

## “MINERALOGIA Y ESTRATIGRAFIA DE SEDIMENTOS NEOGENOS DEL CORREDOR DE LA ALPUJARRA (CORDILLERA BETICA, ESPAÑA)”

M. Ortega Huertas (1,2); F. Nieto García (1,2); J. Rodríguez Fernández (2,3) y A. C. López Garrido (2)

(1) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada

(2) Departamento de Investigaciones Geológicas del C.S.I.C. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada

(3) Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada

**ABSTRACT.**— The Alpujarra Corridor is a narrow fringe, where Neogene materials out crop. From a geological point of view the Corridor spreads inside an Internal Zone of the Betic Cordillera.

The sediments studied at present work are: 1) “Cádiar sequence”: red colour conglomerates, sands and clays of lower Serravallian age, and micaceous silts with fauna of uppermost Serravallian-lowermost Tortonian age. 2) “Ugijar sequence”: gypsum marls and silts of lower Tortonian age. 3) “Yátor sequence”: sampled materials are conglomerates with intercalated sands and clays. Two Units have been differentiated: the lower one dated between lower Tortonian and upper Tortonian-Messinian, and the upper one, possibly corresponding to uppermost Miocene-Pliocene.

The following mineral association was observed in the sediments studied: calcite, dolomite, quartz, potassium feldspar, clay minerals (illite, paragonite, chlorite, kaolinite, smectite and mixed-layer illite-smectite). Crystalline and crystalchemical parameters of micas and chlorites are studied by X-ray diffraction in order to know the sedimentary evolution and give data about the source area of materials. From these data and previous mineralogical studies it can be concluded that the source area of the sediments is essentially the Veleta Nappe rocks (graphite micaschists) which is the lower part of Nevado Filábride Complex. Mineralogical study has allowed to determinate the sedimentary environments of studied materials.

**Key words:** Neogene sediments, Mineralogy, Source area, Alpujarra Corridor, Betic Cordillera.

**RESUMEN.**— El corredor de la Alpujarra constituye una estrecha franja en la que afloran materiales neógenos. Desde el punto de vista geológico, dicho Corredor discurre en el seno de la Zona Bética, s. str.

Los sedimentos estudiados en este trabajo son los siguientes: 1) “Secuencia de Cádiar”: conglomerados, arenas y arcillas de color rojo de edad Serravaliense inferior; y limos micáceos con ostreidos, lamelibranquios y foraminíferos de edad Serravaliense terminal-Tortonense basal. 2) “Secuencia de Ugijar”, constituida por margas y limos con yeso de edad Tortonense inferior. 3) “Secuencia de Yátor”: conglomera-dos con niveles de arenas y arcillas. Se han diferenciado dos Unidades: una cuya edad se sitúa entre el Tortonense inferior y el Tortonense superior-Messinense, y la más superior que podría corresponder al Mioceno terminal-Plioceno.

La asociación mineralógica es la siguiente: calcita, dolomita, cuarzo, feldespato potásico, minerales de la arcilla (ilita, paragonita, clorita, caolinita, esmectita e interestratificados illita-esmectita). Específicamente se han estudiado los parámetros cristalquímicos y cristalográficos de micas y cloritas mediante difracción de rayos X, con objeto de conocer la evolución sedimentaria y obtener datos sobre el área fuente de dichos sedimentos.

Además, el estudio de la mineralogía ha permitido establecer el medio de depósito de las diferentes secuencias sedimentarias.

**Palabras clave:** Neógeno, Corredor Alpujarra, Cordillera Bética, Filosilicatos, Cristalquímica, Medio de depósito, Área fuente.

## I. Entorno Geológico

El Corredor de la Alpujarra constituye una estrecha franja, en la que afloran materiales fundamentalmente neógenos, de dirección E-W, y topográficamente más deprimida que las montañas que le rodean: Sierra Nevada al N y las de Lújar, Contraviesa y Gádor al S. Por el W esta franja se extiende hasta el valle de Lecrín y por el E desemboca en la cuenca del río Andarax en la provincia de Almería.

El área objeto de este trabajo es el centro occidental que, a grandes rasgos, coincide con la terminación oriental de la provincia de Granada (Fig. 1).

Desde el punto de vista geológico, el Corredor discurre en el seno de la Zona Bética s. str.; al S aflora el Complejo Alpujárride y al N lo hacen los Complejos Alpujárride y Nevado Filábride (Fig. 1). El Complejo Maláguide sólo aparece en reducidos afloramientos, siempre muy tectonizados.

El Complejo Alpujárride está representado por micasquitos, cuarcitas, filitas, mármoles y dolomias de edad Paleozoico y Triásico; el Complejo Nevado Filábride, de edad Paleozoico y Triásico fundamentalmente, está constituido por micasquitos, cuarcitas y más escasamente mármoles.

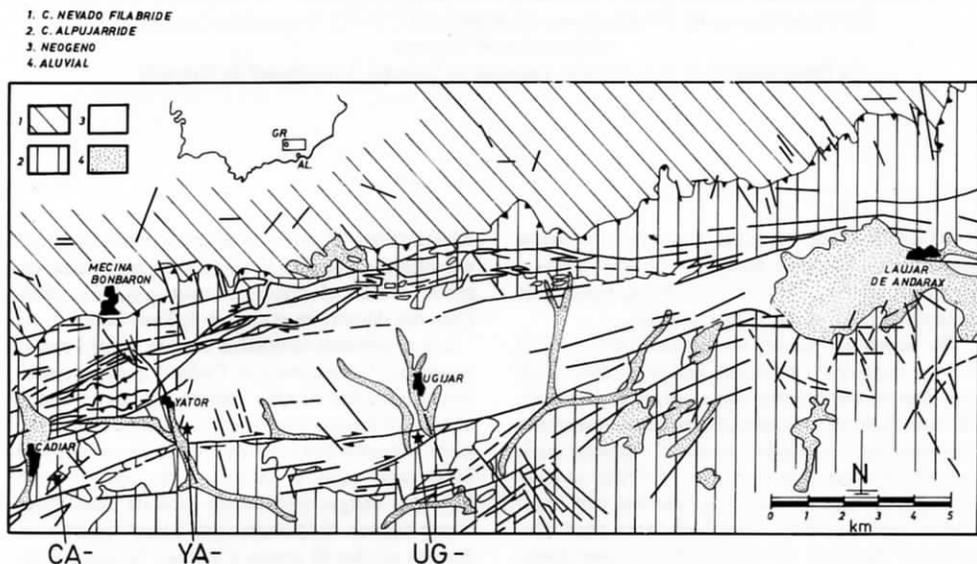


Fig. 1. Entorno geológico según esquema de Sanz de Galdeano et al. (en prensa).

