

ASPECTOS PALEOGEOGRAFICOS DEL «KEUPER» EN EL BORDE SW.
DE LA RAMA CASTELLANA DE LA CORDILLERA IBERICA
(Provincias de Segovia, Soria y Guadalajara)

Por S. HERNANDO COSTA *

RESUMEN

Los materiales que forman el Keuper en esta región presentan algunas anomalías de facies y de distribución, cuyo estudio permite establecer algunos elementos paleogeográficos de ella durante el Triásico Superior, y situar en dicha región el límite interno del medio de «lagoon» en que se depositaron, en general, estos sedimentos.

RÉSUMÉ

Les matériaux que forment le Keuper dans cette région, présentent quelques irrégularités de faciès et de distribution; leur étude permet d'établir quelques éléments paléogéographiques pendant le Triassique supérieur, et de situer en elle une limite interne du milieu de sédimentation de «lagoon».

ABSTRACT

The Keuper materials in this region show some facial anomalies. Its study helps to establish some paleogeographical elements during the Upper Triassic; it was placed in the internal border of a «lagoon» where most of the sediments were deposited.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende dar a conocer una serie de datos paleogeográficos del Keuper, aspectos que normalmente no son tenidos en cuenta dados los problemas que plantean las interpretaciones en los materiales que lo forman,

* Departamento de Estratigrafía y Geología Histórica. Facultad Geología. Universidad Complutense. Departamento de Geología Económica del C.I.S.C. Madrid.

ya que ofrecen muy pocas variaciones y normalmente han sufrido procesos postdeposicionales más o menos intensos, de forma que la diagénesis enmascara sus características primitivas o deposicionales, al menos en parte.

Normalmente uno de los problemas más difíciles de resolver que presentan las interpretaciones paleogeográficas en los materiales del Keuper es su uniformidad litológica en la vertical y en la horizontal no obstante, hay algunas regiones, como la considerada en este trabajo, en que existen variaciones litológicas y de facies, tanto en la vertical como en la horizontal, lo cual permite, con bastantes garantías de verosimilitud, el establecimiento de una serie de hechos paleogeográficos, siempre locales o puntuales, pero de interés dada la escasez de datos concretos sobre el tema.

Además, hay que unir la bastante grande complejidad de constitución litológica, por la abundancia de materiales de origen químico, en los cuales, a veces, es difícil discernir si son sinsedimentarios o diagenéticos.

Geográficamente, la región sobre la que se centra el presente estudio se encuentra situada en el Centro de España, en el lugar en que coinciden los límites de las provincias de Segovia, Soria y Guadalajara, correspondiendo a esta última la mayor superficie (Fig. 1). Desde un punto de vista geológico esta región es difícil de situar; se encuentra en el extremo NE del Sistema Central, justo en el lugar de intersección de éste con la Cordillera Ibérica, formando realmente el borde suroccidental de su rama Castellana. Estratigráficamente pertenece a la Cordillera Ibérica, pero bajo un punto de vista tectónico-estructural tiene influencias del Sistema Central.

Los antecedentes bibliográficos sobre el tema son muy escasos. Hay numerosos trabajos, incluso del siglo pasado, que citan la presencia del «Keuper» en esta región, pero son muy escasos los que den algún dato de tipo paleogeográfico. El primer autor conocido que los da para esta región es SCHROEDER (1929), quien cita la presencia de intercalaciones de areniscas en la parte Oeste de esta región y supone que el «Keuper» es extensivo sobre el Muschelkalk, no presente en esta región en sus facies típicas (VIRGILI y HERNANDO, 1974), e incluso sobre el Buntsandstein. En general sigue las ideas paleogeográficas de LOTZE (1929) y de TRICALINOS (1928), que suponen numerosas anomalías de facies y de espesor para todo el Triásico, sobre todo para el Muschelkalk, al extenderse hacia el Oeste en la Cordillera Ibérica. No obstante, hay que indicar que incluye los materiales arcillosos que se encuentran entre el Buntsandstein y el Keuper dentro de este último, materiales que realmente son el cambio lateral de facies hacia el Oeste de las calizas y dolomías del Muschelkalk (VIRGILI y HERNANDO, 1974) que se encuentran más hacia el Este de esta región (zonas del Este de Atienza y Sigüenza).

VIRGILI (1954) en su trabajo de síntesis sobre el Triásico de España sitúa en esta región los límites de la sedimentación triásica.

Más tarde se realizaron algunos trabajos, consistentes en tesis de licenciatura, que permanecen inéditos y que aportan algunos datos sobre el tema, tales como SAINZ GONZÁLEZ (1968) y ROBLES CUENCA (1968). Algún tiempo después apareció un trabajo similar de CORCHÓN (1971), en el que sigue las ideas de SCHROEDER sobre este tema.

