

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 11	Págs. 339-361	Madrid, 1987
----------------------------	---------	---------------	--------------

NATURALEZA, ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LOS MINERALES  
DE LA ARCILLA EN LA CUENCA TRIASICA (KEUPER)  
DEL AREA DE VALENCIA

POR

R. CASTAÑO \*, M. DOVAL \*\* y R. MARFIL \*

RESUMEN

Se realiza un estudio mineralógico y petrogenético de las lutitas del Keuper en relación con su litoestratigrafía (ORTI, 1974) en la región de Levante. Los datos obtenidos se comparan con los de otras áreas de la Cordillera Ibérica, así como con otras cuencas europeas. Se ha establecido una evolución de asociaciones mineralógicas de muro a techo y de O a E que indica un incremento de las condiciones de hipersalinidad en este sentido. La abundancia de cuarzo, feldespato y micas detríticas en las unidades basales y en la zona O, así como la existencia de la asociación magnesita-corrensita en la zona E (figs. 3, 4 y 10) refleja la evolución anteriormente citada.

El componente arcilloso fundamental de las lutitas en las formaciones K1, K2 y K3 es la ilita con clorita subordinada (figs. 3 y 4), mientras que en la formación K4 los componentes mayoritarios son los interestratificados 14<sub>c</sub>-14<sub>m</sub>, con ilita en menor proporción.

Las ilitas pueden tener dos orígenes por un lado a partir de la rotura y degradación de micas detríticas, como sucede en las formaciones K1 y K2 y otras proceden de la alteración de los feldespatos (formación K3). Las cloritas son detríticas en su mayor parte en las dos formaciones inferiores, y autigénicas o rejuvenecidas en las formaciones superiores. Los minerales interestratificados 14<sub>c</sub>-14<sub>m</sub> son irregulares con exceso de capas de clorita en las formaciones K3 (zona E) y K4 (zona O), siendo regulares en la formación K4 (zona E) al repar-

\* Departamento de Petrología, Universidad Complutense, 28040 Madrid.

\*\* Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Universidad Complutense, 28040 Madrid.

tirse el Mg entre la agradación de arcillas (montmorillonita y cloritas heredadas del continente) y la formación de magnesita.

## ABSTRACT

A mineralogical and petrogenetic study of the Keuper lutites in relation to its lithostratigraphy (ORTI, 1974) in the region of Levante is done. The results are compared with other areas of the Iberian Range, as well as with other European basins. An evolution of the mineralogical associations from bottom to top and from W→E is established indicating an increase of the hipersalinity along this trend. The high contents of quartz, feldspars and detrital micas in the lower units and in the western zone, and the presence of magnesite-corrensite in the eastern zone (figs. 3, 4, 10) demonstrates the evolution described.

The principal argillaceous constituent of the lutites in formation K1, K2 and K3 is illite with subordinated chlorite (figs. 3 and 4), whereas in unit K4 the principal components are 14c-14m mixed layers with low contents of illite.

The illite can be formed by breakage of brittle detrital micas like in formations K1 and K2 and by alteration of K-Feldspars (Formation K3). The chlorites are mostly detrital in the two lower formations, and authigenic or rejuvenated in the upper formations. The 14c-14m mixed layers are irregular with an excess of chlorite in formations K3 (eastern zone) and K4 (western zone); in formation K4 (eastern zone) the mixed layer are regular because part of the Mg is distributed in the agradación of clays (montmorillonites and inherited chlorites from the continent) and the rest is used in the formation of magnesite.

## 1. INTRODUCCION

El Keuper de Levante ha sido dividido en cinco formaciones (ORTI CABO, 1974), en función de su composición y complejidad litológica, denominadas: K1, «Arcillas y yesos de Jarafuel»; K2, «Areniscas de Manuel»; K3, «Arcillas de Cofrentes»; K4, «Arcillas yesíferas de Quesa», y K5, «Yesos de Ayora».

Las formaciones K1 a K4 están constituidas por materiales en los que predominan arcillas con areniscas, dolomías y calizas subordinadas, mientras que la formación K5 es mayoritariamente yesífera.

En este trabajo se aborda el estudio mineralógico y petrogenético de las lutitas de las formaciones K1, K2, K3 y K4, ya que estos materiales aún no han sido estudiados en este área y los consideramos

de gran importancia para obtener datos tanto del ambiente de sedimentación como de tipo petrogenético. Asimismo se aborda el estudio de los niveles de areniscas y carbonatos intercalados con la idea de ver posibles relaciones entre estos materiales y los depósitos de lutitas dominantes.

Otro de los objetivos de este trabajo consiste en continuar nuestras investigaciones y comparar los datos obtenidos con los ya realizados en materias de facies Keuper en otra área, pero principalmente en la Cordillera Ibérica: LUCAS (1962), MARFIL (1970), CABALLERO y MARTIN-VIVALDI (1972 y 1975), GARCIA PALACIOS *et al.* (1977), GARCIA PALACIOS y LUCAS (1977), LUCAS *et al.* (1977) y RUIZ CRUZ *et al.* (1977).

La zona del presente estudio se localiza al suroeste de la provincia de Valencia (fig. 1) en su límite con la de Albacete (Hojas: 745 de Jalance, 768 de Ayora y 769 de Navarrés, E. 1:50.000).

Los afloramientos estudiados corresponden a dos manchas triásicas, encuadradas en lo que ORTI (1974) denomina «Zona Centro» para el Keuper de Levante; dentro de la misma zona se han seleccionado dos áreas: 1. Jalance-Ayora o zona O, y 2. Bicorp-Navarrés-Chella o zona E (fig. 1).

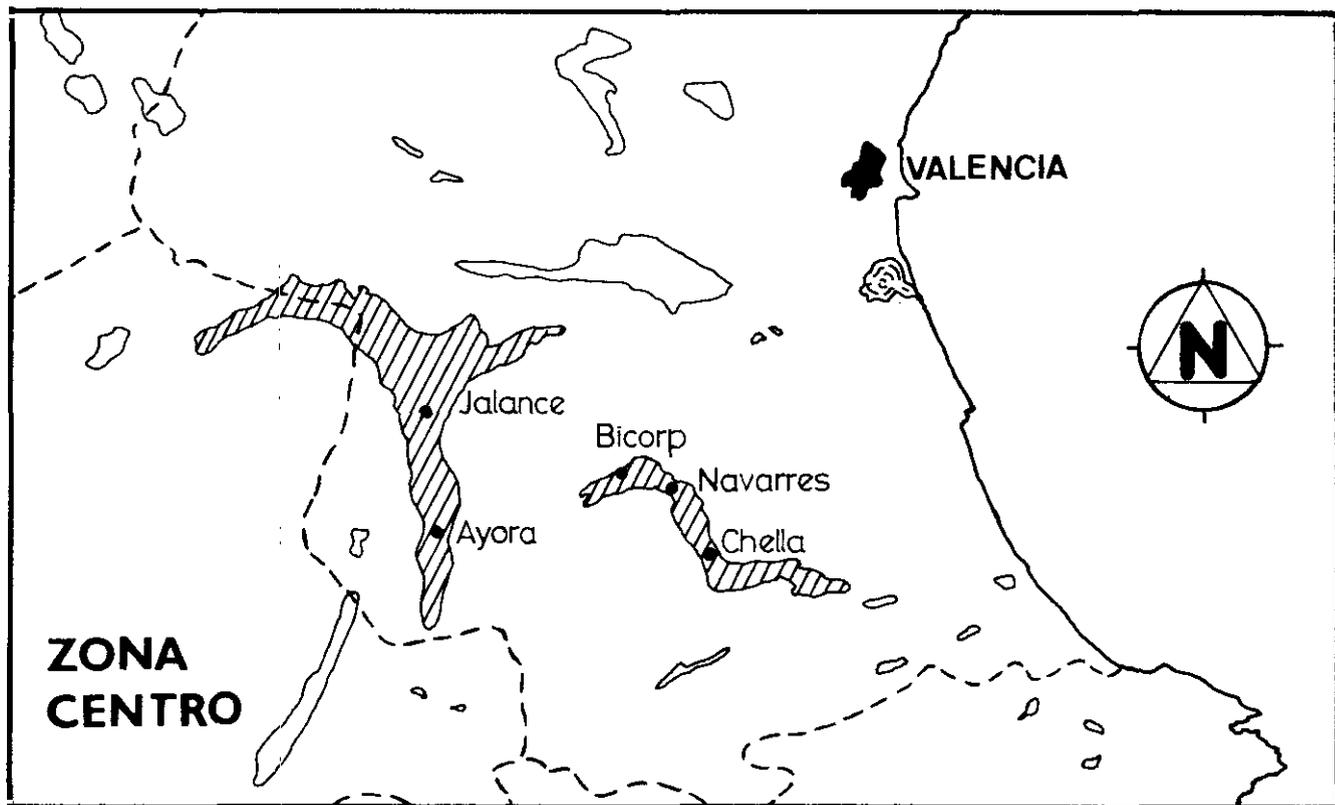
Estructuralmente estos materiales se encuentran en una posición intermedia, entre los dominios de la Ibérica y la Prebética, participando de las directrices de ambas. A esta amalgama de directrices hemos de añadir el carácter plástico de algunos de los materiales que los integran (arcillas y yesos), lo que confiere a los afloramientos un aspecto caótico.