CA: "Cádiar"; YA: "Yátor"; UG: "Ugujar"; 1. Complejo Nevado Filábride; 2. Complejo Alpujárride; 3. Neógeno; 4. Aluvial

## II. Encuadre tectónico y ordenamiento estratigráfico de los materiales neógenos.

El Corredor de la Alpujarra se encuentra limitado por importantes fallas de salto en dirección (strike-slips) que afectan tanto al sustrato Alpujárride y Nevado Filábride como a los materiales neógenos de relleno (Fig. 1). Estas fracturas han funcionado condicionando la cuenca de depósito, así como la sedimentación, desde el Burdigaliense hasta el Pleistoceno (Sanz de Galdeano et al., en prensa). Los materiales más antiguos afloran en el extremo

occidental y son de edad Mioceno inferior y medio (Burdigaliense y Serravaliense inferior y medio) según Estévez et al. (en prensa).

En el área muestreada en este trabajo los materiales que afloran son los siguientes (Fig. 1 y columna litológica de la Fig. 2):

### 1. Secuencia de Cádiar (CA)

*Conglomerados, arenas y arcillas de color rojo.* Afloran en los alrededores de Cádiar y en los bordes N y S. Se trata de materiales con pobre estratificación, marcada por la alternan-

cia de niveles conglomeráticos y areno-arcillosos. Los niveles arenosos presentan escasa laminación horizontal o ripples de corriente, algunos niveles gradados y huellas de bioturbación en los niveles más finos. Los cantos de los niveles conglomeráticos son de micasquitos y cuarcitas fundamentalmente, con tamaños entre 5 y 15 cm. de diámetro. La potencia es muy diferente, oscilando entre 3 y 50 m.

La edad de estos materiales así como el medio sedimentario son inciertos. Respecto de la edad, se sitúan entre sedimentos de edad Serravaliense inferior y medio, bien datados (Estévez et al., op. cit.), y el nivel de limos que se le superpone (Serravaliense terminal-Tortonense basal); así pues, puede concluirse que se depositaron con toda probabilidad en el Serravaliense superior.

Respecto al medio de depósito, las estructuras de ordenamiento interno y la bioturbación apuntan a un medio marino, posiblemente somero a juzgar por la fauna que contiene el nivel suprayacente.

*Limos micáceos de color verde.* Se trata de un paquete de potencia no superior a los 10 m. con fauna de ostreidos, lamelibranquios y foraminíferos planctónicos y bentónicos, que permiten datar el Serravaliense terminal-Tortonense basal como se dijo anteriormente. El contacto con la unidad de conglomerados rojos infrayacentes es gradual.

Este material constituye el techo de lo que en otros sectores se ha denominado Formación La Peza (Rodríguez Fernández, 1982).

## 2. Secuencia de Ugijar (UG)

*Margas y limos amarillos con yeso.* Este paquete reposa en clara discordancia con el sustrato bético o con los materiales neógenos anteriormente descritos.

La litología es de margas y limos calcáreos con yeso. La fauna de foraminíferos permite datar el Tortonense inferior.

Estos materiales presentan hacia el techo niveles turbidíticos entre 10 y 40 cm. de espesor, con la secuencia de Bouma bien desarrollada. Hacia los bordes de la cuenca cambian a calcarenitas bioclásticas o a conglomerados de matriz calcarenítica. En posiciones más orientales del Corredor es frecuente, dentro de este paquete de margas, la presencia de importantes canales de gravas y conglomerados con fauna

de lamelibranquios y equínidos.

## 3. Secuencia de Yátor (YA)

*Conglomerados bien estratificados de color rojo.* Estos materiales sólo afloran en el borde N del Corredor, con importantes buzamientos en las zonas próximas al sustrato que se amortiguan rápidamente hacia el centro de la cuenca. La litología es de conglomerados, arenas y arcillas. Los conglomerados son de cantos fundamentalmente alpujárrides (micasquitos, filitas, cuarcitas y dolomías). El ordenamiento interno de los estratos muestra buenos ejemplos de gradación normal e inversa. El espesor de esta unidad, según las zonas, puede superar los 300 m.

Son frecuentes las ocasiones en las que aparece una alternante coloración de los materiales gris y roja, consecuencia del mayor contenido en filitas dentro de los estratos.

Dado que esta unidad, en sectores más orientales, es transgredida por materiales marinos de edad Tortonense superior-Messiniense inferior, su edad está comprendida entre el Tortonense inferior (unidad antes descrita) y el Tortonense superior-Messiniense.

Discordante, de nuevo, sobre el sustrato o sobre las unidades descritas se encuentra la última unidad de las que aflora en este área. Se trata de *conglomerados marrones y grises*, con cantos de micasquitos, cuarcitas, etc.; el espesor es superior a los 300 m. Más hacia el centro del Corredor, la unidad aparece mejor estratificada y alternan los episodios conglomeráticos con otros arenosos y arcillosos que representan las partes medias de los abanicos aluviales.

Los materiales de esta unidad están muy bien representados en el Corredor o en áreas próximas (Depresión de Guadix, cuencas orientales de la provincia de Almería) y su edad, por correlación con estas áreas, puede corresponder al Mioceno terminal-Plioceno (Cuevas et al., 1984).

