

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 11	Págs. 215-236	Madrid, 1987
----------------------------	---------	---------------	--------------

EL KEUPER DE LOS CATALANIDES

POR

J. M. SALVANY y F. ORTÍ *

RESUMEN

El Keuper está representado en los Catalánides entre los ríos Ebro y Llobregat con una potencia que oscila normalmente entre los 50 y 150 m. En él se han definido tres unidades litoestratigráficas con rango de formación. De base a techo ésta serían: *Fm. Yesos de Miravet*, *Fm. Arcillas y Yesos del Molar* y *Fm. Arcillas y Carbonatos del Gallicant*.

La primera de estas unidades se presenta bien desarrollada en el NE y SO de este área de los Catalánides, con potencias cercanas al centenar de metros. Se trata en estos casos de alternancias de arcillas y capas de yesos con tonos grises. En la parte central (Sierras de Prades y Priorat) esta unidad queda muy reducida o ausente y con características anómalas.

La *Fm. del Molar*, con colores rojos, se dispone con un contacto neto sobre la anterior y con unos valores normales de 40-50 m. Puede presentarse desde muy arcillosa a predominantemente yesífera.

La unidad del Gallicant está bien desarrollada en la parte central de los Catalánides y bien representada en el resto del área donde aflora el Keuper. Se trata de arcillas verdosas que van acompañadas de carbonatos y ocasionalmente de niveles de yeso. Su espesor varía entre 25 y 80 m.

El vulcanismo del Keuper queda restringido al dominio del Baix Ebre y dentro de la *Fm. del Molar*.

* Departamento de Petrología y Geoquímica, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona. Gran Vía, 585, Barcelona 08007.

El análisis palinológico de las arcillas ha permitido datar únicamente la unidad inferior —Fm. Miravet— como del Karniense.

Interpretamos la unidad Miravet como una serie evaporítica en régimen regresivo, que constituye el techo del episodio marino del Muschelkalk superior, y del que pasa gradualmente. Esta unidad es correlacionable con la K1 valenciana definida por ORTI (1974). Las unidades del Molar y Gallicant, equivalentes a las K3-K4 y K5, respectivamente, del mismo autor, las interpretamos como una serie evaporítica transgresiva con techo en la Fm. Imón, a la que pasa también de forma gradual. Falta en los Catalánides el término detrítico K2 o Areniscas de Manuel.

La evolución sedimentaria del Keuper fue controlada por el juego sinsedimentario de bloques de zócalo delimitados por líneas de fracturas tardihercínicas, que jugando de una forma diferencial entre sí compartimentan el área de sedimentación en diferentes dominios.

ABSTRACT

In the Catalan Coastal Ranges Keuper deposits outcrop in the area comprised between Ebro and Llobregat rivers, reaching thicknesses from 50 to 150 m. In this Keuper three lithostratigraphical formations have been defined, which are the following from base to top: Miravet Gypsum Fm., Molar Gypsum and Clays Fm. and Gallicant Carbonates and Clays Fm.

First of such units is well developed towards the NE and SW parts of the referred to area, reaching thicknesses up to hundred meters. In the central part of the area (Prades and Priorat Ridges) this unit remarkably thins and exhibits anomalous features.

The red-coloured Molar Fm., which directly overlies the former one, is about 40-50 m. thick. Its lithology varies from rather clays to dominantly gypsiferous.

Gallicant unit is well developed in the central part, but is also rather represented elsewhere in this area. It consist of greenish clays with subordinate carbonate layers and some gypsum horizons also. Its thickness varies from 25 to 80 m.

Volcanic activity in these Keuper deposits is limited to Molar Fm. and always happens in the Baix Ebre domain.

Palinological investigations carried out on lutitic samples just allowed to assigne a Karnian age to the lower unit (Miravet Fm.).

Miravet Fm. is interpreted as a regressive evaporitic unit which constitutes the top of the carbonatic marine episode of the upper Muschelkalk, the transition between both units being rather agrada-

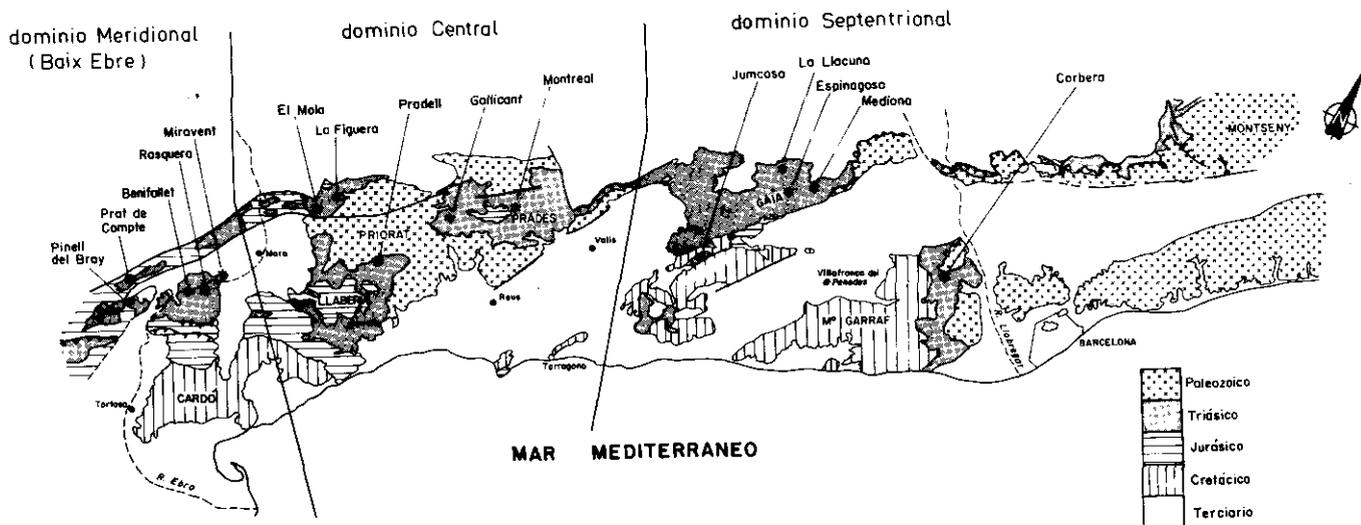


FIG. 1.—Mapa geológico de los Catalánides con situación de los cortes del Keuper y los dominios estratigráficos considerados.

Geological Map of the Catalanides, showing the Keuper sections and defined stratigraphic domains.

tional. Miravet Fm. may be correlated with the K1 units of Valencia Keuper, as defined by ORTI (1974). Molar and Gallicant units, which may be correlated respectively with K3-K4 and K5 units of the same author also, are here interpreted as an evaporitic transgressive series whose top is constituted by the carbonatic Imón Fm. Transition between the latter and that evaporitic series is rather gradual. K2 detrital unit (Manuel Sandstones) described in Valencia is lacking in Catalonia.

Depositional story and evolution of this Keuper is clearly controlled by the synchronous movements of late-hersynian faults, which are responsible for the structural arrangement of the area in different sedimentary domains.