## 2. METODOS Y TECNICAS DE ESTUDIO

Se han levantado nueve columnas parciales muestreándose principalmente los tramos de lutitas de las cuatro primeras formaciones, así como los niveles de areniscas y carbonatos intercalados. Sintetizándose las columnas parciales en dos columnas tipo para las dos áreas establecidas.

La composición mineralógica de los materiales de las distintas formaciones se ha determinado mediante difracción de rayos X, microscopía de luz transmitida y, en algunos casos, se ha utilizado microscopio electrónico de barrido (M. E. B.).

La determinación mineralógica cualitativa por difracción de rayos X se ha realizado a partir del difractograma de la totalidad de la muestra. Para ello se ha utilizado un equipo Philips, empleando radiación Cu K $\alpha$ , y equipado con un monocromador de grafito. La velocidad de exploración fue de 2°/min.



 AFLORAMIENTOS de KEÜPER

 AFLORAMIENTOS de KEÜPER ESTUDIADOS

0 10 20 30 Km.

La mineralogía de los filosilicatos se ha establecido a partir del rodaje de agregados orientados de las fracciones  $<20 \mu$  y  $<2 \mu$ . Los agregados orientados han sido sometidos sistemáticamente a tratamientos con etilenglicol a  $60^\circ\text{C}$  durante 48 horas y calentamiento a  $550^\circ\text{C}$  durante 2 horas.

La estimación semicuantitativa de la mineralogía global se ha realizado sobre el polvo, utilizando los poderes reflectantes dados por SCHULTZ (1964), MAREL (1966) y POZZUOLI *et al.* (1973) y en los agregados orientados ( $<20 \mu$  y  $<2 \mu$ ), los porcentajes relativos de filosilicatos según los estimados por SCHULTZ (1964) y BISCAYE (1965).

Se ha determinado el tipo de cloritas a partir de los métodos de SHIROZU (1958), BRINDLEY (1961) y ALBEE (1962), utilizando la clasificación de HEY (1954).

En el caso de los interestratificados se ha calculado su composición de acuerdo con las curvas de difracción de rayos X propuestas por RUIZ AMIL *et al.* (1967).

En cuanto a los niveles dolomíticos, se ha realizado una estimación del % de moles de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  en la dolomita, mediante el estudio por difracción de rayos X de la variación del pico a  $2,886 \text{ \AA}$ . Se ha utilizado como patrón interno  $\text{ClNa}$  al 10 por 100, de acuerdo con la fórmula propuesta por LUMSDEN (1979).

### 3. DESCRIPCIONES DE LAS FORMACIONES

Las unidades de ORTI CABO (1974) en nuestras dos zonas de estudio muestran las siguientes características litoestratigráficas (figs. 2, 3 y 4):

3.a) Formación K1, «Arcillas y yesos de Jarafuel»: En la zona E está constituida por una alternancia de lutitas, areniscas con laminación paralela y cruzada, y dolomías amarillentas, formando una secuencia de ciclos a veces no completos, siendo muy frecuente la presencia de costras ferruginosas con teruelitas. Sin embargo en la zona O hay una sucesión de niveles lutíticos y dolomíticos, con algunos paquetes de yesos hacia la base y techo.

3.b) Formación K2, «Areniscas de Manuel»: En ambas zonas es similar, constando de una alternancia de areniscas, dolomías y yesos. En las areniscas se ha observado frecuentemente estratificaciones cru-

---

FIG. 1.—Situación de los afloramientos estudiados. Tomado de ORTI (1974).  
Location map of the studied areas. After ORTI (1974).

# LEYENDA

## COLUMNA LITOLOGICA

 ARENISCAS  LUTITAS  CARBONATOS  YESOS  TRAMO CUBIERTO	 COSTRAS  NODULOS DE ANHIDRITA  NODULOS DE CALCITA  CRISTALES DE TERUELITA  CUARZOS BIPIRAMIDALES  RESTOS DE RAICES  ESTRUCTURAS HIDRODINAMICAS
---	--

## MUESTRA TOTAL (1)

	CUARZO
	FELDESPATOS
	ILITA
	MINERALES A 14 Å <sup>o</sup>
	CALCITA
	DOLOMITA
	YESO
	HEMATITES
	MAGNESITA

## FRACCION <20 μ Y 2 μ (2 Y 3)

	ILITA
	CLORITA
	INTERESTRATIFICADOS 14 <sub>c</sub> -14 <sub>m</sub>

FIG. 2.—Leyenda para las columnas litológicas y mineralógicas.

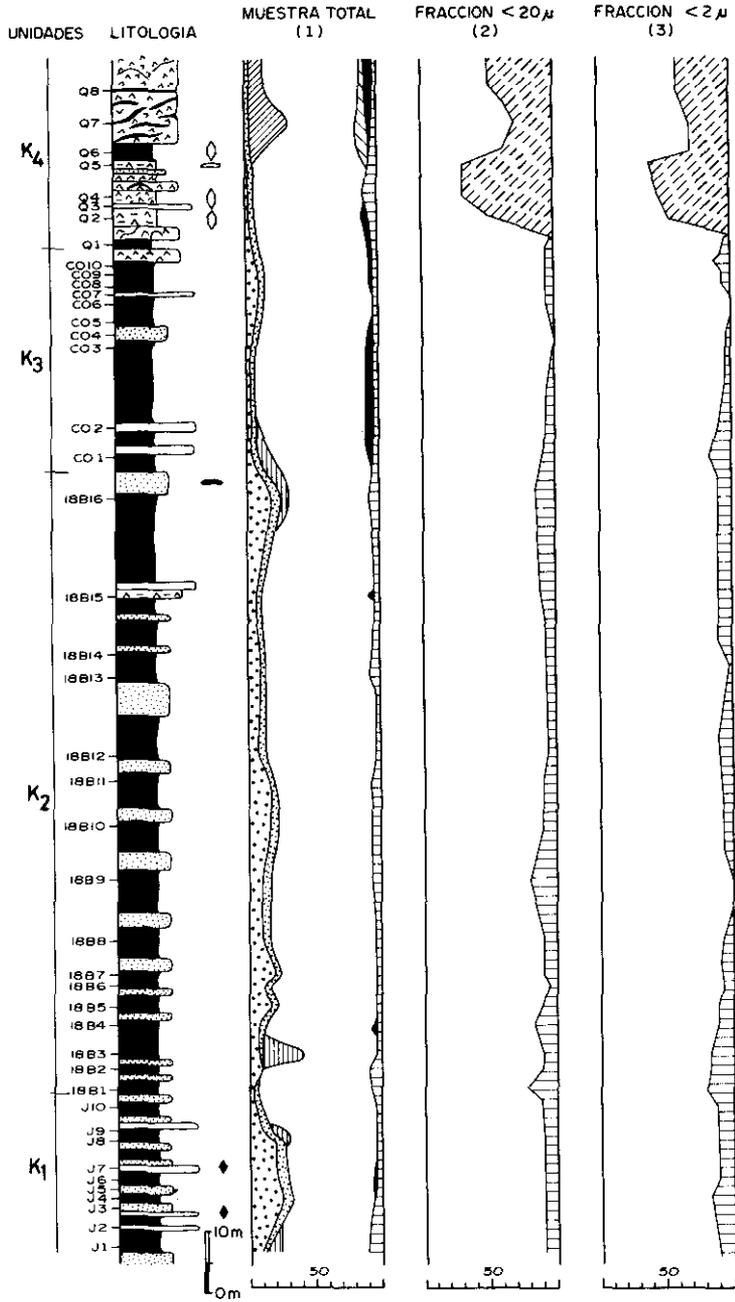
*Legend for lithological and mineralogical columns.*