## III. Mineralogía

III. 1. *Metodología.* La mineralogía de las muestras se ha estudiado por difracción de rayos X, con un equipo Philips PW-1710, en las siguientes condiciones de trabajo: radiación  $\text{CuK}\alpha$ , velocidad de exploración  $6^\circ$  y  $1^\circ/\text{minuto}$ . Se analizó el polvo de la muestra total y las fracciones menor de 2 micras y 2-20 micras, en

agregado orientado natural, solvatado con etilén glicol, con dimetilsulfóxido y sometido a tratamiento térmico (550°C durante 90 minutos). En el estudio mineralógico cuantitativo se han utilizado los factores reflectantes de Schultz (1964) y Barahona (1974).

Los parámetros cristaloquímicos de illita, paragonita y clorita se han estudiado —sobre las fracciones arcilla y limo— en las siguientes condiciones experimentales:

**A) Espaciado basal  $d(0,0,10)$  de illita y paragonita, parámetro  $b_0$  de illita, incremento angular illita-paragonita y espaciado basal  $d(001)$  de la clorita, medido sobre las reflexiones (003), (004) y (005).**

Todas ellas se han medido según el programa MAX del citado equipo de difracción, consistente en buscar el máximo de una reflexión. Las condiciones básicas son: distancia entre saltos =  $0,005^\circ (2\theta)$ , tiempo de medida en cada salto = 1 segundo, número de saltos a ambos lados del máximo = 40. Como standard interno se ha utilizado el cuarzo de la propia muestra.

**B) Las relaciones de intensidades basales de la clorita se han calculado a partir de las áreas de las reflexiones (003), (004) y (005) en las condiciones siguientes: velocidad de exploración =  $1^\circ/\text{minuto}$ , constante de tiempo = 2, velocidad de papel =  $50 \text{ mm}^\circ (2\theta)$  y sensibilidad**

variable. El dato final corresponde a la media de cinco medidas.

Para la determinación de la *composición química* de la clorita se ha seguido la metodología propuesta por Albee (1962), Nieto et al. (1980) y Nieto y Rodríguez Gallego (1983), en tanto que se ha empleado la clasificación de la AIPEA (Bailey, 1980) para establecer el término de clorita.

**C) La medida de la cristalinidad** de illita, paragonita y clorita se ha realizado en agregado orientado solvatado con etilén glicol, sobre las reflexiones (004) de illita y paragonita y (003) de clorita, en las siguientes condiciones experimentales: velocidad de exploración =  $1^\circ/\text{minuto}$ , constante de tiempo = 2 y velocidad de papel =  $50 \text{ mm}^\circ (2\theta)$ . Los resultados se han expresado en grados de  $2\theta$ . El tamaño de cristalito se ha calculado de acuerdo con el método de Klug y Alexander (1954).

**III. 2. Mineralogía de la muestra total.** La mineralogía está constituida por calcita (C), cuarzo (Q), dolomita (D), feldespato potásico (Fdk) y minerales laminares (ML) (caolinita, clorita, esmectitas, illita, interestratificados illita-esmectita y paragonita). En la figura 2 se indica la composición mineralógica de las secuencias estudiadas.

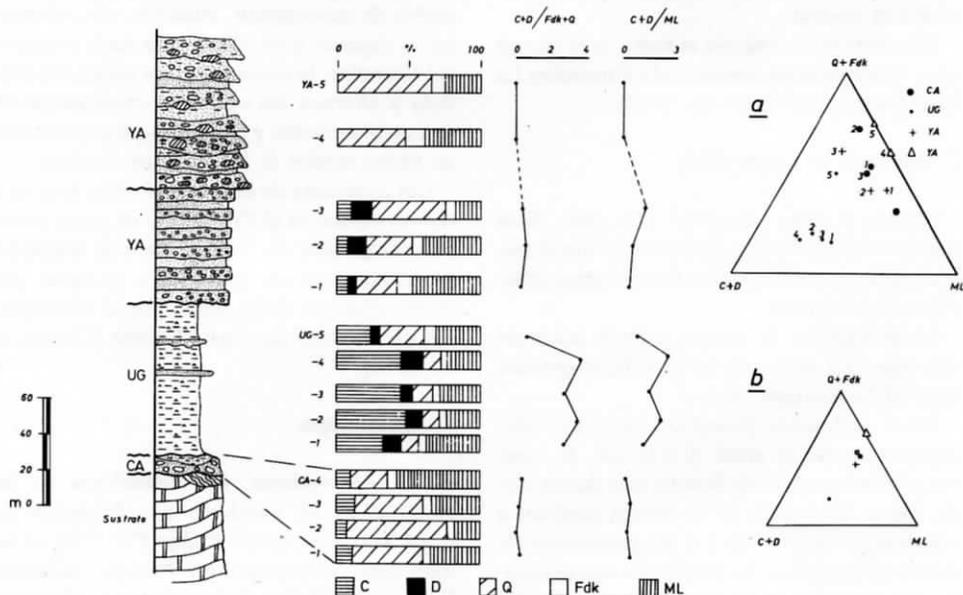


Figura 2. Mineralogía de las secuencias estudiadas. C: calcita; D: dolomita; Q: cuarzo; Fdk: feldespato potásico; ML: minerales laminares.

En un comentario de la mineralogía global de las muestras ha de destacarse lo siguiente:

1. Las proporciones de calcita son muy constantes y similares entre las secuencias de "Cádiar" y "Yátor", en tanto que "Ugíjar" se caracteriza por tener mayores porcentajes con disminución de los mismos a muro y techo. Presencia sistemática de dolomita en la secuencia de "Ugíjar" y en la parte basal de "Yátor"; ausencia de este mineral en las muestras de "Cádiar" y parte superior de "Yátor".

2. Proporciones constantes de feldespato en cada secuencia, y aumento relativo de los mismos en las muestras de "Yátor". En relación con el cuarzo los mayores porcentajes y oscilaciones aparecen en las secuencias de "Cádiar" y "Yátor", en variación inversa a los carbonatos, en tanto que en "Ugíjar" el comportamiento general es uniforme.

3. Los porcentajes de minerales de la arcilla aumentan hacia el techo en la secuencia de "Cádiar", son muy uniformes en la de "Ugíjar" y presentan una tendencia decreciente hacia el techo en los dos tipos de conglomerados de la

secuencia de "Yátor".