Queda por citar un estudio paleogeográfico del sector occidental de la Cordillera Ibérica de SÁNCHEZ DE LA TORRE y AGUEDA VILLAR (1970). Indican que la cuenca del Keuper es más extensa que la del Muschelkalk; por un estudio de cloruros indican las áreas más deprimidas, y añaden que las facies de borde del Keuper se caracterizan porque el contenido detrítico arenoso

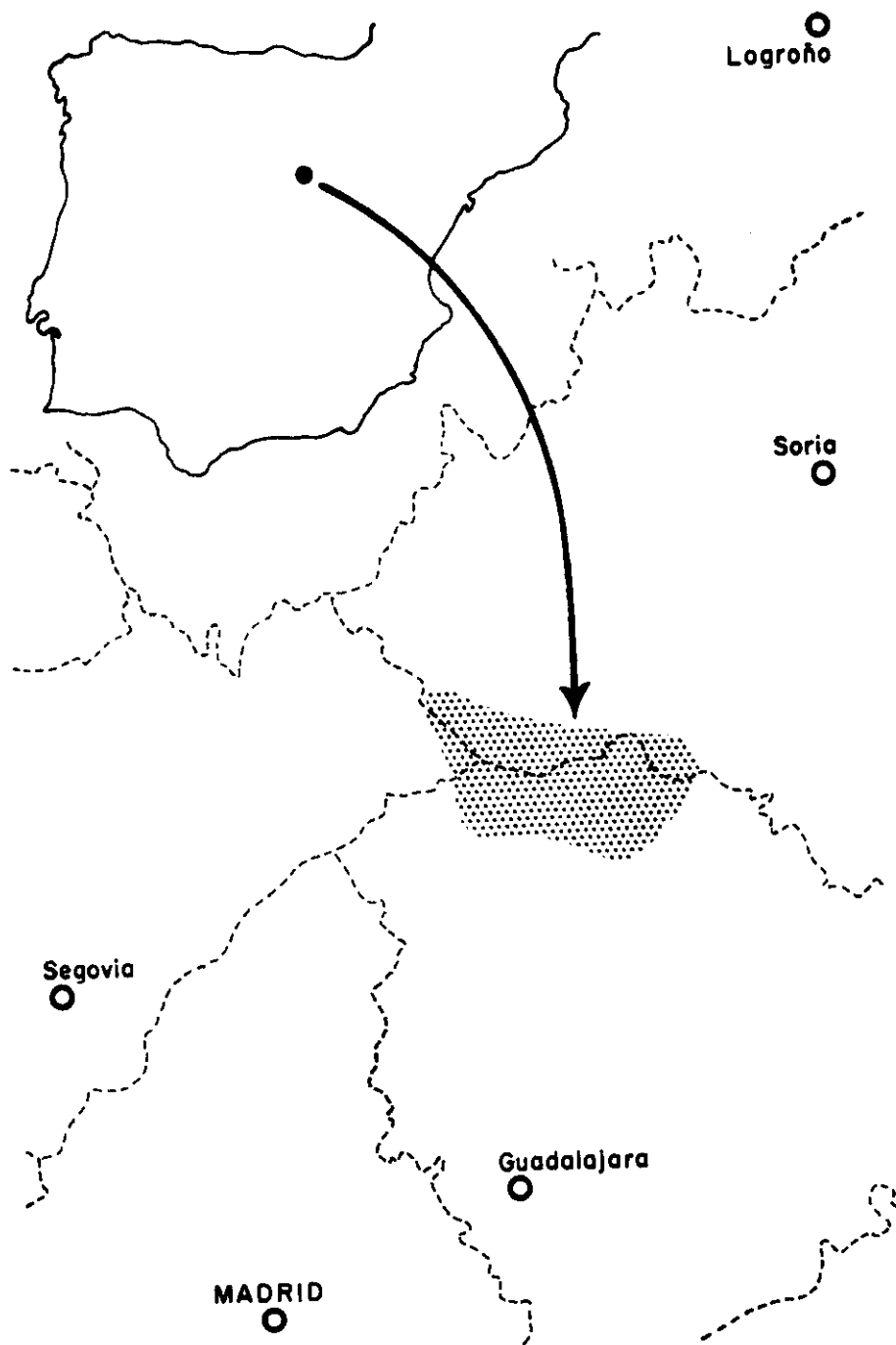


Fig. 1. *Situación geográfica*

aumenta a la vez que disminuye el carácter salino. No obstante, vuelven a caer en el error de los autores anteriores, ya que incluyen las limolitas negras y verdes con intercalaciones carbonatadas, cambio lateral hacia el Oeste de las calizas y dolomías del Muschelkalk, VIRGILI y HERNANDO (1974), dentro del Keuper.

Por último, he de hacer referencia a mi propia tesis doctoral, HERNANDO (1975), en la que se asientan las bases sobre las que se apoya el presente trabajo. En ella se indican las variaciones litológicas y de facies que presenta el «Keuper» de esta región, se dan sus distribuciones y se hacen unas interpretaciones previas de los medios de sedimentación y de su paleogeografía.

Este estudio se basa fundamentalmente en observaciones directas de campo. A los trabajos anteriormente realizados en la tesis doctoral citada se han añadido numerosas observaciones puntuales, el levantamiento de varias nuevas columnas litológicas, datos de tipo secuencial y un detallado estudio sobre el terreno de la distribución y variaciones de facies. También se harán ciertas referencias a los trabajos de laboratorio de la citada tesis doctoral a la hora de definir los materiales.

LOS MATERIALES

En primer lugar, hay que indicar que dado el poco espacio de que se dispone, es imposible incluir una descripción, no ya detallada, sino ni a grandes rasgos o tramos, de todas y cada una de las columnas litológicas empleadas en este estudio, por ello se ha seguido el criterio de dar las sucesiones litológicas puntuales de forma gráfica y anotar los caracteres generales de los materiales, dando especial importancia a las anomalías litológicas.