zadas, «flaser», bioturbación y restos vegetales. En la zona O, hacia techo de la formación, existen niveles de areniscas rojas con nódulos de anhidrita. Por otra parte, en la zona E, se ha encontrado en las areniscas pequeños niveles de cantos arcillosos verdes en unos casos y rojos en otros. Las dolomías intercaladas suelen presentar en el plano supe-

FIG. 3.—Columna-síntesis para las formaciones K1 a K4 de la zona O.

*Synthesis of the stratigraphic columns for units K1 to K4, in the W zone.*

### MINERALOGIA DE LOS NIVELES DE LUTITAS



rior estructuras de «mud crack» y costras ferruginosas, con abundantes teruelitas, éstas últimas sólo en la zona O.

3.c) Formación K3, «Arcillas de Cofrentes»: Está constituida esencialmente por lutitas, con algunas intercalaciones de areniscas y dolomías. Los niveles lutíticos son muy potentes, compactos y de color rojo. Las areniscas también suelen presentar coloración roja, mostrando además estratificación cruzada y «flaser», y bioturbación.

3.d) Formación K4, «Formación yesífera de Quesa»: Está definida por una alternancia de lutitas y yesos, generalmente de color rojo, con nódulos carbonáticos y jacintos de compostela; aumentando hacia techo la presencia de yesos masivos con algunas intercalaciones arcillosas. Se han observado además, en la zona O, finos niveles de areniscas en la base de la formación.

#### 4. COMPOSICION MINERALOGICA

##### 4.1. ESTUDIO DE LOS NIVELES LUTÍTICOS

###### 4.1.a. Formación K1, «Arcillas y yesos de Jarafuel» (figs. 3 y 4)

La muestra total está constituida por abundante ilita y pequeñas proporciones de clorita, cuarzo y feldespato, disminuyendo estos tres últimos en la zona E, y pudiendo aparecer en algunos casos hematites. Se ha observado también en la zona O que el tipo de carbonato es dolomita, mientras que en la zona E es magnesita y a veces ankerita (figura 5A).

En las fracciones  $<20 \mu$  y  $<2 \mu$ , de las dos zonas, el mineral dominante es la ilita, con pequeñas proporciones de clorita del tipo clinocloro.

Al microscopio electrónico de barrido (M. E. B.) las ilitas son irregulares, mostrando morfología laminar y suelen presentar orientación preferente; tienen los bordes rizados, destacando en algunos casos picos, no llegando a ser realmente fibrosas.

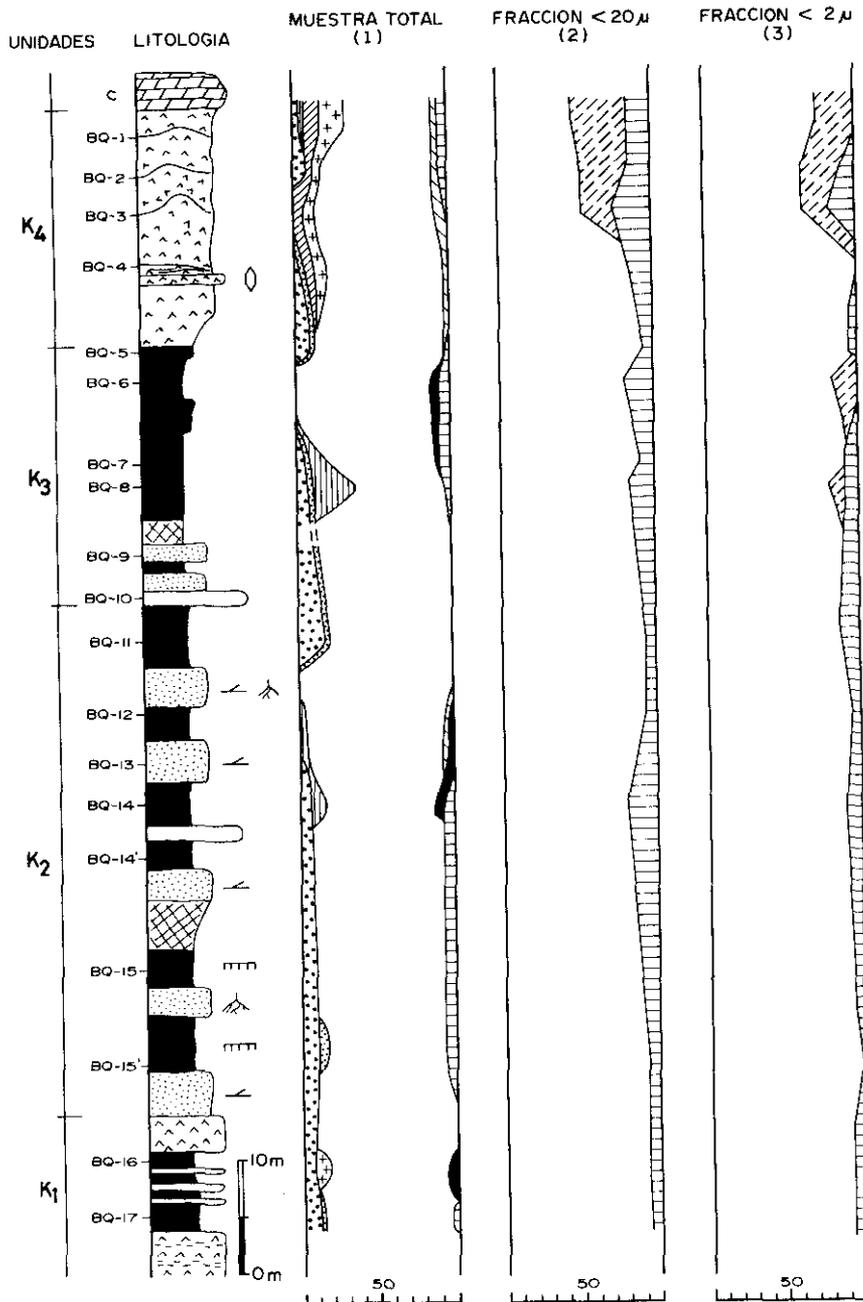
###### 4.1.b. Formación K2, «Areniscas de Manuel» (figs. 3 y 4)

El estudio realizado en la fracción total de esta formación revela un contenido abundante en ilita en todos los niveles lutíticos, siendo

---

FIG. 4.—Columna-síntesis para las formaciones K1 a K4 de la zona E.  
*Synthesis of the stratigraphic columns for units K1 to K4 in the E zone.*

### MINERALOGIA DE LOS NIVELES DE LUTITAS



escasas las proporciones de clorita (a veces ausente), cuarzo y feldespatos, no apareciendo en algunos niveles de la zona E. La mineralogía se completa con la presencia de calcita y hematites de forma esporádica.