La relación calcita+dolomita/cuarzo+feldespato, indicativa del carácter detrítico de las secuencias, oscila entre cero (parte superior del conglomerado de "Yátor") y 3,69 (secuencia de "Ugíjar"). Los valores medios en cada una de las secuencias son los siguientes: "Cádiar" = 0,22; "Ugíjar" = 3,18 y "Yátor" = 0,39 (parte basal) y cero en la parte superior. Su evolución temporal en las secuencias estudiadas (Fig. 2) es similar en los casos de "Cádiar" y "Yátor", frente a variaciones mayores en la secuencia de "Ugíjar", menos detrítica. Por otra parte, y con carácter general, la relación calcita+dolomita/minerales laminares (Fig. 2) evoluciona paralelamente a la relación calcita+dolomita/cuarzo+feldespato, muy especialmente en la secuencia de "Ugíjar". Los valores medios son: "Cádiar" = 0,29; "Ugíjar" = 1,82 y "Yátor" = 0,63 (parte basal) y cero en la parte superior.

III. 3. *Mineralogía de arcillas.* Los minerales encontrados en las fracciones menor de 2 micras y entre 2 y 20 micras son: illita (I), para-

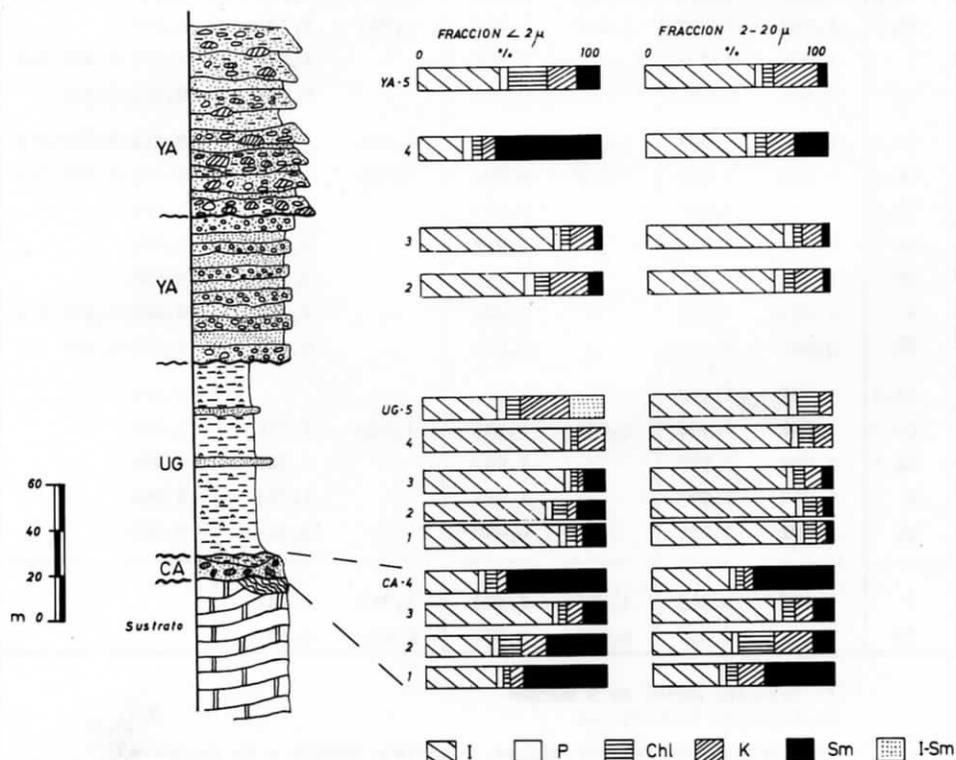


Figura 3. Minerales de la arcilla en las secuencias estudiadas. I: illita; P: paragonita; Chl: clorita; K: caolinita; Sm: esmectita; I-Sm: interstratificado illitaesmectita.

gonita (P), clorita (Chl), caolinita (K), esmectita (Sm) e interstratificados illita-esmectita (I-Sm).

En la Fig. 3 se expresa la variación mineralógica en cada una de las secuencias estudiadas.

#### III. 4. Parámetros cristaloquímicos y cristalo-gráficos de los filosilicatos.

Véanse Tablas I y II.

#### IV. El medio de depósito y el área fuente de los sedimentos.

El análisis de la Figura 2 pone de relieve las analogías y diferencias mineralógicas generales existentes entre las secuencias estudiadas. Así,

se detecta una similitud en la composición mineralógica de "Cádiar" y "Yátor" cuyas proporciones medias son, respectivamente, las siguientes: calcita+dolomita=10%-11%, cuarzo+feldespatos=53%-55%, minerales de la arcilla=37%-35%. La composición de la secuencia de "Ugíjar" es diferente, fundamentalmente por el contenido de carbonatos (49%) y de cuarzo+feldespatos (22%); el porcentaje medio de minerales de la arcilla es de 31%, similar al de las otras secuencias.

En la Fig. 2 (a y b) se observa claramente que la secuencia de "Ugíjar" composicionalmente es diferente de las otras dos. Estos caracteres son aún más nítidos al representar la com-

**Tabla I**  
Parámetros cristaloquímicos de illita y paragonita

	d(0,0,10) I		d(0,0,10) P		$\Delta 2\theta$ I-P		b Illita (2)
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
YA-5	-	1,993	-	1,923	-	1,745	8,983
YA-4	1,995	1,994	-	1,925	-	1,745	9,002-8,986 (+)
YA-3	1,993	1,994	1,924	1,923	1,760	1,778	9,020
YA-2	1,994	1,993	1,924	1,923	1,765	1,730	9,002
$\bar{x}$	1,994	1,994	-	1,924	-	1,750	9,002-8,998 (+)
$\sigma_n$	0,001	0,0005	-	0,001	-	0,02	0,013-0,015
UG-5	1,992	1,993	1,925	1,926	1,665	1,715	9,014-8,993 (+)
UG-4	1,993	1,994	1,925	1,924	1,710	1,750	9,017-8,985 (+)
UG-3	-	1,992	-	1,923	-	1,735	9,005
UG-2	1,994	1,993	-	1,924	-	1,725	9,004
UG-1	1,994	1,993	-	1,924	-	1,720	8,995
$\bar{x}$	1,993	1,993	-	1,924	-	1,730	9,007-8,996 (+)
$\sigma_n$	0,001	0,0005	-	0,001	-	0,01	0,007-0,007
CA-4	1,993	1,992	-	-	-	-	9,003
CA-3	1,992	1,994	1,926	1,923	1,655	1,770	9,000
CA-1	1,994	1,992	-	1,923	-	1,740	8,984
$\bar{x}$	1,993	1,993	-	1,923	-	1,755	8,996
$\sigma_n$	0,001	0,001	-	0,000	-	0,02	0,008
$\bar{x}$	1,993	1,993	1,925	1,924	1,710	1,741	
$\sigma_n$	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05	0,02	