A grandes rasgos, el «Keuper» de la Cordillera Ibérica se da como formado por margas abigarradas con yesos y algunos minerales como granito y cuarzos idiomorfos. El de esta región es similar, en general, al del resto de dicha Cordillera; no obstante, hay que indicar que las calcimetrías realizadas dieron como resultado tantos por ciento de carbonatos muy bajos o nulos. Por otro lado, los estudios granulométricos dieron como fracción más abundante a los limos, con presencia de algunas arenas muy finas a veces. Así pues, en general, el «Keuper» de esta zona está formado por limolitas muy poco compactas, a veces ligeramente arenosas y/o carbonatadas, con yesos más o menos abundantes repartidos irregularmente en forma dispersa, en bancos más o menos continuos y, a veces, en formas subnodulosas; también se encuentran, a veces, algunos aragonitos y/o algunos cuarzos idiomorfos (Jacintos de Compostela), pero poco abundantes.

Los colores son normalmente variados, rojos, violeta, morado, verde, negro, pero predominan mucho los rojos. En general, los verdes y negros se encuentran escasamente y casi siempre asociados a los yesos. A veces se encuentra alguna delgada intercalación verdosa con algún nivelillo carbonatado de pocos centímetros que tienen aspecto de costras y que suelen estar tapizados en su cara superior de pequeños cuarzos idiomorfos translúcidos.

Sin embargo, como anteriormente se indicaba, existen anomalías dentro de la constitución litológica tipo del «Keuper». Así, en la parte NW. de la zona estudiada (Cuevas de Ayllón-Valderromán) se encuentran intercalaciones, numerosas y muy potentes, de areniscas rojas con algunos cantos dispersos; mientras que en la parte Sur y SW. (Cantalojas-Somolinos), lo que se

encuentran son intercalaciones, también numerosas y de espesor considerable, de limolitas negras, finamente laminadas, con algunas estructuras sedimentarias, que a veces tienen delgadas pasadas dolomíticas muy compactas.

Las intercalaciones de areniscas de la parte NW. tienen las siguientes características, en general: son de grano variable, normalmente de medio a grueso, algo arcillo limonas, ricas en micas, sobre todo blancas. Se puede decir que son bastante heterométricas. Contienen cantos, normalmente dispersos de cuarzo y cuarcita, de redondeados a subangulosos, a veces se concentran dando algún lentejoncillo de conglomerados, sobre todo en la base de los bancos. El centil de los cantos no suele pasar de 10 centímetros y la moda suele encontrarse entre 2 y 5 centímetros. Estas areniscas suelen tener siempre algo de cemento carbonatado, pero secundario. El color es rojo pardo en superficie y rosado blancuzco a gris claro en corte. Presentan granoselección positiva grosera.

La base de los bancos de areniscas suele ser una cicatriz de erosión, inmediatamente encima de ella se encuentran cantos y arenas gruesas y, a veces, tienen pequeños cantos blandos muy planos. Por encima se presentan masivas o con laminación horizontal paralela grosera. Sobre esta parte se encuentran casi siempre arenas con laminación oblicua o cruzada, unas veces de tipo planar y otras de tipo surco o cuchara (Through). El tamaño de las estructuras disminuye hacia arriba pasándose a una laminación oblicua de pequeño tamaño y a la presencia de «ripple mark», para terminar los bancos, normalmente, con arenas finas muy arcillolimosas con laminación paralela horizontal o con «ripple mark». A veces también se encuentran algunos cantos blandos, en la parte alta de los paquetes, asociados a arenas finas masivas.

Esa disposición no siempre se cumple, hay distribuciones muy irregulares de tamaños y estructuras, de manera que es normal encontrar sólo la parte más baja de estas secuencias separadas unas de otras por cicatrices de erosión; en ellas predominan las estructuras sedimentarias de alta energía, sobre todo las laminaciones cruzadas tipo «trough», dando como resultado depósitos lenticulares de forma más o menos bicóncava.

Aunque no puede darse como hecho general, es frecuente encontrar por encima de los paquetes de areniscas algunos centímetros, a veces bastantes, de limolitas con laminación paralela horizontal.

El espesor de estas intercalaciones de areniscas varía bastante, ya que hacia el Este se acúan hasta desaparecer. En la parte más occidental, entre las localidades de Licerias y Cuevas de Ayilón, la potencia varía de 1,5 metros como mínimo, hasta los 13 metros como máximo. Hay que indicar que cuando los espesores son tan grandes se debe a la existencia de varias «secuencias» superpuestas.

Las intercalaciones de limolitas negras de la parte Sur y SW. tienen las siguientes características: son unas limolitas de colores muy oscuros, en general negras y, a veces, verdosas; los límites de estas intercalaciones con las limolitas rojas de la facies «Keuper» son muy netas, no presentan tránsito gradual. A veces son ligeramente arenosas, e incluso llegan a tener alguna delgada pasada de forma lenticular de areniscas muy finas y muy arcillolimosas. También, a veces, se encuentran delgadas intercalaciones de dolomías o calizas dolomíticas.