Al M. E. B. se han observado dos tipos de ilitas: unas con bordes rizados iguales a las de la formación K1 y otras de mayor tamaño con bordes irregulares claramente detríticas. En la zona E son frecuentes las cloritas con morfología «honeycomb» (figs. 5B y 5C), formadas por grandes láminas que bordean cuarzos idiomorfos con inclusiones de evaporitas (anhídrita fundamentalmente), indicándonos su presencia conjunta una neoformación diagenética muy temprana en aguas salinas.

#### 4.1.c. Formación K3, «Arcillas de Cofrentes» (figs. 3 y 4)

La composición mineralógica global es similar en las zonas E y O. El contenido en ilita, al igual que en las dos formaciones anteriores, es muy abundante, y con pequeñas proporciones de cuarzo, feldespatos y clorita. Suelen encontrarse con bastante frecuencia y continuidad hematites, y en algunas ocasiones dolomita.

En las fracciones  $<20 \mu$  y  $<2 \mu$  se observa que el filosilicato más abundante es la ilita, sobre todo en la zona E, apareciendo además un interestratificado irregular  $14_e-14_m$  (70 por 100 láminas de clorita y 30 por 100 láminas de montmorillonita). La clorita sigue siendo de tipo clinocloro.

Gran parte de las ilitas proceden de la disolución incongruente de los feldespatos, como se ha podido ver al M. E. B. (fig. 5D), y generalmente muestran aspecto laminar. En esta transformación se libera  $\text{SiO}_2$  que precipita como cuarzo, como se ha podido también observar (fig. 6A). Las cloritas desarrollan hábito pseudohexagonal (fig. 6B), lo que denota su neoformación en ambiente hipersalino tal y como las encontradas por MARFIL (1970) en el Keuper de la Cordillera Ibérica.

---

FIG. 5-A.—Ankerita sobre cloritas en un nivel de lutitas de la formación K1, zona E.

FIG. 5-B.—Neoformación de cloritas y cuarzo en un nivel de lutitas de la formación K2, zona E.

FIG. 5-C.—Cloritas autigénicas con morfología «honeycomb», formación K2 zona E.

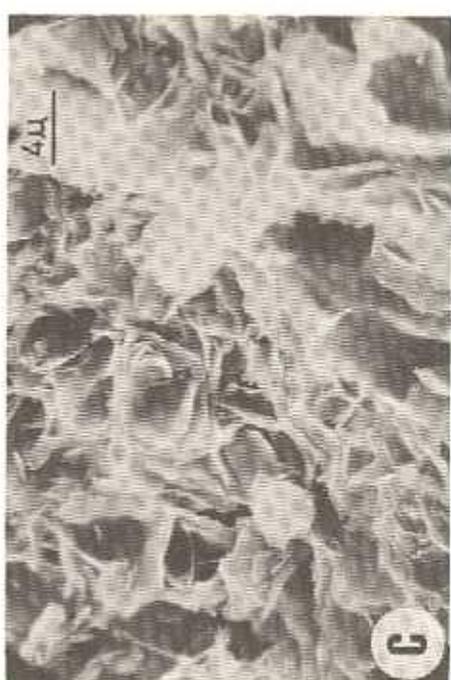
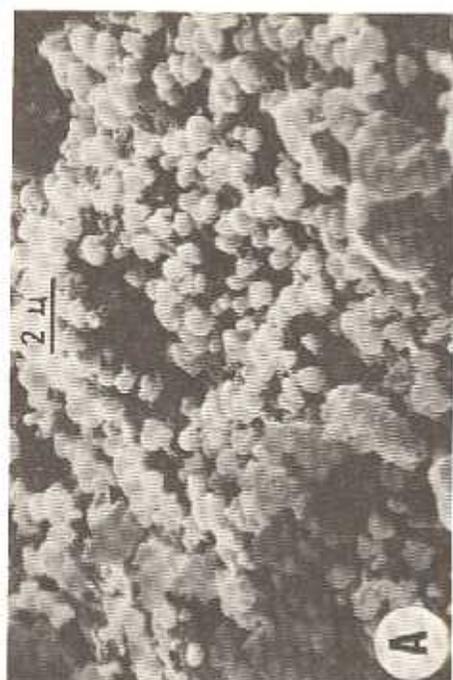
FIG. 5-D.—Feldespatos alterándose a ilita en las lutitas de la formación K3, zona O.

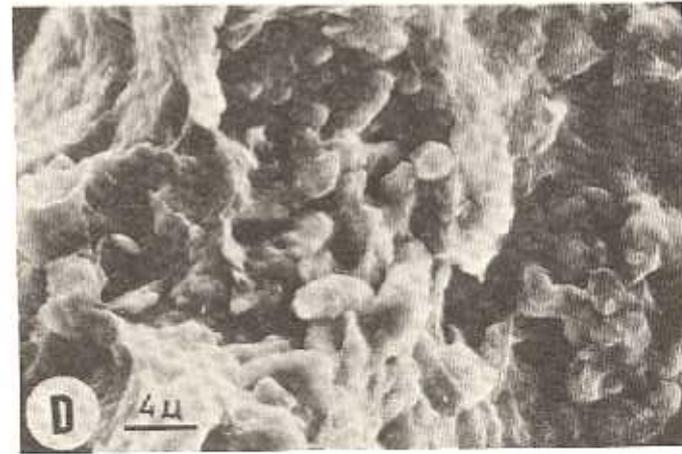
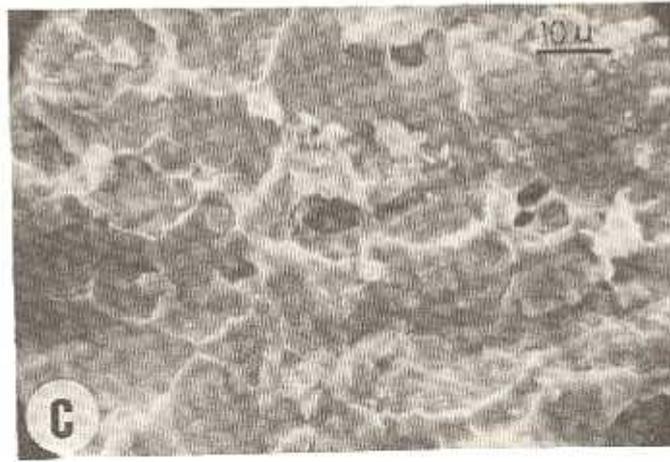
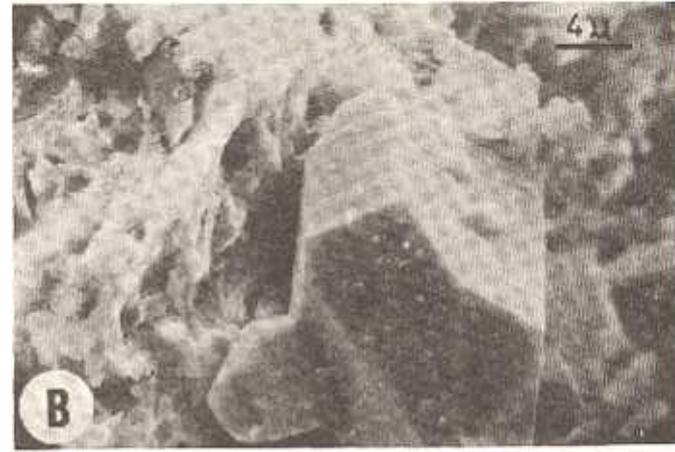
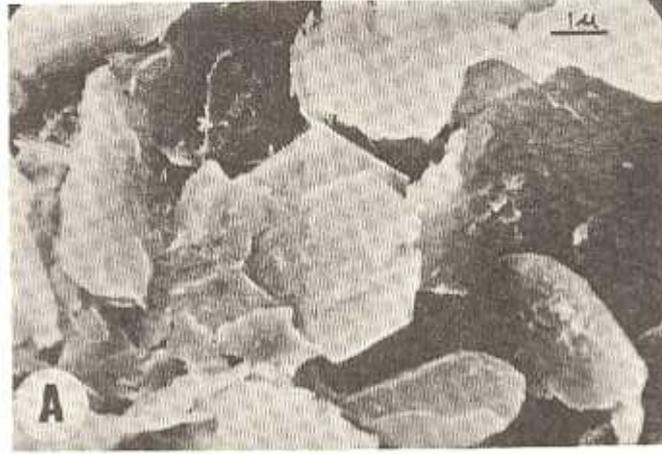
Ankerite crystals over chlorites in a lutite level. Formation K2 in the E zone.