1: fracción menor de 2 micras

2: fracción 2-20 micras

(+): se indican valores máximos y mínimos debido a la probable existencia de más de una fase de illita.

I: Illita

P: Paragonita

**Tabla II**  
Cristalinidad - $\beta^{\circ}$  (20)- de illita, paragonita y clorita

	Illita		Paragonita		Clorita
	(1)	(2)	(1)	(2)	(2)
YA-5	-	0,17	-	-	-
YA-4	0,30	0,19	-	0,18	-
YA-3	0,24	0,19	0,30	0,22	0,17
YA-2	0,22	0,19	0,28	0,23	0,18
$\bar{x}$	0,25	0,19	0,29	0,21	0,18
$\sigma_n$	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01
UG-5	0,18	0,16	-	0,20	0,17
UG-4	0,27	0,20	-	0,24	0,18
UG-3	0,22	0,22	-	0,26	0,19
UG-2	0,24	0,24	-	0,38	0,26
UG-1	0,22	0,22	-	0,31	0,21
$\bar{x}$	0,23	0,21	-	0,28	0,20
$\sigma_n$	0,03	0,03	-	0,06	0,03
CA-4	0,23	0,23	-	-	-
CA-3	0,27	0,25	-	0,29	-
CA-2	0,23	-	-	-	-
CA-1	0,21	0,21	-	-	-
$\bar{x}$	0,24	0,23	-	-	-
$\sigma_n$	0,02	0,02	-	-	-

(1): fracción menor de 2 micras (2): fracción 2-20 micras

posición mineralógica media y la desviación standard para cada conjunto de minerales (Fig. 4).

Los márgenes de desviación standard son menores en la secuencia de "Ugíjar" sea cual sea el mineral considerado, y mayores para "Cádiar" y "Yátor", lo que supondría un diferente régimen de depósito en ambos casos, sobre todo por lo que se refiere a la cantidad y periodicidad de los aportes recibidos, más constantes en "Ugíjar" y con oscilaciones importan-

tes en las otras dos secuencias. El mayor contenido en calcita y dolomita en las muestras de "Ugíjar" está relacionado con la existencia de organismos (foraminíferos, lamelibranchios) más que con la mineralogía del área fuente (véase índice de detricidad, Fig. 2).

Estas ideas pueden precisarse al estudiar cuali- y cuantitativamente la mineralogía de arcillas. Los datos representados en la Fig. 3 confirman la homogeneidad señalada para la secuencia de "Ugíjar" y la similitud entre las secuencias de "Cádiar" y "Yátor". De hecho, las proporciones de minerales laminares son muy constantes en aquélla, en tanto que muestran variaciones significativas en estas. Nos referimos esencialmente a illita y esmectita dado que los porcentajes del resto de los minerales son, en general, muy constantes.

Considerando los materiales de más antiguos a más modernos puede establecerse el siguiente esquema de depósito. La sedimentación detrítica (conglomerados, arenas y arcillas de color rojo) en el muro de la secuencia de "Cádiar" (CA-1) podría corresponder a un ambiente marino que evoluciona gradualmente hacia un ambiente con influencia continental (CA-3). A techo de esta secuencia (limos micáceos, CA-4) nuevamente se deja sentir influencia marina (alto contenido de esmectitas, índice de cristalinidad de Biscaye V/P=0,90), lo que corrobora las ideas de Rodríguez Fernández (1982) en el sentido de que la transgresión se inicia ya en el Tortoniense basal y no en el Tortoniense inferior como apuntaba, entre otros, Montenat (1977).

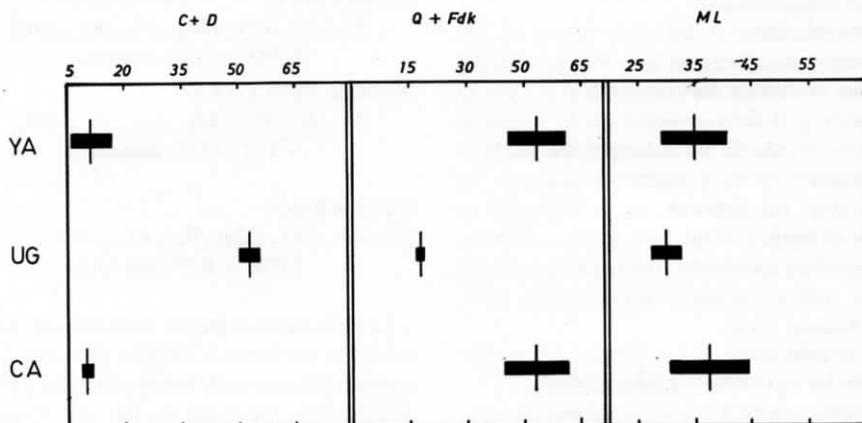


Fig. 4. Composición mineralógica media (línea vertical) de las secuencias estudiadas y desviación standard (barra horizontal) C: calcita; D: dolomita; Q: cuarzo, Fdk: feldespato potásico; ML: minerales laminares, CA: "Cádiar"; UG: "Ugíjar"; YA: "Yátor".