Las limonitas negras se presentan o masivas o con laminación paralela horizontal. Raramente son algo carbonatadas. A veces, y normalmente asocia-

das a las partes algo arenosas, se pueden observar algunas microlaminaciones oblicuas con «ripple mark». También a veces se encuentran conductos perforantes o pistas.

Las pasadas lenticulares de areniscas finas se distinguen muy mal. Presentan laminación oblicua en la parte baja y «ripple mark» en la alta, algunos de los cuales parecen de interferencia o de oscilación. El espesor de estas pasadas es de 40 centímetros como máximo, y su extensión lateral no pasa de los 4 ó 5 metros como máximo, aunque normalmente no suelen tener más de 2 ó 3.

Las intercalaciones de dolomías o calizas dolomíticas son muy escasas, sólo se encuentran algunas. Su espesor es muy pequeño, no llega a los 30 centímetros, sin embargo, su extensión lateral parece ser grande. Se presentan con aspecto ruinoso, oquedosas y brechoides, a veces parecen bandeadas. Son bastante cristalinas, aunque contienen ciertas cantidades de arcillas y limos irregularmente distribuidos. El color varía de gris claro a amarillo ocre. A veces, en la cara superior o techo de estas intercalaciones se aprecian «ripple mark» del tipo de interferencia o de oscilación, pero en general muy mal conservados. Otras veces presentan, en esa cara superior, cuarzo, tanto idiomorfo como amorfo, lo que les da un marcado aspecto de costra. En un lugar se han encontrado pseudomorfo cúbicos de sal en la base de una de estas dolomíticas.

El espesor de las intercalaciones de limolitas negras varía bastante. Sin tener en cuenta las delgadas intercalaciones negras o verdes que se encuentran asociadas a los yesos, y que no se pueden considerar como anomalías dentro de las facies Keuper, el espesor de las limolitas negras está comprendido entre los 0,8 metros como mínimo y los 8 metros como máximo. No obstante, hay que indicar que en la parte Sur y SW. de esta región, precisamente donde aparecen estas intercalaciones de limolitas negras, sobre el Keuper se apoyan discordantes las arcas en facies Utrillas del Cretácico, de forma que la erosión hace desaparecer hacia el Oeste al Keuper, para en los alrededores de Galve de Sorbe haber sido totalmente erosionado, por lo que el control de facies y espesores es muy problemático.

En las figuras adjuntas, números 2, 3 y 4, se incluye la representación gráfica de las columnas litológicas, como se indicaba al comienzo de este apartado. En la figura 2 van todas las columnas de la facies «Keuper» que no presentan anomalías netas; en la figura 3 van las columnas de la parte noroccidental con intercalaciones de areniscas, y en la figura 4 se representan las columnas de la zona Sur y suroccidental con intercalaciones de limolitas negras. Asimismo, en la figura 4 va un gráfico con la situación geográfica de las columnas de las figuras 2, 3 y 4, marcadas con el mismo número que en dichas figuras.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los Medios de Sedimentación

Las características expuestas en el anterior apartado indican que los sedimentos que forman la facies «Keuper», sobre la base de limolitas y materiales salinos, se depositaron en un medio restringido, marino somero y con mala comunicación con mar abierto, es decir, de tipo lagunar o «lagoon».