Chlorite and quartz neofomed in a lutite level. Formation K2 in the E zone

Authigenic chlorites with «honeycomb» morphology. Formation K2, E zone.

K-Feldspar into illite taking place in the lutites of the K3 Formation. W.





#### 4.1.d. *Formación K4, «Arcillas yesíferas de Quesa» (figs. 3 y 4)*

Del estudio realizado en los materiales de esta formación se aprecia que en ambas zonas el contenido en cuarzo y feldespatos es bastante bajo, observándose también la presencia de yeso en las dos zonas, y hematites sólo en la zona O. La mineralogía de los carbonatos difiere mucho de una zona a otra, siendo ampliamente variada en la zona E: con calcita, dolomita y magnesita, y sólo calcita en la zona O.

La composición de los filosilicatos de esta formación muestran una gran variación en relación a las tres formaciones anteriores y también entre las dos áreas estudiadas. Para la zona O se observa una abundancia de un interestratificado irregular 14<sub>c</sub>-14<sub>m</sub> (70 por 100 láminas de clorita y 30 por 100 láminas de montmorillonita). Sin embargo, para la zona E el interestratificado es regular para la fracción <20  $\mu$  (de tipo corrensita), dominando el irregular en la fracción <2  $\mu$ , acompañado además de clorita.

Al M. E. B. son muy abundantes los interestratificados irregulares como los de la figura 6C y la corrensita muestra la morfología de la figura 6D.

#### 4.2. ESTUDIO DE LOS NIVELES DE ARENISCAS

##### 4.2.a. *Formación K1, «Arcillas y yesos de Jarafuel»*

Los componentes esenciales del «framework» o esqueleto son el cuarzo y el feldespato potásico, clasificándose como subarcosas (fig 7). La plagioclasa es muy escasa, mostrándose generalmente algo alterada. Son características las micas detríticas: moscovitas, biotitas y cloritas, estando gran parte de las biotitas transformándose a clorita con liberación de óxidos de hierro.

Son frecuentes la intercalación de láminas de arcilla, donde además se concentran cantos blandos arcillosos («rip-up clasts») marrones y verdes de posible composición 14<sub>c</sub>-14<sub>m</sub> e ilita.

El cemento más frecuente es el silíceo (2 por 100), precedido de un «pore lining» de ilita.

---

FIG. 6-A.—Cloritas autigénicas con morfología pseudo-hexagonal. Formación K3, zona O.

FIG. 6-B.—Cuarzo autigénico e ilitas degradadas de la formación K3, zona O.

FIG. 6-C.—Interestratificado irregular 14<sub>c</sub>-14<sub>m</sub>. Formación K4, zona O.

FIG. 6-D.—Interestratificado regular (corrensita). Formación K4, zona E.

*Authigenic chlorites with pseudo-hexagonal morphology. K3 Formation, W zone.*

*Authigenic quartz and degraded illites. K3 Formation, W zone.*

*The 14<sub>c</sub>-14<sub>m</sub> irregular mixed-layer. K4 Formation, W zone.*

*The 14<sub>c</sub>-14<sub>m</sub> regular mixed-layer (corrensita). K4 Formation, E zone.*

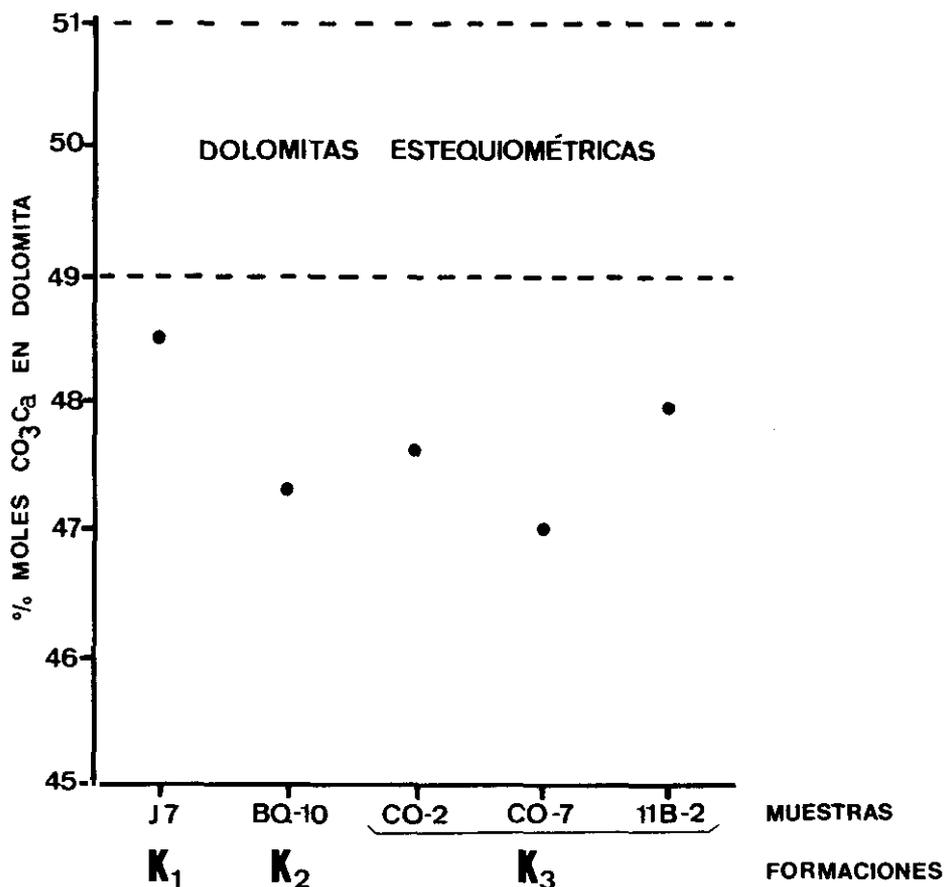


FIG. 7.—Clasificación según PETTIJOHN, POTTER y SIEVER (1973) de las areniscas de las distintas formaciones del Keuper de Levante.

Classification after PETTIJOHN, POTTER and SIEVER (1973), of sandstones in the different formations in the Keuper of Levante.

Texturalmente estas arenas son subangulosas a subredondeadas, con tamaños que oscilan entre las 30  $\mu$  y 90 $\mu$ .

#### 4.2.b. Formación K<sub>2</sub>, «Areniscas de Manuel»

Petrológicamente pertenecen al grupo de las arcosas y subarcosas para la zona E y cuarzoarenitas y subarcosas para la zona O (fig. 7).

El componente mayoritario es el cuarzo, y los feldespatos son relativamente abundantes, pudiendo alcanzar hasta un 19 por 100 en la zona E. Predomina el feldespato potásico recrecido, siendo menos

frecuente la plagioclasa, de tamaño inferior al del esqueleto, poco alterada, y con maclado polisintético; que interpretamos en ambos casos como de origen autigénico a partir de fluidos intersticiales marinos (KASTNER, 1979). Los fragmentos de roca son poco abundantes, de un 1 a un 2 por 100, y principalmente de granos de chert y algunos de rocas metamórficas pelíticas. La presencia de fragmentos oxidados, así como de circones y turmalinas, es continua en todas las areniscas estudiadas.