La sedimentación en la secuencia de "Ugíjar" corresponde a un ambiente marino, muy uniforme, en el que no existe ninguna diferencia mineralógica significativa, a excepción de lo que supone la presencia de niveles turbiditas, hacia el techo, que por su propio esquema genético removiliza sedimentación anterior con la consiguiente variación mineralógica (Fig. 3).

Los conglomerados de color rojo de la secuencia de "Yátor", discordante sobre el sustrato o sobre los materiales antes citados, corresponden a un depósito continental, de abanicos aluviales (aluvial fans) instalados en el borde de Sierra Nevada, tectónicamente muy activo en este tiempo. En el mismo ambiente se han depositado los conglomerados marrones y grises superiores, que pertenecen a una nueva generación de abanicos aluviales en los que pueden diferenciarse las facies apicales con bloques de hasta varios metros cúbicos emplazados por procesos gravitatorios, debris flow, fundamentalmente. En definitiva se trata de un régimen de depósito energético, de arrollada, en el que los materiales son depositados rítmicamente en diferentes avalanchas, similar al descrito por Ortega Huertas (1978) para la "Block Formation" en diversos sectores de la Depresión de Granada. Excepcionalmente aparece en la secuencia de "Yátor" algún nivel (YA-4) cuya composición mineralógica cuantitativa es sensiblemente diferente a la media; se trata de niveles de margas que no constituyen la matriz del conglomerado y que pueden, lo más probablemente, proceder de niveles inferiores de la secuencia que han sido arrastrados en el depósito del conglomerado.

El establecimiento del *área fuente* de los sedimentos estudiados en este trabajo y de los *procesos evolutivos* experimentados durante el transporte y la sedimentación, se ha realizado mediante el estudio de determinados parámetros cristalográficos y cristalquímicos de los filosilicatos. En concreto, en la Tabla III se resume el análisis comparado de las secuencias estratigráficas estudiadas y las rocas de las áreas fuentes más probables (Martín Ramos, 1977; Nieto García, 1983).

Del estudio detallado de dichos datos se desprenden las siguientes consideraciones:

1. Existe analogía entre los valores de espaciado basal de la illita de los sedimentos estudiados y de las rocas de los Complejos Nevado Filábride y Alpujárride, por lo que dicho pará-

metro aisladamente no permite establecer si ha existido una influencia mayoritaria de alguno de dichos Complejos. El espaciado basal de la paragonita restringe el área de influencia a las rocas del Complejo Nevado Filábride, al no coincidir en su totalidad con los valores correspondientes a filitas del Complejo Alpujárride.

2. De acuerdo con el incremento angular illita-paragonita, aparecen como probables áreas de influencia las constituidas por rocas del Complejo Nevado Filábride (manto del Veleta, únicamente) y las filitas del Complejo Alpujárride.

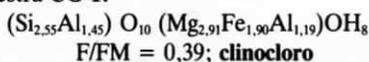
3. Los valores de  $b_0$  de la illita corresponden, en general, a los márgenes atribuidos a las rocas del Complejo Nevado Filábride, especialmente a las del manto del Veleta. Excepcionalmente (muestra YA-3) aparecen valores asimilables a filitas alpujárrides.

4. Los espaciados basales de clorita son comparables a los de las rocas del Complejo Nevado Filábride, siendo bastante diferentes de los atribuidos a las del Complejo Alpujárride.

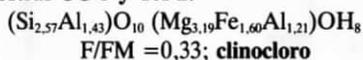
De todo lo anterior se puede establecer que el campo de coincidencia de los diversos parámetros analizados confluye en las rocas del Complejo Nevado Filábride, sobre todo en los micasquistos grafitosos del manto del Veleta, como área fuente más influyente.

El estudio de la composición química de las cloritas proporciona datos que avalan lo establecido con anterioridad. En las muestras en que ha sido posible se ha estudiado su composición, que ha resultado la siguiente:

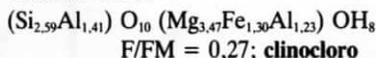
#### Muestra UG-1:



#### Muestras UG-5 y YA-2:



#### Muestra YA-3:



Las relaciones entre el contenido en  $\text{Al}^{\text{IV+VI}}$ , calculado mediante la fórmula de Albee (1962) a partir del espaciado basal, y el valor F/FM se ajustan con fidelidad a las del Complejo Nevado Filábride y, en cambio, se alejan sensiblemente de las del Complejo Alpujárride, ambas definidas por Nieto García (1983). En

**Tabla III**

Comparación de parámetros de ilita, paragonita y clorita en rocas de los Complejos Nevado Filábride y Alpujárride y sedimentos neógenos

	d(0,0,10) I	d(0,0,10) P	$\Delta 2\theta$ I-P	$b_o$ I	d(001)Chl
<b>C. Nevado Filábride</b>					
M. Veleta (micasquistos grafitosos)	1,990-2,000 (1,996)	1,920-1,930	1,7-1,85	8,98-9,00	14,13-14,31 (1)
M. Mulhacén (micasquistos Fd y anfibólicos, mármoles, gneises, anfíbolitas)	1,986-2,000 (1,993)	1,922-1,935	1,5-1,7	8,96-9,03	14,13-14,31 (1)
<b>C. Alpujárride</b>					
Filitas	1,986-2,000 (1,995)	1,925-1,930	1,68-1,80 (2) 1,63-1,78 (3)	8,97-9,01 (2) 8,993-9,027 (3)	14,10-14,15
Micasquistos	1,990-1,998 (1,995)	no existe	-----	8,96-9,01	14,08-14,12
Sedimentos estudiados en este trabajo (4)	1,992-1,994 (1,993)	1,923-1,926 (1,924)	1,72-1,78 (1,741)	8,983-9,02	14,15-14,16
I: Ilita      P: Paragonita      Chl: Clorita ( ): valores medios de espaciado basal de ilita (1): incluye espaciados basales medidos directamente y otros calculados a partir de datos de microsonda, mediante la ecuación de Albee (1962) (2): datos de Martín Ramos (1976) (3): datos de Nieto García (1983) (4): medidas realizadas en la fracción 2-20 micras					

efecto, para su contenido de  $Al^{IV+VI} = 2,64$  correspondería un valor de  $F/FM = 0,38$  ó  $0,15$ , según la relación del Complejo Nevado Filábride o Alpujárride respectivamente.