INTRODUCCION

Los materiales del Keuper se encuentran bien representados en los Catalánides entre los ríos Llobregat y Ebro. Más al NE del Llobregat han sido ampliamente erosionados, disponiéndose la sedimentación terciaria directa y discordantemente sobre el Muschelkalk. Poco más al S del Ebro, el conjunto de materiales triásicos queda cubierto bajo la potente cobertera de rocas jurásico-cretácicas del Maestrazgo. A lo largo de esta franja de unos 150 kilómetros, las pobres condiciones de afloramiento y la frecuente tectonización, limitan a unos pocos los cortes que permiten el estudio del Keuper, tratándose en su mayor parte de afloramientos que comprenden de una forma incompleta la totalidad de su serie (fig. 1).

A partir del estudio de estos diferentes cortes (fig. 2) se ha podido ver que en los Catalánides el Keuper presenta importantes variaciones laterales de litología y potencia.

Esta última, aunque con frecuencia resulta de difícil estimación, puede variar entre 50 y 150 metros, rebasando un poco este último valor los cortes donde la serie se presenta más desarrollada. En cuanto a su contenido litológico hemos distinguido para el conjunto del Keuper de los Catalánides tres unidades litoestratigráficas con rango de formación a las que llamamos respectivamente de base a techo: *Fm. Yesos de Miravet*, *Fm. Arcillas* y *Yesos del Molar* y *Fm. Arcillas* y *Carbonatos del Gallicant* (fig. 4B).

Para el caso del Keuper consideraremos tres áreas o dominios estratigráficos que a grandes rasgos presentan características más o menos comunes en cada uno de ellos, tanto para el conjunto de la serie como, en particular, para cada una de sus unidades. Estos serían (fig. 1): un *dominio meridional*, al que de una forma general

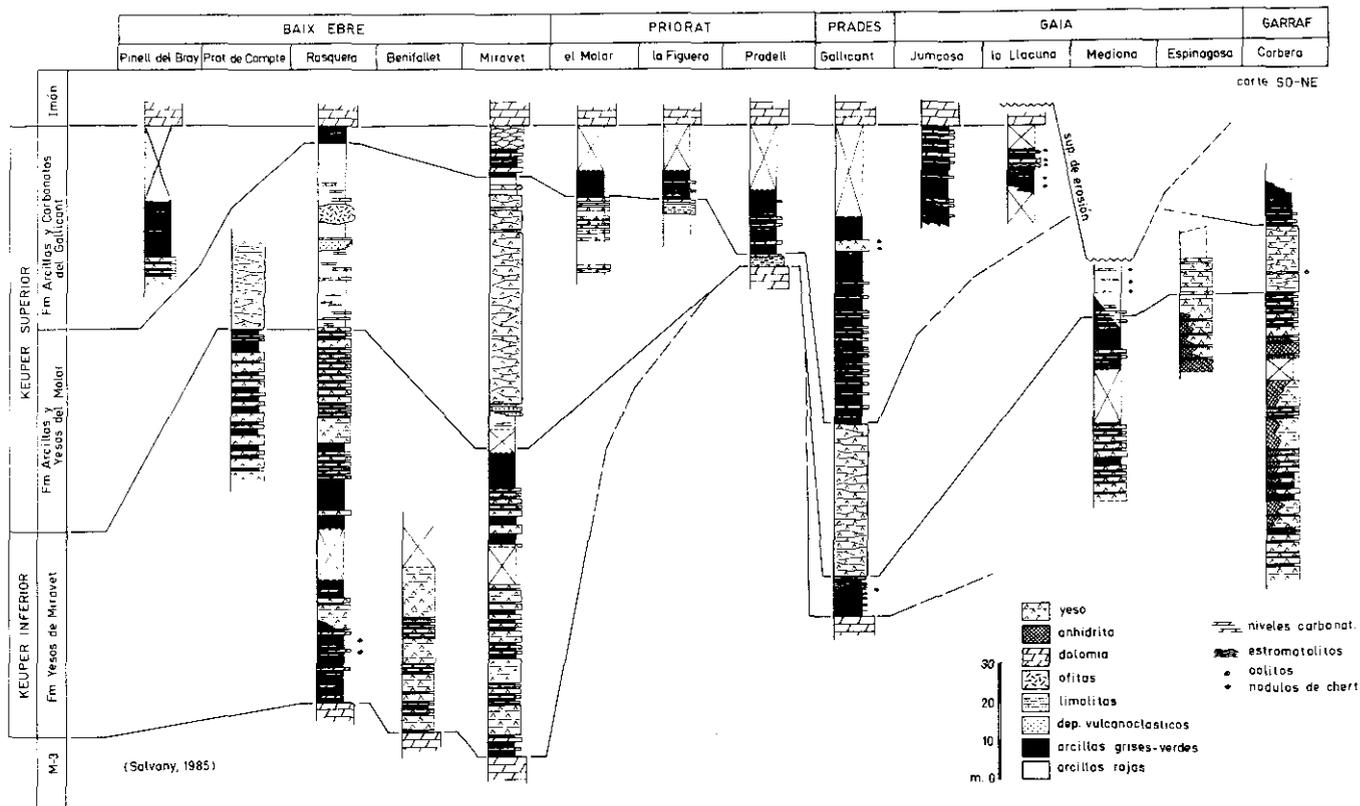


FIG. 2.—Series y unidades del Keuper de los Catalánides con las litologías y potencias tal como se pueden observar en los diferentes cortes.

Keuper sections and Units in the Catalanides, with indication of lithologies and thickness.

llamamos del Baix Ebre, que comprende el bloque del Cardó y los anticlinales de Prat de Compte, Paül y Alfara (fig. 1); un *dominio central*, que comprende los bloques de Prades, Priorat y Sierra de Llaberia; y un *dominio septentrional*, que comprende los bloques de Garraf, Gaià y Bonastre. En los apartados sucesivos haremos referencia a estos dominios y los nombres de los bloques que lo constituyen para localizar los cortes o afloramientos a los que nos iremos refiriendo.

En nuestro caso no consideraremos el término carbonato superior del Triásico —Fm. Imón— como perteneciente propiamente al Keuper, como ha utilizado VIRGILI (1958) en su amplio trabajo sobre el Triásico de los Catalánides, sino que únicamente nos referiremos a los niveles arcillo- evaporíticos característicos de estas facies Keuper.

UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS DEL KEUPER DE LOS CATALANIDES

Las unidades que a continuación se definen formalmente en el Keuper de los Catalánides corresponden respectivamente a las unidades Gris inferior, Roja intermedia y Verde superior que de un modo provisional se han utilizado en el «II Coloquio de Estratigrafía y Paleografía del Pérmico y Triásico de España-1985» (SALVANY y ORTI, 1985).

FM. YESOS DE MIRAVET

1. *Límites y potencia*: Esta unidad se dispone directamente sobre el Muschelkalk superior mediante un contacto gradual que puede ser más o menos rápido según los diferentes puntos estudiados. De una forma general se trata de la unidad más desarrollada del conjunto de la serie del Keuper. Su potencia normal oscila entre los 80-100 m., aunque puede quedar considerablemente reducida o incluso ausente.