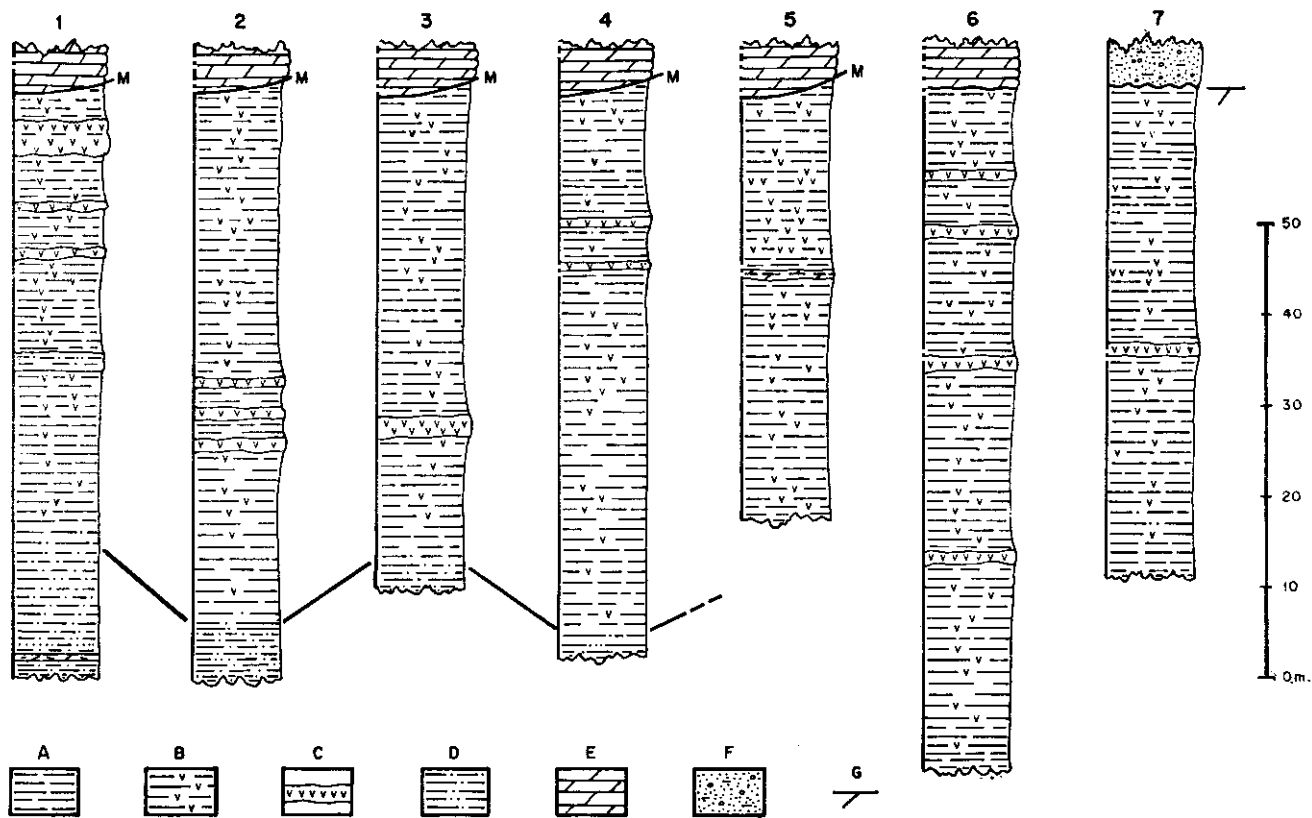


Fig. 2. Columnas del «Keuper». A.—Limolitas; B.—Limolitas con yesos; C.—Yesos masivos; D.—Limolitas arenosas; E.—Dolomias (¿Jurásico?); F.—Arenas (Arenas en facies Utrillas-Cretácico); G.—Discordancia; M.—Contacto mecanizado o tectonizado

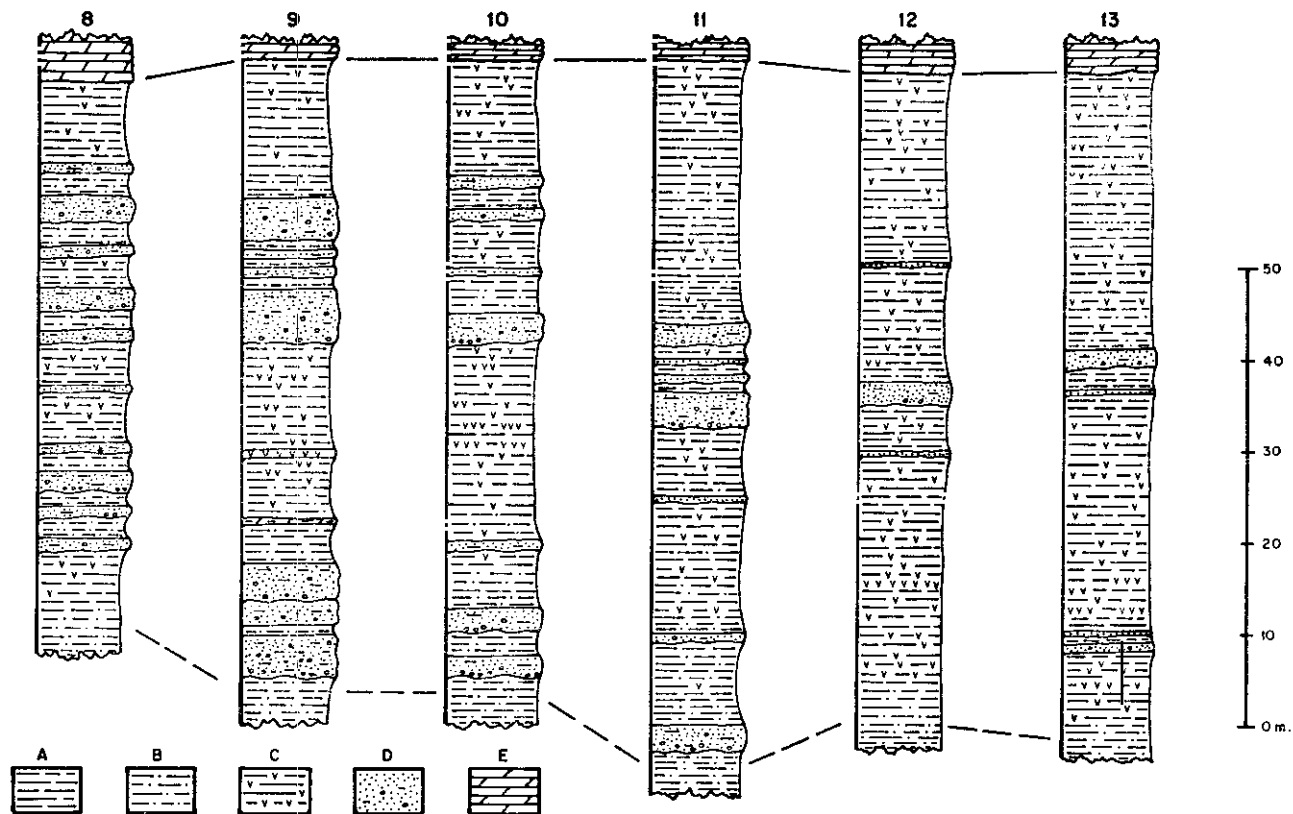


Fig. 3. Columnas del «Keuper» con intercalaciones de areniscas. A.—Limolitas; B.—Limolitas arenosas; C.—Limolitas con yesos; D.—Areniscas; E.—Dolomías (¿Jurásico?)