Las micas aparecen en las variedades de biotita, clorita y moscovita, observándose frecuentemente el paso de biotita a clorita y de clorita a pseudomatriz clorítica. Los lechos arcillosos (fig. 8A) con cantos verdes y rojos son muy frecuentes, pudiendo alcanzar tamaños de hasta 1 cm. en la zona E. los cantos rojos, posiblemente argilanes o restos de suelos, suelen ser aleuríticos de naturaleza montmorillonítica y los verdes algo más ricos en clorita e illita (figs. 8B y 8C).

El tipo de cemento dominante es el silíceo (2-15 por 100) como crecimiento secundario sintaxial. El cemento ferruginoso aparece en casi todos los niveles, generalmente como «coating» ferruginoso, pero en algunos casos rellenando poros y en una proporción de un 50 por 100. También aparece cemento filosilicático de illita como «pore lining» tangencial, y en algunos casos radial, corroyendo a los granos de cuarzo.

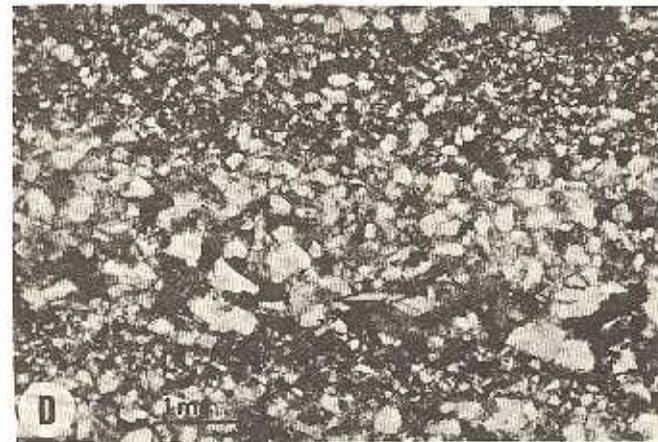
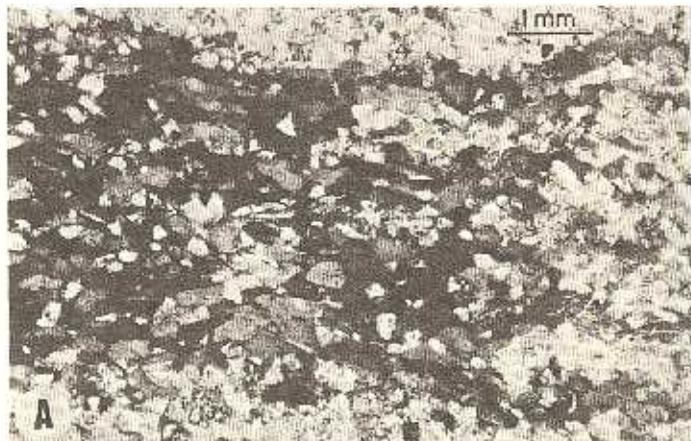
Los tamaños de grano son muy finos, entre  $62\mu$  y  $88\mu$ , y frecuentemente granoseleccionados (fig. 8D). La redondez varía entre subredondeados y subangulosos.

#### 4.2.c. *Formación K3, «Arcillas de Cofrentes»*

Los niveles arenosos aparecen intercalados hacia la base de la formación, en el tránsito con la formación K2. Están compuestas principalmente por cuarzo, y en algunos niveles se ha observado abundancia de feldespatos potásicos, por lo que estarían representados en el campo de las arcosas, subarcosas y cuarzoarenitas (fig. 7). Al igual que en las otras dos formaciones, aparecen intercaladas láminas arcillosas y cantos blandos de naturaleza también arcillosa rojos y amarillos, siendo muy frecuente la alternancia rítmica de estos niveles arcillosos y siliciclásticos.

Los cementos más frecuentes son el silíceo y ferruginoso. El silíceo aparece como crecimiento secundario sintaxial, posterior a un coating ferruginoso. Existe, además, en algunos casos, segunda cementación ferruginosa más amplia que la anterior, con un cierto control sedimentario.

Texturalmente estas arenas son de granos subsubangulosos y los tamaños varían entre  $46\mu$  y  $92\mu$ .



#### 4.3. ESTUDIO DE LOS NIVELES CARBONATADOS

En la formación K1, «Arcillas y yesos de Jarafuel», existen niveles dolomíticos, a veces bastante potentes. Estas dolomías son generalmente micríticas con pequeñas proporciones de cuarzo (1 por 100) siempre muy corroidos por los carbonatos, encontrándose también restos de micas. Algunos niveles dolomíticos muestran laminación algal, porosidad «vug» y fenestral, así como gran cantidad de óxidos de hierro.

Los niveles carbonatados de la formación K2, «Areniscas de Manuel», presentan una mayor variedad composicional y textural. Existen niveles de calizas tanto micríticas como mesocrystalinas. Suelen contener pequeñas proporciones de cuarzo detrítico muy corroido por los cristales de calcita, en ocasiones pueden aparecer restos de moscovita. Asimismo, se ha observado en algunas calizas cuarzoes autigénicos con caras bien desarrolladas e inclusiones de evaporitas, los tamaños de estos cuarzoes oscilan entre 0,03 mm. y 0,153 mm., aunque algunos pueden alcanzar los 0,5 cm., observándose también algunos cristales de dolomita sustituyendo a cuarzoes autigénicos. Los niveles dolomíticos suelen contener intercalaciones laminares de arcillas, en ocasiones dolomitizadas, así como cuarzoes y micas detríticas. También aparecen cuarzoes autigénicos a favor de fracturas. En la mayoría de los cuarzoes, tanto detríticos como autigénicos, se ha observado corrosión por los cristales de dolomita.

Los niveles carbonáticos de la formación K3, «Arcillas de Cofrentes», son muy característicos. Generalmente suelen ser dolomicritas, con pequeñas cantidades de granos de cuarzo muy corroidos. En algunos casos se han observado laminaciones algales, con gran abundancia de óxidos de hierro y porosidad tipo «vug» y fenestral. En la base de la formación suele aparecer un nivel dolomítico fosilífero que se ha utilizado como nivel guía. Esta dolomía está formada por

---

FIG. 8-A.—Cuarzoarenita de la Formación K2, zona O. Concentración de cantos blandos rojos y verdes asociados a láminas de arcilla.

FIG. 8-B.—Cuarzoarenita de la Formación K2, zona E. Canto blando aleurítico ferruginoso.

FIG. 8-C.—Cuarzoarenita de la Formación K2, zona E. Cantos blandos verdes (clorita e illita) dispersos.

FIG. 8-D.—Granoselección aleurítica-arenosa en una cuarzoarenita de la Formación K2 en la zona O.

Quartzarenite of K2 Formation, W zone. Red and green rip up clasts concentration associated with intercalated laminae.

Quartzarenite of K2 Formation, E zone. Ferruginous and silty rip up clasts.

Quartzarenite of K2 Formation, E zone. Scattered green rip up clasts (chlorite and illite).

Sandy-silty graded bedding in a quartzarenite of the K2 Formation, W zone.

una gran cantidad de conchas recristalizadas de ostrácodos en la zona O y por bivalvos y gasterópodos en la zona E.

En la formación K4, «Arcillas yesíferas de Quesa», los niveles dolomíticos son escasos y se concentran hacia la base de la misma. Suelen consistir en dolomicritas, con proporciones variables de cuarzo, mostrando en muchos casos granoselección.