2. *Corte tipo*: Al sur de la localidad de Miravet (Baix Ebre), justo en el margen del río Ebro y formando parte del flanco norte de un anticlinal erosionado, un buen corte del conjunto del Keuper permite el estudio de la totalidad de esta formación, desde el techo del Muschelkalk superior, que aflora en el núcleo del anticlinal, hasta el límite con la formación siguiente. En este afloramiento, una serie de pequeños canchales abandonadas permiten observar las facies yesíferas y arcillosas con las características habituales en esta unidad.

3. *Características litológicas:* Cuando la formación Miravet presenta un desarrollo normal, su carácter litológico es bastante constante en los diferentes cortes donde se ha reconocido: constituye una serie alternante de capas de yeso y niveles arcillosos.

a) Las *arcillas* son de tonos grises, aunque también pueden presentarse horizontes rojizos, sobre todo en aquellos tramos donde las capas de yeso son menos abundantes.

b) Los *yesos* se presentan en capas de orden decimétrico a unos pocos metros, de colores grises, negros o amarillentos, y separadas por niveles arcillosos. Se trata fundamentalmente de yesos de litofacies laminada y frecuentemente de laminación alternante yeso-carbonato, a escala milimétrica. La litofacies nodular que en menor proporción también está presente, se intercala entre la laminada o bien, más corrientemente, se dispone a base o techo de los yesos laminados formando pequeños ciclos. Estos niveles nodulares, de colores rosados o blancos, se presentan con frecuencia muy deformados, aplastados o estirados, pudiéndose confundir fácilmente con láminas de yeso distorsionadas, afectadas por *boudinage*. En otros casos los nódulos de yeso pueden encontrarse dispersos entre las arcillas.

Petrológicamente se trata de yeso secundario de los tipos alabastrino y profiroblástico, proveniente de la hidratación en superficie o próxima a ella de anhidrita, que es la fase mineral que de una forma general caracteriza a los sulfatos triásicos en profundidad (ORTI y BAYO, 1977). Esta anhidrita puede observarse en algunas canteras en las que llega a aflorar (Corbera, Espinagosa), así como en los testigos de sondeo. Se distingue bien del yeso por sus características físicas y petrográficas, y al microscopio es frecuente verla como inclusiones en los cristales de yeso y cuarzo de crecimiento diagenético. A parte de estas inclusiones, el carácter secundario del yeso se pone bien de manifiesto por la amplia variedad de texturas cristalinarias propias de estos sulfatos.

c) Los *carbonatos* pueden presentarse como láminas dolomíticas de grano fino y pocos mm. alternando con el yeso, o bien como capas individuales entre la arcilla que pueden llegar a tener un metro de potencia.

En el primer caso, al microscopio, la laminación se presenta como un entramado, más o menos denso, de partículas de micrita o microesparita englobadas en una matriz de yeso alabastrino. En algunas ocasiones se trata propiamente de láminas micríticas más masivas, de uno o más milímetros de espesor, fracturadas o boudinadas entre el yeso. Con frecuencia, esta laminación de grano fino va acompañada de

otros componentes carbonatados: calcitas fusiformes, esferulitos fibroso radiados, etc. (SALVANY, 1986).

Las capas carbonatadas individualizadas entre la arcilla responden fundamentalmente a dos tipos de litofacies: 1) Capas dolomíticas masivas o laminadas, en las que pueden presentarse moldes de antiguos cristales de yeso y también nódulos de chert. En lámina delgada muestran una homogénea textura micrítica en la que difícilmente pueden reconocerse los componentes originales. 2) Capas de dolomías brechosas o carniolares, constituidas por fragmentos carbonatados, arcillosos o incluso bioclastos (gasterópodos), englobados en una matriz dolomítica abundante. Estas carniolas presentan un grado de porosidad alto, que puede rellenarse con cemento de tamaño esparita de diferentes mineralogías (calcita, dolomita, celestina o yeso). Las carniolas constituyen un tipo litológico que pone de manifiesto una compleja evolución diagenética en la que se suceden diferentes etapas de disolución y precipitación.

Los niveles carbonatados se presentan bien desarrollados entre las arcillas en aquellos tramos donde los yesos están poco representados o ausentes, hecho que se da preferentemente en la base o el techo de esta formación. Estos tramos menos evaporíticos tienden a presentar tonos más versicolores, a los que se suman los colores ocres típicos del estado de oxidación que de forma común afecta a estos carbonatos (especialmente a los carniolares).

d) El *cuarzo* está representado en forma de nódulos de chert, enclavados entre los carbonatos o arcillas, o bien como pequeños cristales idiomórficos (Jacintos de Compostela) que en el caso de los Catalánides no llegan a tener mucho desarrollo (3-5 mm. máx.).

4. *Particularidades:* En el dominio central, los diferentes cortes estudiados permiten reconocer características anómalas en la Formación Miravet: En el corte de Pradell (Priorat) esta unidad falta totalmente, pasándose directamente y de una forma brusca del techo del Muschelkalk superior a la base de la Fm. del Molar. En la sierra de Prades la serie de la Fm. Miravet queda reducida a 10-12 m. (corte de Gallicant) de arcillas grises con niveles dolomíticos (dolsparitas «hojosas» con claras morfologías algales) y con nódulos de chert. Esta unidad inferior del Gallicant se dispone directamente y de forma continua sobre el techo del Muschelkalk creándose en este caso un problemático límite entre las dos unidades dadas las parecidas características litológicas que presentan. En el sector de el Molar-la Figuera (Priorat) los yesos de Miravet no afloran en ningún punto, lo que nos hace pensar que esta unidad esté allí muy reducida o incluso ausente.

FM. ARCILLAS Y YESOS DEL MOLAR

1. *Límites y potencia:* El tránsito de la Fm. Miravet a la del Molar, aunque en algunos puntos puede presentarse como algo gradual, se caracteriza de una forma más general por su carácter brusco, que se manifiesta por el paso, en pocos cms.-dms., de los típicos tonos grises de la unidad Miravet, a los colores rojizos vivos de esta unidad. Puede darse un cambio litológico, o bien tratarse únicamente de un cambio en el color de las arcillas encajantes. Cuando la Fm. del Molar presenta un desarrollo normal los valores de potencia no varían mucho entre los diferentes dominios, siendo éstos del orden de 40-50 m.

2. *Corte tipo:* La carretera que une las poblaciones del Molar y la Figuera (Priorat) discurre sobre los materiales del Keuper, que en su mayor parte se presentan cubiertos por bosque y cultivos. En diferentes puntos, la trinchera de la carretera y sus márgenes permiten el reconocimiento parcial de la serie. Cerca del Molar un corte a pie de carretera muestra las facies arcillosas y yesíferas de la Formación del Molar con sus características típicas.

3. *Características litológicas:* El contenido en yesos de esta unidad es más variable que en el caso de la unidad Miravet. En algunos cortes, como los de Miravet, Prat de Compte (Baix Ebre), Corbera (Garraf) o Gallicant (Prades), la Fm. del Molar se presenta como un paquete monótono de yesos rojos debido a la matriz arcillosa que contienen. En estos casos se trata tanto de litofacies nodular-micronodular como de la laminada-bandeada, sin que se ordenen según ningún tipo de secuencia especial. Cuando el carácter yesífero tiende a disminuir, la litofacies dominante es la nodular, formando niveles métricos separados entre las arcillas, como puede verse en el corte del Molar.