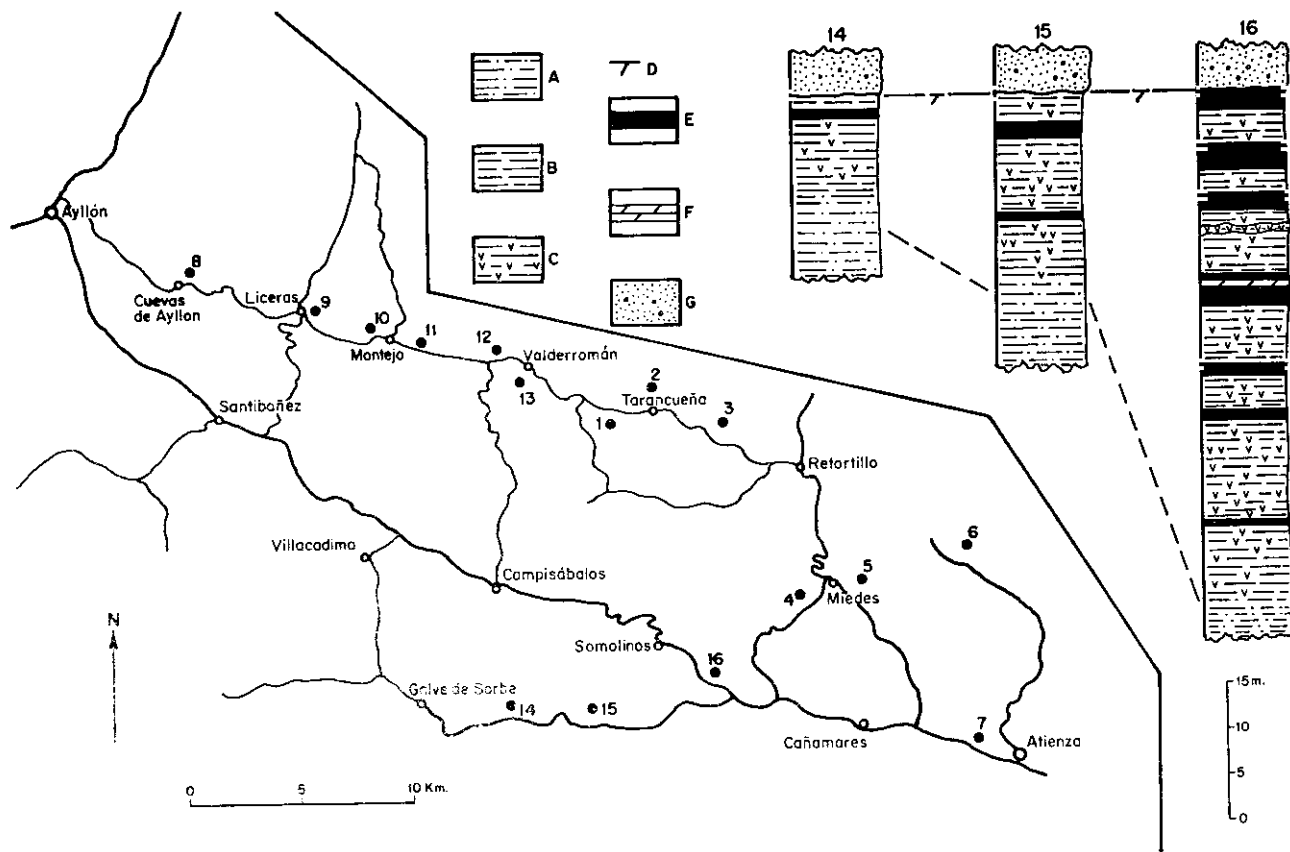


Fig. 4. Columnas del «Keuper» con intercalaciones de limolitas negras. Situación de las columnas. A.—Limolitas arenosas; B.—Limolitas; C.—Limolitas con yesos; D.—Discordancia; E.—Limolitas negras; F.—Dolomías; G.—Arenas (Arenas en facies Utrillas-Cretácico)

La comunicación con el mar debió ser intermitente si nos fijamos en la distribución vetrical de los yesos que es un tanto irregular, pero en general en niveles bastante marcados. Las características de los yesos, unas veces concentrados en bancos, otras en formas subnodulosas o en capas irregulares y muy alabeadas, parecen indicar que originalmente fueron anhidritas que pasaron después a yesos por hidratación con el consiguiente aumento de volumen produciendo las deformaciones y ramificaciones que pueden observarse.

Las características anotadas en el apartado anterior para las intercalaciones de areniscas de la parte noroccidental su geometría y extensión, indican con toda claridad que se trata de secuencias fluviales. En prácticamente todos los casos se reconocen los depósitos de relleno de canal activo. Las limolitas rojas que se encuentran por encima de las areniscas pueden corresponder a depósitos de colmatación de canal o a depósitos de llanura de inundación, en general el pequeño desarrollo de estos depósitos, su posición y la gradación o transición gradual con las areniscas inferiores hacen inclinarse por la primera posibilidad, sin descartar que en algún caso sean de llanura de inundación.