Del estudio por difracción de rayos X sobre la estequiometría de las dolomitas, se ha obtenido que éstas no llegan a los límites establecidos: 49 y 51 por 100 en moles de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  (fig. 9), siendo deficitarias en Ca. Este hecho ha sido atribuido por GOLSMITH y GRAF

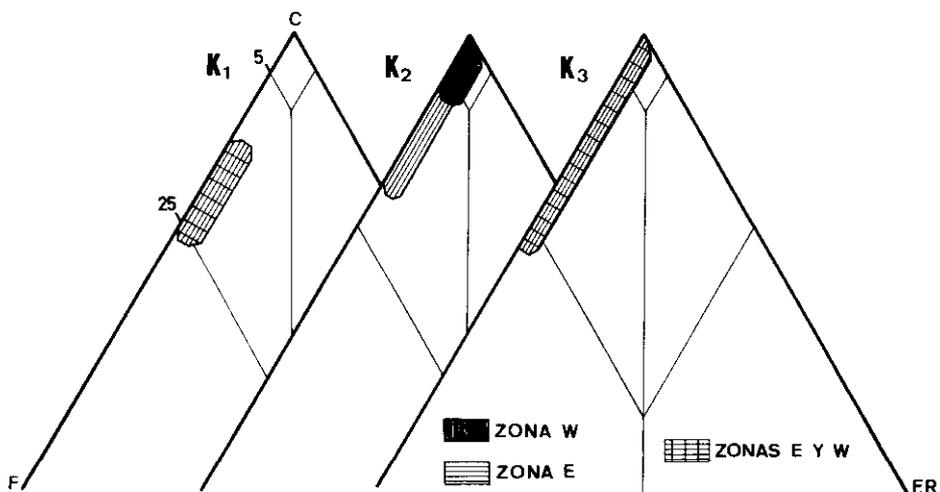


FIG. 9.—Posición de las muestras dolomíticas de las distintas formaciones en relación con el contenido en % en moles de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

*Position of dolomite samples in relation to the percentage in  $\text{CO}_3\text{Ca}$  moles.*

(1958) a la existencia de unas condiciones de dolomitización relacionadas con medios evaporíticos. Por otra parte, se ha observado que las facies dolomíticas con restos orgánicos son aún más pobres en Ca, lo que en el caso de las microfacies algas puede deberse al contenido original de algunas algas más ricas en Mg.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

— En los niveles lutíticos la mineralogía global a lo largo de la columna es similar para todas las formaciones, a excepción de la K4,

estando compuesta por minerales de arcilla y pequeñas proporciones de cuarzo, feldespatos, así como esporádicamente por calcita, dolomita y hematites; observándose una disminución de los componentes detríticos no arcillosos de base a techo de la serie y de O a E (fig. 10). Esta variación hace suponer mayor proximidad al borde de cuenca de la zona occidental.

— Respecto a los minerales de la arcilla, el componente mayoritario de estas lutitas es la ilita con clorita subordinada, la cual aumenta progresivamente hacia el techo y el E. Además, en esta zona aparecen interestratificados 14c-14m abundantemente.

— Los minerales interestratificados 14c-14m se localizan principalmente en la formación K4 de ambas zonas estudiadas y en la K3 sólo de la zona E. Se encuentran asociados en la formación K4 a yesos y carbonatos (calcita, dolomita y magnesita). Cuando el carbonato es de tipo magnesita (zona E) entonces el interestratificado es regular, de tipo corrensita. En la formación K3 los interestratificados 14c-14m son irregulares (70 por 100 láminas de clorita y 30 por 100 láminas de montmorillonita) y se asocian fundamentalmente a clorita y cuarzos neoformados. Esto indica una evolución de todas las unidades estudiadas hacia condiciones más evaporíticas hacia techo.

— Por las relaciones texturales observadas al M. E. B. y el grado de cristalinidad, las ilitas pueden tener dos orígenes: unas por rotura y degradación de micas detríticas, como sucede en las formaciones K1 y K2, otras por disolución incongruente de feldespatos (formación K3).

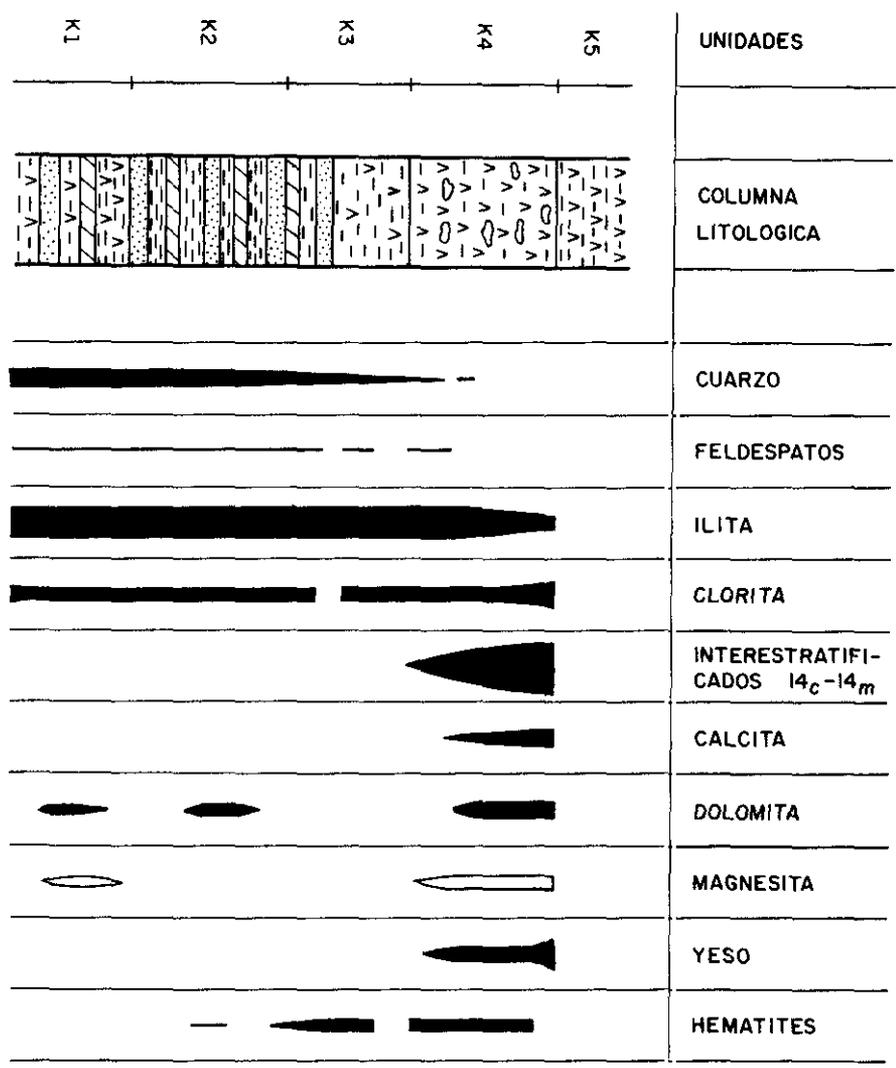
— Las cloritas de las formaciones K2 y K3 son detríticas en parte, aunque en la mayoría de los casos, están rejuvenecidas o neoformadas en un medio hipersalino rico en  $Mg^{++}$ , como ya señalaron LUCAS (1962) y MARFIL (1970).

— Comparando estos resultados obtenidos con el modelo propuesto por FISHER y JEANS (1982) para el Trías de facies germánica de Europa Occidental, nuestros datos para todas las unidades se encuadran dentro de la asociación definida como facies hipersalina, estando la zona E en el límite con lo que estos autores denominan facies hipersalina marginal.

— La evolución de los minerales de arcilla en la cuenca y a lo largo del Keuper de Levante puede resumirse de la forma siguiente:

*Formaciones K1 y K2:* En las dos zonas estudiadas, las ilitas y cloritas detríticas que llegan a la cuenca de sedimentación no sufren apenas agradación, salvo las cloritas de la formación K2 (zona E).

