1982), en su estudio del Lago Seco de Bristol (California), por Hubert y Hide (1982) para la Bahía de Santa María (Nueva Escocia) y por Clemensen (1985) para la formación Bunter Sandstone de la Cuenca Alemana.

Teniendo en cuenta que tanto para la facies Röt como para el Muschelkalk la línea de costa estaría situada en la zona oriental (Aracil, 1986; Aracil y Hernando, 1988), para el Keuper ésta se encuentra desplazada hacia el Este debido a una progradación de las facies de carácter continental (abanicos aluviales) sobre los de carácter marino depositados durante el Muschelkalk.

Este desplazamiento de la línea de costa no sería repentino sino por medio de pulsaciones si bien el resultado final sería el de un retroceso general para la región estudiada.

## Conclusiones

En el presente trabajo se han podido deducir las siguientes conclusiones: 1. El medio sedimentario es variable de Oeste a Este observándose un notable cambio lateral de facies sobre el terreno. En el extremo Oeste predominan, en el seno de las lutitas rojas, las arenas medias y gruesas (30 por 100). En el extremo oriental, por el contrario, los yesos alcanzan un 25 por 100, mientras que las arenas apenas son representativas. 2. Se han descrito depósitos de abanicos aluviales en facies proximal media en el sector occidental; estos van dando paso hacia el Este a facies distales del mismo medio y depósitos de llanura de inundación, hasta terminar en unos depósitos muy probablemente debidos a la sedimentación en un ambiente de «sabkha».

## Referencias

- Aracil, E. (1986): *Estratigrafía y sedimentología del Muschelkalk y el Keuper entre Cuevas de Ayllón y Retortillo de Soria (provincia de Soria)*. Tesis de Licenciatura, 121 pp.
- Aracil, E.; Hernando, S. (1988): Las facies de transición del Buntsandstein al Muschelkalk entre Cuevas de Ayllón y Termancia (provincia de Soria). *Rev. Soc. Geol. de Esp.*, 1, 89-96.
- Arche, A.; López, J. (1984): Características sedimentológicas de las facies Buntsandstein entre Boniches y Tayuelas (Cuenca), Cordillera Ibérica. *Public. de Geología*, 20 (Homenaje a Luis S. de la Torre). Univ. Autónoma de Barcelona.
- Calderón, S. (1874): Reseña Geológica de la provincia de Guadalajara. *Rev. Univ. de Madrid*, 34-43.
- Clemensen, L. B. (1985): Dessert sand plain and sabkha deposits from the Bunter Sandstone Formation (L. Triassic) at the Northern margin of the German basin. *Geologische Rundschau*, 74, 519-536.
- Corchón, F. (1971): Estudio geológico de los alrededores de Valderromán (Soria). *Sem. de Estrat.*, 7, 3-30.
- Doubinger, J.; Adolff, M. C.; Ramos, A.; Sopeña, A.; Hernando, S. (1978): Primeros estudios palinológicos en el Pérmico y Triásico de la Cordillera Ibérica y bordes del Sistema Central. *Palinología*. Núm. Extraordinario, I, 27-33.
- Guidish, T. H.; Lerche, I.; Kendall, C. G. st. C.; O'Brien, J. J. (1984): Relationship between eustatic sea level changes and basement subsidence. *A.A.P.G. Bull.*, 64, 164-177.
- Handford, C. R. (1982): Sedimentology and evaporite genesis in a Holocene continental-sabkha playa basin-Bristol Dry Lake, California. *Sedimentology*, 29, 239-253.
- Hernando, S. (1977a): *Pérmico y Triásico de la región de Ayllón y Atienza (provincia de Soria y Guadalajara)*. Tesis Doctoral. Univ. Compl. de Madrid.
- Hernando, S. (1977b): Aspectos paleogeográficos del Keuper en el borde SW de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. *Cuad. Geol. Ib.*, 4, 385-398.
- Hernando, S. (1980): Mapa geológico del Pérmico y Triásico de la región de Ayllón-Atienza. *Cuad. Geol. Ib.*, 6, 21-54.
- Hernando, S.; Doubinger, J.; Adolff, M. C. (1977): Datos cronostratigráficos del Triásico superior de Ayllón-Atienza. *Cuad. Geol. Ib.*, 4, 399-410.
- Hubert, J. F.; Hyde, M. G. (1982): Sheet-flow deposits of graded bedsand mudstones on an alluvial sandflat-playa

- system: Upper Triassic Blomidon redbeds, St. Mary's Bay, Nova Scotia. *Sedimentology*, 29, 457-474.
- Kendall, A. C. (1978): Continental and Supratidal (sabkha) evaporites. In: Facies Models (R. G. Walker, Ed.). *Geoscience Canada. Reprint Series*, 1, 145-157.
- López Gómez, J.; Arche, A.; Doubinger, J. (1984): El Triásico del Anticlinorio de Cueva de Hierro (Serranía de Cuenca, España). *Rev. Esp. de Micropáleo.*, 16, 19-42.
- Pérez Arlucea, M.; Sopeña, A. (1986): Estudio sedimentológico del Saxoniense y del Buntsandstein entre Molina de Aragón y Albarracín. *Cuad. Geol. Ib.*, 10, 117-150.
- Ramos, A.; Sopeña, A. (1983): Gravel bars in low-sinuosity streams (Permian and Triassic, central Spain). *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 6, 301-312.
- Ramos, A.; Sopeña, A.; Pérez Arlucea, M. (1986): Evolution of Buntsandstein fluvial sedimentation in the Northwest Iberian Ranges (central Spain). *J. Sedim. Petrol.*, 56, 6, 862-875.
- Sánchez de la Torre, L.; Agueda Villar, J. A. (1970): Paleogeografía del Triásico en el sector Occidental de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geol.*, 26, 423-430.
- Virgili, C.; Hernando, S. (1974): Datación del Triásico medio en la región comprendida entre los Condemios y Miedes de Atienza (NW de la provincia de Guadalajara). *Sem. de Estrat.*, 9, 1-9.
- Watson, A. (1985): Structure, chemistry and origins of gypsum crusts in Southern Tunisia and the Central Namib Dessert. *Sedimentology*, 32, 6, 855-876.
- Yébenes, A.; Alcalde, A. (1977): Geoquímica del boro en las illitas triásicas de la Cordillera Ibérica. *Cuad. Geol. Ib.*, 4, 485-494.

Recibido el 22 de diciembre de 1987  
Aceptado el 19 de julio de 1988