La disposición de los materiales y las estructuras sedimentarias, así como los cantos que contienen dispersos las areniscas, indican que las corrientes eran de bastante energía y con alta competencia de transporte, dado el caso redondeamiento de los granos y la general heterometría de estos sedimentos. Además, en la parte más noroccidental, alrededores de Cuevas de Ayllón (Soria), se encuentran conglomerados asociados con las areniscas, hecho que demuestra la alta energía del medio de transporte, al menos puntualmente.

Todo lo anteriormente dicho, y el hecho de que a veces se superpongan varias secuencias, más o menos completas de relleno de canal activo, parecen indicar que parte de estos depósitos se formaron por la acción de corrientes de alta energía y baja sinuosidad del tipo «Braided stream», hecho que además asevera la ausencia de depósitos del tipo de llanura de inundación. No obstante, hay que indicar que existen depósitos de otros tipos, algunos que se aproximan a los de ríos de alta sinuosidad o meandriiformes, que son bastante abundantes, e incluso puede que de materiales transportados por ríos de uno u otro tipo pero depositados dentro del medio restringido o «lagoon».

En general, puce asegurarse que estas intercalaciones corresponden a depósitos fluviales, pero es difícil discernir sobre el tipo de ríos que los formaron. En las descripciones del apartado anterior se dan las características de estos materiales, de manera que según la intercalación y el lugar, los depósitos se aproximan unas veces más a las secuencias de ríos de alta sinuosidad (meandriiformes) y otras más a las de ríos de baja sinuosidad (braided); seguramente se trata de una red fluvial de características intermedias que según el lugar se aproxima más a uno u otro tipo o modelo fluvial. También es posible que estos fenómenos estén ligados a efectos climáticos, de manera que bajo un clima estacional acusado (HERNANDO, 1975) la red fluvial se aproxima a meandriiforme en épocas de sequía y a no divagante en épocas de fuertes lluvias.

Las características dadas en el apartado anterior para las limolitas negras de la zona Sur y suroccidental, tales como laminación paralela, o «ripple mark», alguna pista o conducto perforante, el ser arenosas o tener algún lentejoncillo de areniscas, el color negro, así como las delgadas intercalaciones de dolomías hacen pensar en un medio de tipo intermareal o supramareal.

Las intercalaciones dolomíticas por su aspecto corresponden al tipo de dolomías supratidales o supramareales. Hay que resaltar que alternan estos episodios de tipo supra o intermareal con episodios de tipo «lagoon», por lo que lógicamente los intermareales deben corresponder al borde interno del restringido (lagoon), lo que permite asegurar que las variaciones del nivel de las aguas en él eran muy considerables, tanto por problemas de comunicación con el mar abierto como por la existencia de fenómenos de tipo marea.

Reconstrucciones

En la introducción se decía que el «Muschelkalk» de esta región no está representado por las típicas calizas y dolomías, VIRGILI y HERNANDO (1974) y HERNANDO (1975), sino por limolitas negras y verdes con intercalaciones carbonatadas que en HERNANDO (1975) se interpretan como inter y supramareales. El tránsito de estos materiales a los que forman la facies Keuper es gradual.

En estas condiciones, al final de la deposición de los materiales del «Muschelkalk» (limolitas negras) es cuando comenzaron en esta región los problemas instauración de un mar o medio restringido (lagoon), de manera que el «Keuper» se hace claramente extensivo sobre el «Muschelkalk», llegando a dominar más el ambiente marino, aunque restringido, en aquel que en éste.

Después de depositarse los materiales que marcan el tránsito del «Muschelkalk» al «Keuper», quedó toda la región estudiada bajo unas condiciones de medio marino restringido (lagoon). Como anteriormente se anticipaba, el nivel de las aguas del restringido no era constante, tenía variaciones que daban lugar a avances y a retrocesos, que permitían la implantación de un medio tipo inter o supramareal en la parte Sur; mientras que en la noroccidental estos retrocesos hacían que una serie de corrientes fluviales cubriesen, al menos en parte, las superficies que dejaba al descubierto el mar restringido. Por esto, es lógico pensar que los episodios fluviales de la parte noroccidental se corresponden en el tiempo, de forma más o menos perfecta, con los episodios inter o supramareales del Sur y Suroeste.

En la figura 5 se expresa gráficamente la distribución de las intercalaciones fluviales y de las inter o supramareales sobrepuestas al área que de una u otra forma fue cubierta por el medio restringido o «lagoon».

Estas consideraciones indican que en esta región se encontraba la parte más interna del mar restringido, de forma que las partes suroeste y noroeste una vez eran de dominio de «lagoon» y otras eran dominio continental o al menos de transición (zona sur y suroeste). Dado que las afloramientos no permiten estudiar hasta dónde llega por el Oeste la influencia marina restringida, no puede darse su máxima extensión en estas regiones, pero lo que sí se puede asegurar es que en la época o épocas de máximo retroceso el borde interno o línea de costa interna de mar restringido estaba en esta región. En la figura 5, y a trazos gruesos discontinuos, se delimita la línea de borde interno citada.