Como caso menos común, esta unidad puede ser predominantemente arcillosa, quedando prácticamente ausentes los niveles de yeso y en cambio ganando en algunas finas capas carbonatadas y horizontes limolíticos (cortes de Rasquera, Mediona).

a) *Las arcillas:* Son de tonalidades rojas y raramente intercalan horizontes de otras coloraciones.

b) *Los yesos:* Pueden presentar litofacies nodular o laminada predominando una u otra según los cortes, pero sin que pueda decirse que sea una de ellas la dominante en la formación. Son de colores blanco-rosado-rojizo, en función de la mayor o menor cantidad de arcillas que contengan. En los yesos nodulares la matriz arcillosa es un

componente abundante, presentándose cementada por yeso y dando a los niveles un aspecto masivo. La litofacies laminada se pone de manifiesto por los diferentes tonos versicolores de las láminas, entre las que raramente se intercala laminación carbonatada.

c) *Carbonatos*: Cuando el desarrollo evaporítico de la formación es importante prácticamente no se presentan. Sin embargo, cuando la serie es predominantemente arcillosa suelen intercalarse capas dolomíticas masivas de tonos ocres de 10-15 cm. de potencia. En el caso de Corbera, como caso excepcional, se ha observado intercalado entre los yesos laminados, un nivel oolítico cementado por anhidrita de 30-40 cms.

d) *Limolitas*: Constituyen el material detrítico de tamaño de grano mayor que se ha observado en el Keuper de los Catalánides (a excepción del vulcanoclástico), sin que en ningún momento se hayan podido encontrar capas o niveles de areniscas similares a los que en el Keuper valenciano constituyera la Fm. Areniscas de Manuel.

e) *Materiales volcánicos*: Una litología particular de esta unidad en el Baix Ebre son los depósitos vulcanoclásticos, citados por ROBLES (1974) y ORTI y BAYO (1977), que se presentan hacia la base de la formación en forma de capas de areniscas o microbrechas de color rojo intenso (MARTI *et al.*, 1985). También se presentan rocas volcánicas masivas (coladas y pitones basálticos e intrusiones dole- ríticas), que fueron estudiadas por SAN MIGUEL ARRIBAS (1950).

4. *Particularidades*: En el corte de Pradell (Priorat) esta unidad está reducida a 3-4 m. de arcillas y limolitas directamente sobre el tech odel Muschelkalk superior. En el sector de Mediona-La Llacuna (Gaià) la Fm. del Molar está pobremente desarrollada, constituyendo una serie roja-versicolor con niveles de carbonatos y horizontes nodulares de chert. El tránsito de la Fm. Miravet a la del Molar y también la de ésta a la Fm. Gallicant son graduales.

FM. ARCILLAS Y CARBONATOS DE GALLICANT

1. *Límites y potencia*: Esta unidad presenta importantes variaciones laterales de potencia, llegando a medir cerca de 80 cm. en el corte del Gallicant (Prades), que es donde está más desarrollada, y quedando reducida a 3-5 m. en Rasquera (Baix Ebre). No obstante, de una forma general se presenta bien desarrollada a lo largo de los diferentes dominios de los Catalánides, con potencias normales del

orden de los 30-35 m. El tránsito de la Fm. del Molar a la del Gallicant es gradual, a través de un tramo arcilloso versicolor, más o menos desarrollado según los cortes, que puede intercalar niveles de sulfatos y carbonatos. El tránsito superior a la Fm. Imón es también gradual, aunque puede establecerse el límite entre ambas unidades con precisión dado el contraste litológico entre el techo del Keuper (carniolas y arcillas verdosas) y la base de la Fm. Imón (dolomías bien estratificadas).

2. *Corte tipo:* En el extremo meridional de la sierra de Prades se encuentra el cerro del Gallicant, coronado por los niveles basales de la Fm. Imón y elevado sobre el techo del Muschelkalk superior. En las diferentes vertientes de este cerro pueden reconocerse, por encima del tramo yesífero rojo de la Fm. del Molar, las típicas arcillas gris-verdosas que caracterizan esta formación, así como sus diferentes elementos litológicos que las acompañan: yesos y carbonatos.

3. *Características litológicas:* Se trata de una unidad fundamentalmente arcillosa en la que los carbonatos y yesos se presentan en forma de capas que en raros casos superan el metro de potencia.

a) *Las arcillas* son de tonalidad dominante verdosa, aunque los horizontes rojizos y violáceos son frecuentes, sobre todo en los niveles inferiores de la formación, constituyendo un tramo basal más o menos versicolor que en algunas ocasiones se extiende a lo largo de toda la unidad.

b) *Carbonatos:* Constituyen el segundo elemento litológico en importancia y presente en todos los cortes donde esta formación aflora. Se desarrollan preferentemente en los niveles superiores de la serie, pudiendo llegar a ser dominante sobre las arcillas en el tránsito a la Fm. Imón. Se trata normalmente de capas carniolares y con menor frecuencia de dolomicritas laminadas que en algunas ocasiones ponen de manifiesto morfologías algales (La Llacuna). También son comunes los niveles centimétricos dolomíticos masivos o poco laminados de tonos blancos u ocre más extensamente distribuidos en la serie.

c) *Los yesos* únicamente se han observado en los cortes de Corbera (Garraf), Juncosa (Gaià), Pinell del Bray (Baix Ebre) y sobre todo en Gallicant. En estos diferentes casos las capas de yeso, poco potentes, se localizan en los niveles inferiores de la formación. Se trata de yesos de litofacies nodular, formando capas de pocos decímetros con estructuras del tipo *chicken-wire*. Ocasionalmente, en el corte del Gallicant, se ha desarrollado un tramo yesífero de 2-3 m. en el que se presentan nódulos de chert enclavados entre el yeso.

d) Los *nódulos de chert* son también comunes entre los carbonatos o bien formando finos niveles micronodulares entre la arcilla.

ALGUNAS CONSIDERACIONES REFERENTES AL KEUPER Y AL MUSCHELKALK MEDIO

Las similares características litológicas entre el Muschelkalk medio y el Keuper en los Catalánides, ha dado lugar a confusiones en diferentes casos entre ambas unidades. Anteriormente al trabajo de VIRGILI (1958) se habían atribuido de forma habitual los materiales del Muschelkalk medio al Keuper, al no estar clara la existencia de esta unidad intermedia del Muchelkalk, con las consecuentes complicaciones estratigráficas y tectónicas que ello comportaba. Posteriormente a los trabajos de esta autora, que aclararon definitivamente la estratigrafía de las unidades triásicas en los Catalánides, se han seguido dando algunas confusiones, sobre todo en aquellos puntos donde las malas condiciones de afloramiento o la complejidad tectónica no han dejado ver la correcta situación estratigráfica de estos materiales. En este apartado queremos poner de relieve algunos aspectos que creemos permiten distinguir el Muschelkalk medio del Keuper y también pondremos de manifiesto otras características comunes a ambas unidades.