Para la consideración de los procesos evolutivos experimentados por los minerales durante su transporte y sedimentación se han tenido en cuenta los siguientes parámetros: espaciado basal y cristalinidad de micas y clorita, contenido en hierro de la clorita y los valores de  $b_o$  de la ilita (Tablas I y II, Fig. 5).

Los espaciados basales de ilita, paragonita y clorita son muy constantes, sobre todo en la fracción limo. Únicamente la paragonita presenta pequeñas variaciones explicables por procesos de movilización de sodio durante el transporte, al ser esta la mica más sensible a los procesos de alteración.

Igualmente, aunque se aprecia variación en el contenido en hierro de la clorita (1,3 a 1,9 átomos, Fig. 5), dicho margen es muy exiguo si se compara con los encontrados en cloritas de metapelitas béticas (0,8-3,5 átomos) (Nieto García, 1983) e incluso en sedimentos postorogénicos de las Depresiones de Granada y Guadix-Baza (0,5-3 átomos) (Nieto García et al. 1980).

No obstante lo indicado anteriormente se aprecian variaciones notables en el índice de cristalinidad de los filosilicatos y en el parámetro  $b_o$  de la ilita, diferenciándose dos zonas: una primera, que incluye las muestras de "Cádiar" y la parte basal de "Ugíjar", y una segunda que agrupa el techo de "Ugíjar" y la secuencia de "Yátor" (Fig. 5). En la primera de dichas zonas (hasta la muestra UG-3) la cristalinidad de ilita

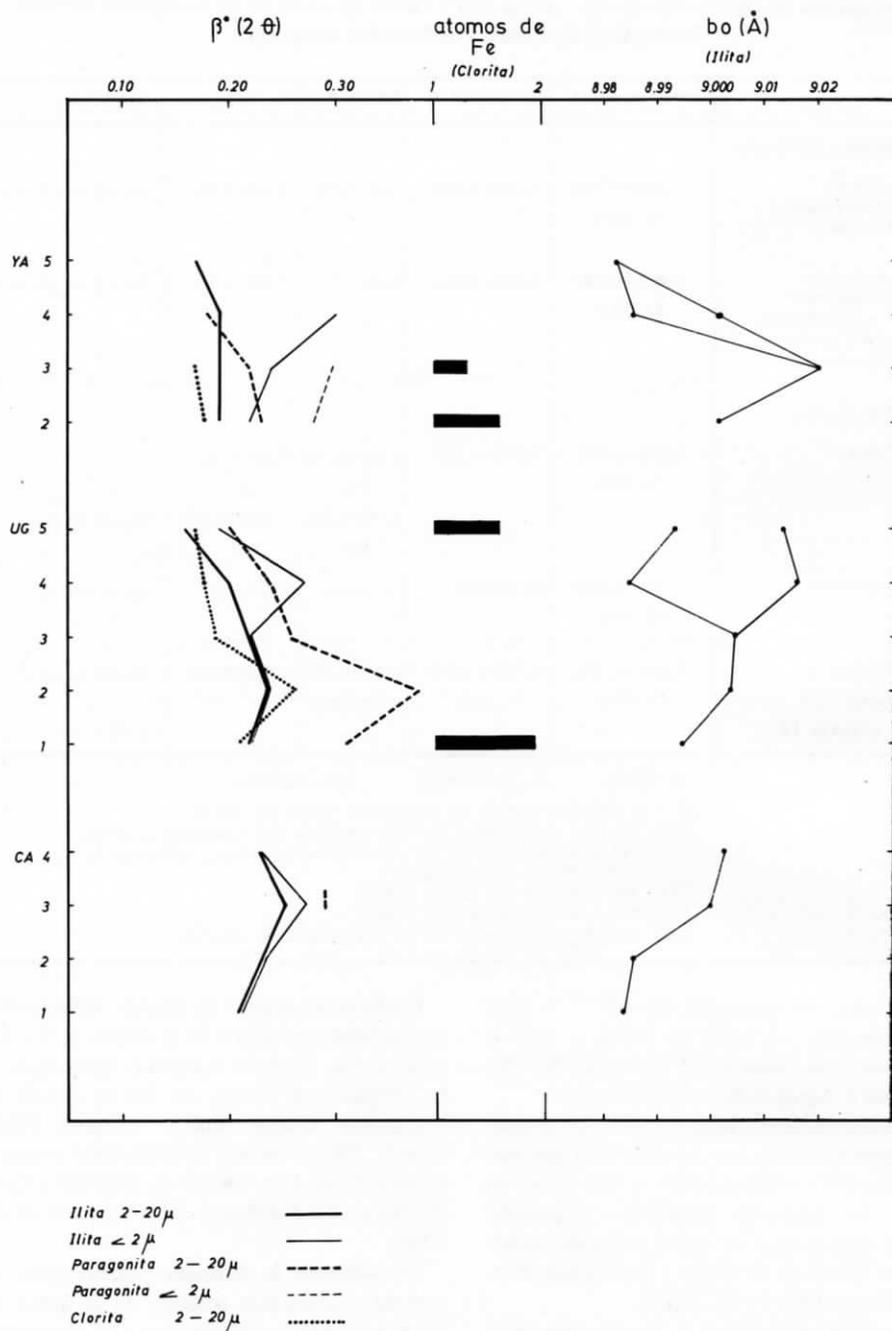


Fig. 5. Cristalinidad de ilita, paragonita y clorita; contenido en hierro de la clorita y b de la ilita. Variación de las secuencias estudiadas. CA: "Cádiar"; UG: "Ugíjar"; YA: "Yátor".

y paragonita tiende a aumentar y, sobre todo, dicha tendencia es paralela en las fracciones arcilla y limo. A partir del nivel UG-3 y hasta el final de la serie (YA-5) la fracción limo presenta valores cada vez más cristalinos (tamaños de cristalino superiores a 1000 Å) en tanto que la fracción arcilla evoluciona en sentido divergente. La cristalinidad de la clorita, medida en la fracción limo, manifiesta una tendencia creciente hacia el techo a lo largo del conjunto de sedimentos estudiados.