Hay que señalar que en la parte noroccidental, y en la parte baja del «Keuper», hay en un punto, alrededores de Liceras, una intercalación de limolitas negras laminadas con una delgada pasada dolomítica idéntica a las intercalaciones de la parte suroeste, que debe corresponder también a un episodio inter o supramareal y que se encuentra entre dos episodios fluviales.

Por último, y dadas las características de las intercalaciones, hay que su-

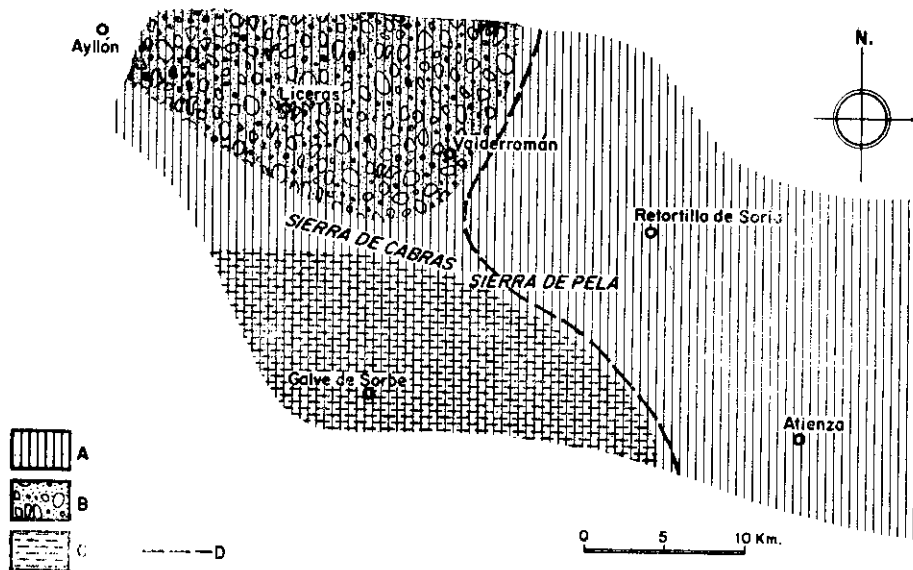


Fig. 5. Esquema de distribución de materiales. A.—Área de sedimentación del Keuper. B.—Presencia de intercalaciones de areniscas. C.—Presencia de intercalaciones de limolitas negras. D.—Límite de máximo retroceso

poner que la parte Sur y suroeste estaba ligerísimamente elevada respecto al centro y Este de la región, siendo seguramente una extensa llanura con una ligera pendiente hacia el Norte y Este, por lo que las variaciones del nivel de las aguas en el medio restringido se dejarían notar bastante. En la parte noroeste, la pendiente debía ser algo mayor y hacia el Este, e incluso es posible que más hacia el Oeste de esta región existiese algún relieve más o menos considerable, ya que si no es difícil comprender el índice de energía bastante considerable que indican las secuencias fluviales para el medio de transporte.

BIBLIOGRAFIA

- CORCHÓN, F. (1971): Estudio geológico de los alrededores de Valderromán (Soria). *Sem. Estratigrafía*, núm. 7, 3-30.
- HERNANDO, S. (1975): Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza (Provincias de Segovia, Soria y Guadalajara). Tesis doctoral. Dpto. Estratigrafía y Geol. Hist. Universidad Complutense. Madrid (inédito).
- LOTZE, F. (1929): Stratigraphie und tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien). *Ab. Ges. Wiss. Göttingen M. Ph., N. F.* Bd. 14, núm. 3, 320. Berlín. Trad. Publ. Ext. Geol. Esp., t. VIII Madrid, 1954
- ROBLES CUENCA, F. (1968): Estudio geológico de los alrededores de Montejo de Tiermes (Soria). Tesis licenciatura. Dpto. Estratigrafía y Geol. Histórica. Universidad Complutense. Madrid (inédito).
- SAINZ GONZALEZ, J. (1968): Estudio geológico de los alrededores de Madruedano (Soria). Tesis licenciatura. Dpto. Estratigrafía y Geol. Hist. Universidad Complutense. Madrid. (inédito).

- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. y AGUEDA VILLAR, J. A. (1970): Paleogeografía del Triásico en el sector occidental de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geol.* vol. XXVI, núm. 4, 423-430.
- SCHROEDER, E. (1929): Das Grenzgebiet von Guadarrama und Hesperischen Ketten (Zentral Spanien). *Ab. Gess. Wiss. Gottingen M. Ph.*, t XVI. Berlín. Trad. Publ. Ext. Geol. Esp. t. IV, 235-291. Madrid, 1948.
- TRICALINOS, J. (1928): Untersuchungen über den Lauf der Keltiberischen Ketten des nordöstlichen Spaniens. *Zeitsch. Deuts. Geol. Gest.*, t. LXXX, Abb. 4, 409-482.
- VIRGILI, C. y HERNANDO, S. (1974): Datación del Triás medio en la región comprendida entre los Condemios y Miedes de Atienza (NW. de la provincia de Guadalajara). *Sem. Estratigrafía*, núm. 9, 1-9.
- VIRGILI, C. (1954): Algunas consideraciones sobre el trazado de las costas españolas durante el Triásico. *R. S. Esp. Hist. Nat.* tomo homenaje Prof. E. Hernández Pacheco, 697-716.