Tres son fundamentalmente los aspectos que permiten diferenciar estas dos unidades:

a) La presencia de niveles de arenisca en el Muschelkalk medio, más o menos bien representados en los diferentes dominios de los Catalánides, es una característica que permite distinguir claramente esta unidad del Keuper, en el que en ningún caso hemos reconocido esta litología. Este aspecto ya fue señalado por VIRGILI (1955), y en nuestro caso confirmamos este hecho.

b) El color de las arcillas que constituyen estas dos unidades triásicas resulta también un criterio válido para su distinción. Las arcillas del Muschelkalk medio son predominantemente rojas en el conjunto de la serie, quedando los tonos grises-verdosos reducidos a los niveles de tránsito al Muschelkalk superior en algunos cortes. En el caso del Keuper las tonalidades grises y verdosas son dominantes, pues, como se ha visto, únicamente la unidad central (Fm. del Molar) presenta un contenido arcilloso rojo.

c) La presencia de niveles carbonatados y nódulos de chert está más desarrollada en el Keuper que en el Muschelkalk medio.

Dos aspectos similares en ambas unidades que no pueden ser considerados para su diferenciación son:

a) La litofacies de los sulfatos, laminados o nodulares, son iguales para los dos casos, tanto desde el punto de vista macroscópico como microscópico.

b) El desarrollo en potencia de estas dos unidades puede llegar a ser muy similar. En el dominio meridional de los Catalánides el Keuper y el Muschelkalk medio superan el centenar de metros, las dos son muy evaporíticas y también en ambos se intercalan materiales vulcánicos. No obstante, su diferenciación queda clara al estar en este dominio bien definidas las unidades del Keuper.

DATACIÓN DEL KEUPER DE LOS CATALÁNIDES

En el transcurso de nuestro trabajo se han muestreado arcillas en diferentes cortes y en diversos niveles en las tres formaciones del Keuper, con la finalidad de realizar su estudio palinológico cara a la datación de la serie del Keuper.

Los resultados solamente han sido satisfactorios en los casos de la sierra de Prades (corte de Gallicant) y Garraf (Cortes de Corbera y Gelida) y únicamente para muestras pertenecientes a la Fm. Miravet. Para estos casos, por la presencia de *Camerosporites secatus* asociado a *Patinasporites densus*, acompañado de formas como *Vallasporites ignacii* y de todas las restantes microfloras, puede decirse que estos cortes pertenecen al Karniense (determinaciones realizadas por la doctora Nuria Solé de Porta del Departamento de Paleontología de la Universidad de Barcelona).

Queda por tanto sin resolver la datación de las unidades del Molar y Gallicant, así como el tránsito a la Fm. Imón y esta misma.

INTERPRETACION SEDIMENTOLOGICA DE LAS LITOFACIES

Podemos distinguir, básicamente, tres grupos litológicos bien representados: arcillas, sulfatos y carbonatos.

Las *arcillas* son en volumen el componente litológico más común. Entre ellas se intercalan los diferentes elementos sedimentarios o diagenéticos en mayor o menor extensión. Estas, a través de su diferente coloración, son las que nos han permitido diferenciar las tres unidades litoestratigráficas del Keuper de los Catalánides. A grandes rasgos podemos agruparlas en dos tipos diferentes: 1) arcillas de me-

dio oxidante, de colores rojos, violeta o anaranjado, y 2) arcillas de medio reductor, de tonos grises más o menos oscuros o verdosos.

Las interpretamos como arcillas de *mud-flat* que, en el primer caso, serían propias de llanuras de inundación en las partes más internas de la franja litoral y a la vez de las áreas aluviales más distales. El color rojo de oxidación se debe al hecho de haber permanecido en exposición subaérea más o menos de forma permanente. En el segundo caso, las arcillas grises o verdosas las hacemos más propias de medios frecuentemente saturados en agua o bien bajo lámina de agua formando el fondo de charcas y lagunas efímeras. Estas arcillas estarían más relacionadas con la franja litoral, con fuerte influencia de las aguas marinas que serían las suministradoras de los sulfatos y carbonatos que las acompañan.

Los tramos de arcillas versicolores representarían zonas de tránsito entre ambos tipos de medios. En este sentido diremos también que hasta el momento falta un estudio detallado de la mineralogía y geoquímica de estas arcillas que ayude a precisar su interpretación ambiental.

nas de la franja litoral y a la vez en las áreas aluviales más distales.

Los *sulfatos*, todos ellos de proveniencia marina, al presentarse como yeso secundario o anhidrita, han reducido en buena parte la información sedimentológica que de ellos puede extraerse. No obstante, las litofacies primarias pueden fácilmente reconocerse sobre todo cuando las condiciones de afloramiento son buenas.

Distinguimos básicamente dos tipos de litofacies: laminada y nodular. Los yesos laminados corrientemente van acompañados de láminas de carbonato; en otros casos se trata de capas masivas de yeso en las que el laminado queda de manifiesto por finas bandas de coloración variable debido, en buena parte, al diferente contenido en impurezas arcillosas del yeso. En ambos casos corresponden estas litofacies a un medio de laguna evaporítica con lámina de agua más o menos estable. La laminación yeso-carbonato puede asociarse a zonas más periféricas de la laguna, donde existe un control algal de la sedimentación, o bien a charcas algo más diluidas donde puede haber una cierta producción carbonatada. Los yesos bandeados de tonos versicolores estarían en relación con lagunas de un desarrollo evaporítico más avanzado.

Cuando en el medio evaporítico la lámina de agua ocupa una posición freática la fuerte evaporación que se produce en la superficie da lugar a la formación de horizontes nodulares en la zona vadosa-capilar del subsuelo. Se trata frecuentemente, en el medio sedimentario, de nódulos de anhidrita. Estos niveles suelen presentarse como nódulos apretados entre sí formando la típica estructura *chicken-wire*. Es una litofacies muy común que podemos encontrarla desarrollada

tanto entre arcillas como intercalada entre yesos laminados. En el primer caso se trataría de una llanura fangosa con permanente posición subterránea de la lámina de agua, generando un ambiente de tipo *sabkha*. En el segundo caso se trataría de una laguna evaporítica con sedimentación de yesos laminados, en la que una caída de la lámina de agua a posición subterránea por cambio en las condiciones de régimen del medio, daría paso al desarrollo de niveles nodulares intercalados entre los yesos laminados.