SÓLO ZONA E MÁS HIPERSALINA



*Formación K3:* Prosigue el aporte de ilitas detríticas, comenzando a generarse abundantes cloritas autigénicas en las dos zonas, y apareciendo además interestratificados  $14_c$ — $14_m$  irregulares en la zona E. En esta formación, los minerales arcillosos más degradados procedentes del continente peneplanizado y ricos en montmorillonita, al llegar a una cuenca con abundancia de inones  $Mg^{++}$  se agradan a clorita, siendo los términos intermedios de esta transformación los interestratificados.

*Formación K4:* En la zona W se producen los mismos procesos diagénéticos que en la zona E de la formación K3. Sin embargo, en la zona E, al captar el ión  $SO_4^-$  al Ca, los carbonatos y las arcillas deben repartirse el Mg existente, con lo cual se forma corrensitita y magnesita. Esta asociación es la misma que la encontrada por LUCAS y GARCIA PALACIOS (1977) para el centro de cuenca de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

— Los niveles de areniscas intercalados pertenecen petrológicamente a cuarzoarenitas, subarcosas y arcosas subordinadas, siendo las cuarzoarenitas más abundantes en la formación K2 con una probable procedencia de áreas sedimentarias preexistentes, denotándose en el área oriental una mayor riqueza en feldespatos (plagioclasa y ortosa) debido a un posible enriquecimiento a partir de aguas diagénéticas marinas.

— La diagénesis temprana o eodiagénesis que afectó a estas areniscas, tuvo lugar en unas condiciones alternantes óxicas y anóxicas (hematites y pirita) con fluidos alcalinos (cemento/reemplazamiento de dolomita, de feldespato potásico y de albita) e hipersalinas (cuarzos autigénicos con inclusiones de evaporitas, cloritas pseudo hexagonales y nódulos de anhidrita). En la mesodiagénesis, con efectos muy someros, los únicos procesos de cierta relevancia fueron la cementación silíceo y la alteración de los feldespatos a ilita, sin determinar claramente un ambiente geoquímico.

— Los niveles carbonáticos intercalados, con valores moderadamente altos en Mg denotan que la dolomitización, de acuerdo con GOLSMITH y GRAF (1958) y FOLK y LAND (1975), fue penecontemporánea y controlada por soluciones hipersalinas en clima árido.

---

FIG. 10.—Asociación mineralógica en función de las unidades litoestratigráficas del Keuper de Levante.  
*Mineralogical association in relation to the lithostratigraphic units in the Keuper of Levante.*

## BIBLIOGRAFIA

- ALBEE, A. L. (1962): «Relationships between the mineral association chemical composition and physical properties of the chlorites series». *Amer. Min.*, 47, pp. 851-870.
- BISCAYE, P. E. (1965): «Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic and adjacent seas and oceans». *Geol. Soc. Am.*, núm. 8, 76, pp. 803-832.
- BRINDLEY, G. W. (1961): «Chlorite minerals». En: *X-ray identification and crystal structure of clay minerals* (Ed. por G. Brown). *Miner. Soc.*, London, pp. 242-296.
- CABALLERO, M. A., y MARTÍN-VIVALDI, J. L. (1972): «Distribution of clay minerals in the Spanish Triassic sedimentary basins». *Proceed. 1972 Int. Clay Conf.*, pp. 259-268.
- CABALLERO, M. A., y MARTÍN-VIVALDI, J. L. (1975): «Estudio mineralógico y genético de la fracción fina del Triás español». *Mem. Inst. Geol. y Min. de España*, 87, 277 pp.
- CASTAÑO, R. M. (1984): «Estudio de los minerales de la arcilla del Keuper de Levante (Áreas de Jalance-Ayora y Bicorp-Chella)». Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 116 pp.
- FISHER, M. J., y JEANS, C. V. (1982): «Clay mineral stratigraphy in the Permo-Triassic Red Bed sequences of BNOC 72/10-1A, western Approaches, and the south Devon Coast». *Clay Miner.*, 17, pp. 79-89.
- FOLK, R. L., y LAND, L. S. (1975): «Mg/Ca ratio and salinity: Two controls over crystallization of dolomite». *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, 59, pp. 60-68.
- GARCÍA PALACIOS, M. C., y LUCAS, J. (1977): «Le bassin Triasique de la branche castellane de la Chaîne Iberique. II Geochimie». *Cuadernos Geología Ibérica*, 4, pp. 355-368.
- GARCÍA PALACIOS, M. C.; LUCAS, J.; DE LA PEÑA, J. A., y MARFIL, R. (1977): «La Cuenca Triásica de la rama castellana de la Cordillera Ibérica. I. Petrología y mineralogía». *Cuadernos Geología Ibérica*, 4, 678-692.
- GOLDSMITH, U. M., y GRAF, C. (1958): «Structural and compositional variations in some natural dolomites». *J. Geol.*, 66, pp. 678-692.
- HEY, M. H. (1954): «A new review of the chlorite». *Miner. Mag.*, 30, pp. 277-292.
- KASTNER, M., y SIEVER, R. (1979): «Low temperature feldspars in sedimentary rocks». *Amer. Jour. Science*, 279, pp. 435-478.
- LUCAS, J. (1962): «La transformation des mineraux argileux dans la sédimentation. Etudes sur les argiles du Trias». *Mém. Ser. Carte Géol. Alsu Lorr.*, 22, 202 pp.
- LUCAS, J.; GARCÍA PALACIOS, M. C., MARFIL, R., y DE LA PEÑA, J. A. (1977): «Le bassin Triasique de la branche castellana de la Chaîne Iberique. III Histoire». *Cuadernos Geología Ibérica*, 4, pp. 369-374.
- LUMSDEN, D. N. (1979): «Discrepancy between thin sections and X-ray estimates of dolomite in limestone». *Jour. Sed. Petrology*, 49, pp. 429-436.
- MAREL, H. W. VAN DER (1966): «Quantitative of clay minerals and their admixtures». *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 12, pp. 96-138.
- MARFIL, R. (1970): «Estudio petrogenético del Keuper en el sector meridional de la Cordillera Ibérica». *Estudios Geol.*, núm. 2, pp. 113-163.
- ORTÍ CABO, F. (1974): «El Keuper de Levante español». *Estudios Geol.*, 30, pp. 7-46.
- PETTJOHN, F. J.; POTTER, P. E., y SIEVER, R. (1973): *Sand and sandstone*. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 618 pp.

- PUZZUOLI, A.; MATTIAS, P., y GALÁN-HUERTOS, E. (1972): «Mineralogia di sedimenti abruzzesi. I Relazione fra depositi "argillosi mioceni e quaternari"». *Estratto dal «Periodico di Mineralogia»*, 3, pp. 611-655.
- RUIZ AMIL, A.; RAMÍREZ-GARCÍA, A., y MAC EWAN, M. C. (1967): «Curvas de difracción de rayos X para el análisis de estructuras interestratificadas». *Dep. Quim. Inor. C. S. I. C.*, Madrid.
- RUIZ CRUZ, M. D., y CABALLERO, M. A. (1976a): «Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Triás de la Cordillera Ibérica. II. Illita y mica». *Bol. Geol. y Min.*, 87-II, pp. 77-84.
- RUIZ CRUZ, M. D., y CABALLERO, M. A. (1976b): «Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Triás de la Cordillera Ibérica. III. Clorita, montmorillonita y vermiculita». *Bol. Geol. y Min.*, 87-III, pp. 62-69.
- RUIZ CRUZ, M. D., y CABALLERO, M. A. (1976c): «Características mineralógicas, genéticas y distribución de los minerales de la fracción fina del Triás de la Cordillera Ibérica. II. Minerales interestratificados». *Bol. Geol. y Min.*, 87-IV, pp. 81-89.
- SHIROZU, H. (1958): «X-ray patterns and cell dimensions of chlorites». *Miner. J.*, 2, pp. 209-223.
- SCHULTZ, L. G. (1964): «Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre Shale». *U. S. Geol. Survey Prof. Paper*, 391-C, 45 pp.