Este cambio de tendencia coincide, asimismo, con una modificación apreciable del parámetro  $b_0$  de la illita. Así, mientras que en la parte basal de la serie presenta valores bien definidos para cada muestra, en la zona superior aparece una gama de valores según se aprecia en la reflexión (060) habiéndose representado, en tales casos, los valores máximo y mínimo posibles (Fig. 5).

Pues bien, la consideración conjunta de todos los hechos señalados nos hace pensar en un área fuente (indicada anteriormente) homogénea desde el punto de vista litológico con algunos aportes esporádicos de otras; en procesos de erosión y meteorización no muy intensos así como en la ausencia de fenómenos sin- o post-

sedimentarios significativos, de tal modo que sólo se han modificado algunas de las características cristalográficas y cristal químicas respecto de las originales presentes en las rocas del área fuente. Lo anterior ha de entenderse con carácter general para las secuencias estudiadas. No obstante, es justamente a partir del momento en que actúan los accidentes que limitan la cuenca cuando aparecen las divergencias reseñadas (cristalinidad,  $b_0$ ). Este momento, iniciado con la existencia de niveles de turbiditas en el techo de la secuencia de "Ugíjar" (a partir del nivel UG-3) continúa en "Yátor" con la instalación, como ya se ha apuntado, de un régimen continental de alta energía en el que se depositan niveles de conglomerados, esencialmente. La mecánica de este tipo de depósito explicaría las diferencias antes reseñadas. Un criterio adicional a considerar sería la disminución, si bien pequeña, del contenido en hierro de las cloritas a techo de "Ugíjar" y en la secuencia de "Yátor", determinada por este tipo de depósito, de acuerdo con el esquema propuesto por Liebling y Scherp (1976, 1980) y por Nieto García y Rodríguez Gallego (1981), y descrito de forma mucho más patente en la Depresión de Granada (Ortega Huertas, 1978; Nieto García et al., 1980).

## REFERENCIAS

- Albee, A. L. (1962). *Relationship between the mineral association chemical composition and physical properties of the chlorites series*. Amer. Min. 47, 851-870.
- Bailey, S. W. (1980). *Summary of recommendations of AIPEA nomenclature committee*. Clay Min., 15, 85-93.
- Barahona, E. (1974). *Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada: evaluación de algunos ensayos de materias primas*. Tesis Doctoral. Sec. Publ. Univ. Granada. 398 pp.
- Cuevas, F.; Martín Penela, A.; Rodríguez Fernández, J.; Sanz de Galdeano, C. et Vera, J. A. (1984). *Première datation du Turolien à la base de la Formation de Guadix (Secteur d'Abla, Almería, Espagne)*. Geobios, 17.3, 355-361.
- Estévez, A.; González Donoso, J. M.; Linares, D.; López Garrido, A. C.; Rodríguez Fernández, J.; Sanz de Galdeano, C. y Serrano, F. (en prensa). *El neógeno del Valle de los Guájares (Cordilleras Béticas, Granada)*. Mediterránea.
- Klug, H. P. and Alexander, L. E. (1954). *X-ray diffraction procedures*. J. Wiley and Sons, Inc. New York.
- Liebling, R. S. and Scherp, H. S. (1976). *Chlorite and mica as indicators of depositional environment and provenance*. Bull. Geol. Soc. Am., 87, 513-514.
- Liebling, R. S. and Scherp, H. S. (1980). *Chlorite and mica as indicators of provenance*. Clays and Clay Min., 28-3, 230-232.
- Martin Ramos, J. D. (1976). *Las micas de las Cordilleras Béticas (Zonas Internas)*. Tesis Doctoral. Univ. Granada, 244 pp.
- Montenat, C. (1977). *Les Bassins néogènes du Levant d'Alicante et de Murcia (Cordillères Bétiques orientales-Espagne)*. Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, 69, 345 pp.
- Nieto García, F. (1983). *Las cloritas de las Cordilleras Béticas*. Tesis Doctoral. Secret.

- Publ. Univ. Granada. 249 pp.
- Nieto Garcia, F.; Ortega Huertas, M. y Sebastián, E. (1980). *Cloritas en sedimentos postorogénicos de las Depresiones de Granada y Guadix-Baza*. Estudio cristalquímico. Est. Geol., 36, 111-121.
- Nieto Garcia, F.; Martín Ramos, J. D.; López Aguayo, F. y Rodríguez Gallego, M. (1980). *Relación entre las intensidades de las reflexiones basales y el contenido y distribución de átomos pesados en cloritas*. Cuad. Geol. 11, 31-40.
- Nieto Garcia, F. y Rodríguez Gallego, M. (1981). *Alteración experimental de cloritas*. Acad. Ciencias Mat., Físico-Quím. y Nat. de Granada, 1, 108-124.
- Nieto Garcia, F. y Rodríguez Gallego, M. (1983). *Metodología para el estudio la clorita en rocas metamórficas*. Rendiconti Soc. Italiana di Miner. e Petrologia. 38(3), 1429-1436.
- Ortega Huertas, M. (1978). *Mineralogía de la Block Formation*. Depresión de Granada. Tesis Doctoral. Secret. Publ. Univ. Granada. 497 pp.
- Rodríguez Fernández, J. (1982). *El Mioceno del sector Central de las Cordilleras Béticas*. Tesis Doctoral. Secret. Publ. Univ. Granada. 224 pp.
- Sanz de Galdeano, C; Rodríguez Fernández, J. and López Garrido, A. C. (en prensa). *A strike-slip fault corridor within the Alpujarra Mountains (Betic Cordilleras, Spain)*. Geologische Rundschau.
- Schultz, L. G. (1984). *Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierce Shale*. Geol. Surv. Prof. Paper. 391-C.
- (Trabajo financiado por la CAICYT como parte del Proyecto: "El borde Mediterráneo español: evolución del orógeno bético y geodinámica de las Depresiones Neógenas del SE Peninsular"
- "Manuscrito revisado y aceptado, 31 Julio 1985".