Corrientemente los niveles nodulares pueden verse a base o techo de un paquete laminado. Estas asociaciones de facies pueden estudiarse con cierto detalle en la serie evaporítica inferior (Fm. Miravet), donde se desarrollan diferentes tipos de ciclicidad. El tipo de asociación más característico (fig. 3) es el que podemos ver representado por los siguientes cuatro términos, de base a techo: *a*) nivel arcilloso rojo; *b*) nivel arcilloso gris, con o sin nódulos de yeso dispersos irregularmente en él; *c*) nivel yesífero nodular, y *d*) nivel yesífero lami-

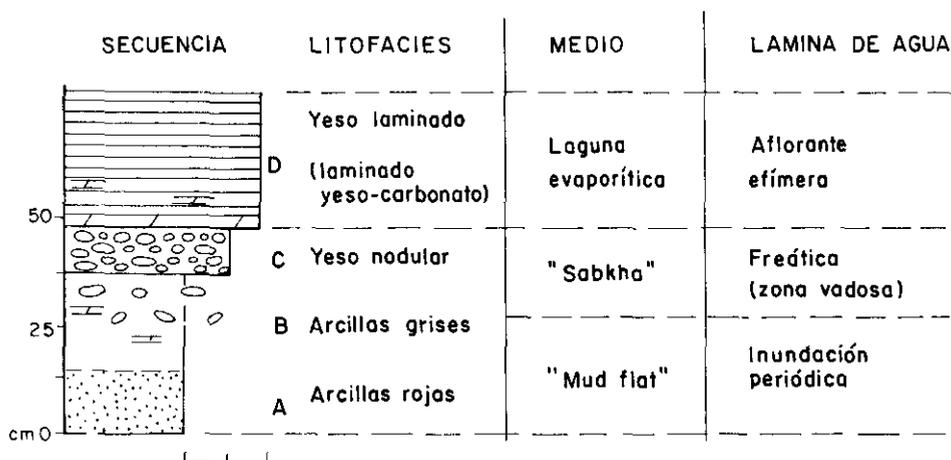


FIG. 3.—Secuencia ideal completa de implantación de un medio laguna salina costera observable en los tramos yesíferos de unidad Miravet.

Theoretical squence of the progradation of a saline coastal lagoon observed in the gypsum levels of the Miravet Unit.

nado, con o sin laminación carbonatada asociada. Esta secuencia la interpretamos como propia de un ambiente en el que progresivamente se implanta un medio «salina» o *lagoon* evaporítico. Su significado es que sobre la llanura lutítica (arcillas rojas) se expande una laguna evaporítica (yesos laminados) en la que previamente se había instalado y desarrollado un medio *sabkha* (yesos nodulares).

Los carbonatos se presentan corrientemente como capas de «*mudstones*» dolomíticos en los que se hace prácticamente imposible reconocer ningún tipo de componente. Estas dolomías pueden presentar diferentes tipos de litofacies: masiva, laminada, brechosa, etc. El origen de estos carbonatos lo hacemos atribuible al desarrollo de pequeños *ponds* o charcas con lámina de agua efímera y de baja concentración, en los que la dolomitización sería un proceso diagenético temprano debido al alto contenido en Mg de las salmueras asociadas al medio.

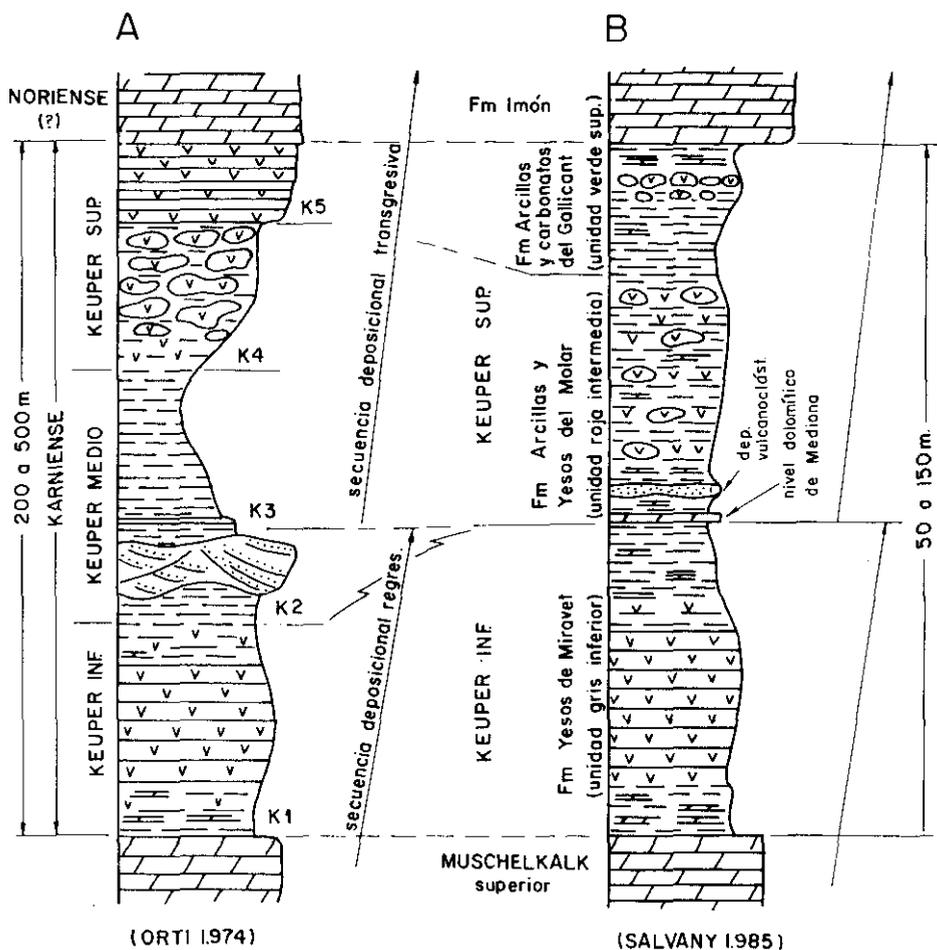


FIG. 4.—Series sintéticas del Keuper de Valencia (A) y Catalánides (B) y su correlación litoestratigráfica (comparación de unidades).

Composite sections of the Keuper in Valencia (A) and Catalánides (B) and lithostratigraphic correlations.

El aspecto brechoso típico de algunos de estos niveles (corrientemente llamados carniolas) ponen de manifiesto el carácter inestable del medio sedimentario en que se forman: son productos de frecuentes procesos de disolución, colapso y aún de un transporte mínimo de estas capas carbonatadas en estadios de débil litificación.

En otros casos puede tratarse de niveles laminados de origen algal. Este hecho queda bien de manifiesto en algunas capas donde la laminación presenta claras morfologías estromatolíticas.

Las variaciones de salinidad de estos medios salobres queda también de manifiesto con la presencia de habituales pseudomorfos de cristales primarios de yeso y algunos niveles de acumulación de bioclastos (mortandad repentina de una comunidad de organismos al sobrepasarse bruscamente sus límites de tolerancia a la salinidad del medio). De hecho, estos carbonatos los encontramos bien representados en los niveles de tránsito con el Muschelkalk superior o con la Formación Imón, o bien en los tramos donde el carácter yesífero está poco desarrollado o ausente. Se trata de niveles de tránsito entre condiciones de salinidad ampliamente variables.

PALEOGEOGRAFIA

La sedimentación del Keuper de los Catalánides se realiza en un área moderadamente subsidente, compartimentada en varios bloques con hundimientos diferenciales que han jugado de forma variable y relativamente independientes entre sí, como refleja el diferente desarrollo, en potencia y litología, de las unidades litoestratigráficas a lo largo de los distintos dominios. Este hecho queda igualmente constatado para las otras unidades del Triásico: Buntsandstein y Muschelkalk de los Catalánides (MARZO, 1980; CALVET y RAMON, 1985; CALVET *et al.*, 1985).

Dada la falta de continuidad entre afloramientos, los límites de estas zonas resultan difíciles o imposibles de precisar. Puede pensarse en el juego sinsedimentario de fracturas tardihercínicas limitando diferentes bloques o compartimentos, con un cierto dinamismo propio. Podemos considerar la siguiente sucesión de acontecimientos (fig. 5):

- 1) Durante la deposición de la unidad Miravet (fig. 5a) el dominio central, o buena parte de él, se comporta como un área de alto paleogeográfico, abriéndose indistintamente, hacia el NE o SO a unos dominios más subsidentes, en los que, de una forma generalizada, se desarrollarían las facies arcillosoyesíferas que caracterizan esta unidad. En la zona de alto úni-

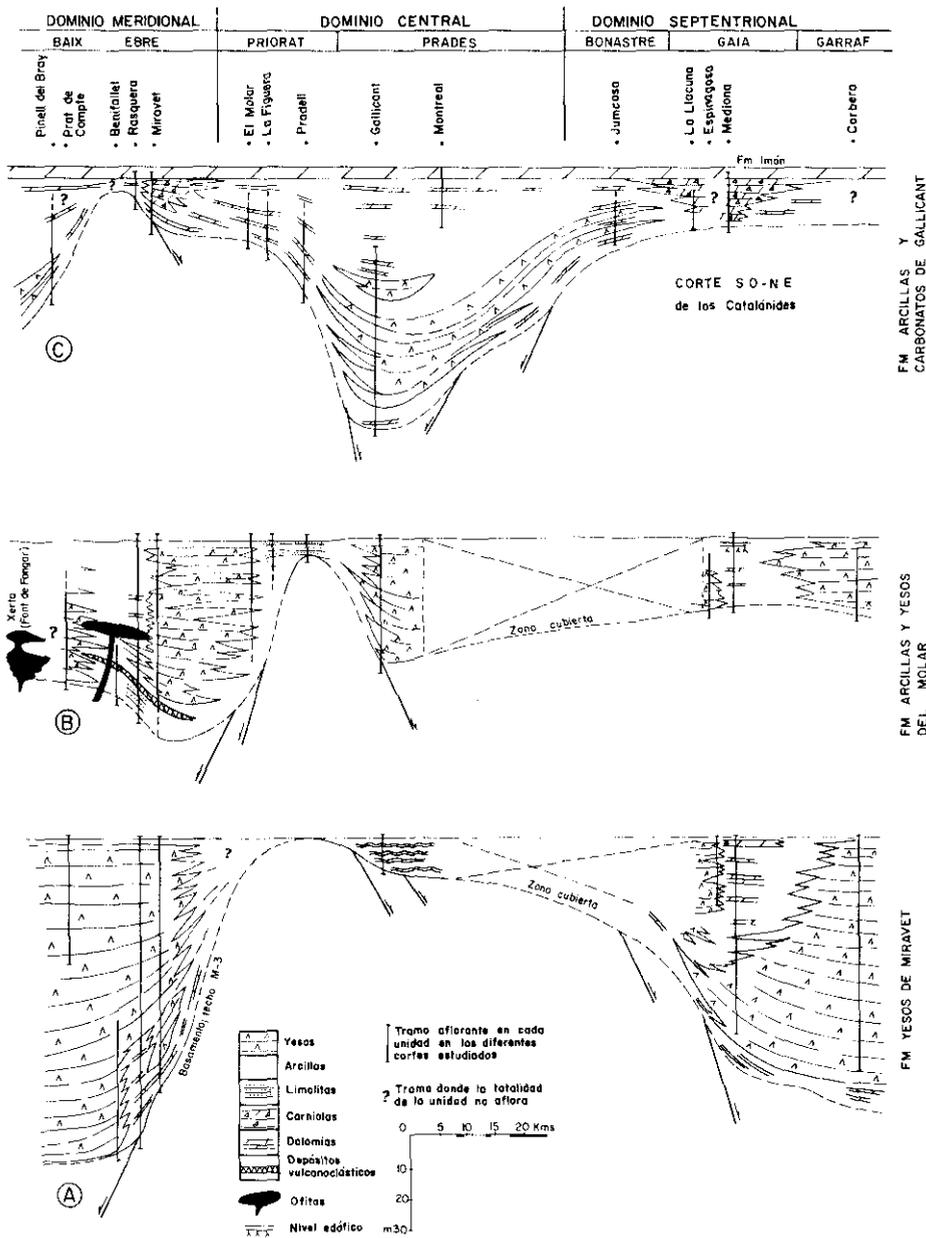


FIG. 5.—Esquemas evolutivos de la sedimentación del Keuper de los Catalánides: (A) de la unidad Miravet, (B) la unidad del Molar, y (C) de la unidad Galllicant.

Evolutionary sketch of the Keuper sedimentation in the Catalanides: (A) Miravet Unit, (B) El Molar Unit, (C) Galllicant Unit.

camente se desarrollarían facies marginales: niveles estromatolíticos, nódulos de anhidrita, etc., o incluso podría llegar a no haber sedimentación, como en el caso del corte de Pradell.

- 2) Con el desarrollo de la unidad del Molar, caracterizada por sus arcillas rojas omnipresentes, se produce una cierta homogenización en las condiciones de subsidencia (fig. 5b) para el conjunto de los Catalánides, como manifiestan los similares valores de potencia en los diferentes cortes estudiados. No obstante, la zona de Pradell parece mantenerse como alto, dadas las particulares condiciones y el poco desarrollo que en este corte presenta la unidad que nos ocupa. El carácter yesífero de la misma, aunque es dominante en la mayoría de los cortes, resulta de distribución bastante irregular. Así, si comparamos cortes separados por pocos kilómetros, como los de Miravet y Rasquera en el Baix Ebre, el Molar y la Figuera en el Priorat, o los de Espinagosa y Mediona en el Gaià, constatamos los cambios litológicos más o menos bruscos que pueden darse entre zonas relativamente próximas. Por otro lado, en cambio, cortes relativamente alejados (Corbera, Gallicant o Miravet) pueden presentar características muy similares entre sí. Este hecho lo atribuimos a los rápidos cambios laterales, que afectan a los cuerpos sulfatados, los cuales, no obstante, están bien representados y desarrollados a lo largo de los Catalánides.
- 3) En el transcurso de la sedimentación de la unidad Gallicant el régimen de subsidencia cambia marcadamente (fig. 5c). El dominio central se convierte en el área más subsidente del conjunto de los Catalánides. En Prades esta unidad presenta su máximo desarrollo, tanto en potencia (80 m.) como en facies evaporíticas (numerosos niveles nodulares de yeso). Hacia el NE la unidad pierde algo de potencia, pero se presenta bien desarrollada, sobre todo en facies carbonatadas asociadas a las arcillas verdosas. Hacia el Baix Ebre presenta su mínimo desarrollo, con unos pocos metros en los cortes de Rasquera y Miravet. No obstante, según se puede ver en el corte de Pinell del Bray (Baix Ebre), más hacia el S vuelve a presentarse con un desarrollo normal intercalando algunos niveles de yeso en la base.

Finalmente este juego de bloques con movimientos individuales tiende a amortiguarse hacia el techo de la serie del Keuper y con la llegada del medio marino carbonatado de la Fm. Imón el carácter

subsidente estaría muy homogeneizado para el conjunto de los Catalánides.

SECUENCIAS DEPOSICIONALES Y CORRELACION CON EL KEUPER VALENCIANO

Desde un punto de vista de ciclos sedimentarios, agrupamos las tres unidades litoestratigráficas del Keuper de los Catalánides en dos series evaporíticas separadas por un contacto brusco: *a*) una serie inferior (o Keuper inferior), que se corresponde con la Fm. Miravet; y *b*) una serie superior (o Keuper superior), que comprende las dos restantes unidades, Fm. del Molar y Fm. Gallicant (fig. 4b).

Comparando las unidades del Keuper de los Catalánides con las del Keuper del Levante español definidas por ORTI (1974), se ve que son perfectamente correlacionables desde un punto de vista litoestratigráfico y de evolución sedimentaria. Por un lado, hacemos equivalentes la unidad K1 (Fm. Arcillas y Yesos de Jarafuel) valenciana con la Fm. Yesos de Miravet en los Catalánides, interpretándose en los dos casos como una serie evaporítica regresiva que marcaría la etapa final del ciclo marino del Muschelkalk superior.

Este ciclo regresivo, iniciado, según MARZO *et al.* (1985), a partir de la superficie de discontinuidad (*hard ground*) intra-Muschelkalk superior, evolucionaría de un medio marino carbonatado con progresiva somerización y concentración de sus aguas, a un medio evaporítico supramareal de tipo *mud-flat*, con implantación de *sabkhas* y salinas costeras, cuyo desarrollo daría lugar a la serie evaporítica del Keuper inferior.

En el caso del Keuper valenciano este régimen regresivo continuaría evolucionando hasta un medio detrítico fluvial (Fm. Areniscas de Manuel, K2) ampliamente desarrollado en todo el Levante español y dominio prebético- subbético. Sin embargo, en los Catalánides la regresión queda interrumpida en una forma más o menos brusca para dar paso a una nueva secuencia evaporítica de tipo transgresivo constituyendo el Keuper superior.

Las unidades K3 (Fm. Arcillas de Cofrentes) y K4 (Fm. Arcillas Yesíferas de Quesa) las hacemos correlacionables con la Fm. Arcillas y Yesos del Molar. De hecho, podemos considerar que debido al poco desarrollo del Keuper catalán con respecto al valenciano, no se presenta en el primero de una forma ordenada en la vertical las litologías (sulfatos, K4, sobre arcillas, K3) como ocurre en Levante, a la vez que no permite el desarrollo de la unidad detrítica K2, sino que los yesos, arcillas, limolitas y carbonatos que integran la unidad del Molar, los encontramos distribuidos de una forma irregular en la

serie y predominando unas facies u otras, según los diferentes puntos observados. Con respecto a los niveles limolíticos que con frecuencia vemos entre las arcillas de esta unidad, podemos pensar que se trataría de un equivalente detrítico a las Areniscas de Manuel, como facies distales de un sistema fluvial poco desarrollado en los Catalánides. No obstante, este aspecto no queda del todo claro dada la variable posición en la serie en que podemos encontrar estos niveles limolíticos.

La unidad K5 (Fm. Yesos de Ayora) representa en Valencia un episodio lagunar evaporítico bien desarrollado (yesos laminados entre arcillas grises verdosas) previo a la implantación del medio marino carbonatado que representa la Fm. Imón. Esta unidad K5 ocupa una posición estratigráfica equivalente a la Fm. Arcillas y Carbonatos del Gallicant, aunque en nuestro caso el medio evolucionaría de forma distinta. Se trata en los Catalánides de un extenso *mud-flat* saturado en aguas concentradas que generaría charcas o lagunas carbonatadas efímeras y ocasionalmente zonas de *sabkha* con nódulos de anhidrita. Este ambiente evaporítico evolucionaría progresivamente hacia los carbonatos marinos de la Fm. Imón.

En conjunto, la serie evaporítica del Keuper superior de los Catalánides, al igual que en Valencia, representaría la base de un ciclo transgresivo cuyo término superior lo constituirían los carbonatos de la Fm. Imón.

BIBLIOGRAFIA

- CALVET, F., y RAMÓN, X. (1985): «Estratigrafía, sedimentología y diagénesis del Muschelkalk inferior de los Catalánides». *Cuad. de Geol. Ibérica*, vol. 11 (en prensa).
- CALVET, F., *et al.* (1985): «Estratigrafía, sedimentología y diagénesis del Muschelkalk superior de los Catalánides». *Cuad. de Geol. Ibérica*, vol. 11 (en prensa).
- MARZO, M. (1980): «El Buntsandstein de los Catalánides. Estratigrafía y procesos de sedimentación». Tesis doctoral. Dpto. de Estratigrafía, Univ. de Barcelona, 317 pp.
- MARZO, M., *et al.* (1985): «Evolución sedimentaria del ciclo triásico en los Catalánides». *Cuad. de Geol. Ibérica*, vol. 11 (en prensa).
- MARTÍ, J.; MITJAVILA, J., y PANIELLO, X. (1985): «Algunas consideraciones sobre el vulcanismo triásico del sur de Catalunya y de Mallorca». In: libro de Resúmenes del II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell, p. 83.
- ORTÍ, F. (1974): «El Keuper del Levante español». *Estudios Geológicos*, 30, pp. 7-46.
- ORTÍ, F., y BAYO, A. (1977): «Características litoestratigráficas del Triásico medio y superior en el Baix Ebre (Tarragona-España)». *Cuad. Geol. Ibérica*, vol. 4, pp. 223-238.

- ROBLES, S. (1974): «Estudio geológico del Bloque del Cardó (Mesozoico) y sectores adyacentes». Tesis doctoral. Univ. Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona), 436 pp.
- SALVANY, J. M. (1986): «El Keuper dels Catalànids: sedimentologia i petrologia». Tesis de Licenciatura, Depto. de Petrología y Geoquímica, Universidad de Barcelona.
- SALVANY, J. M., y ORTÍ, F. (1985): «El Keuper de los Catalánides». In Guía de la excursión al Triásico de los Catalánides. II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell, pp. 68-79.
- SAN MIGUEL ARRIBAS, A. (1950): «Estudio de la región volcánica del Bajo Ebro». Premio Juan de la Cierva, C. S. I. C. Inst. «Lucas Mallada», Madrid, 224 pp.
- VIRGILI, C. (1955a): «El tramo rojo intermedio del Muschelkalk de los Catalánides». *Mem. y Com. Inst. Geol.*, Prov., XIII, pp. 37-38, Barcelona.
- VIRGILI, C. (1958): «El Triásico de los Catalánides». *Bol. IGME*, 69, 856 pp.