

Yesos diagenéticos en la Depresión de Granada (*)

por

C. J. Dabrio (**) y J. M. Martín (***)

RESUMEN.

Las variedades de yeso diagenético más abundantes en la Depresión de Granada son las siguientes: yeso microcristalino de color crema que corresponde a calizas lacustres reemplazadas sinsedimentariamente; yeso alabastrino resultado de la transformación (vía anhidrita) de los yesos primarios existentes (selenitas y yesos turbidíticos) y, finalmente, yeso fibroso que rellena grietas paralelas a la estratificación y fracturas tectónicas más tardías.

ABSTRACT.

The most important varieties of diagenetic gypsum found in the Granada basin are: microcrystalline brownish gypsum which correspond to lacustrine limestones that were sinsedimentary replaced; alabastrine gypsum which is the result of the transformation (via anhydrite) of the primary gypsums represented in the Granada basin (selenitic gypsum and gypsiferous turbidites) and, finally, a fibrous gypsum which fill in veins parallel to rock laminations and laterformed tectonic fractures.

INTRODUCCIÓN.

La existencia de yeso, en especial alabastro, en la Depresión de Granada es un hecho bien conocido. A partir del estudio de las rocas evaporíticas en zonas en las que se conservan las estructuras originales, pueden diferenciarse dos unidades, cuya edad es messiniense s. l. (DABRIO *et al.*, *in litt.*) (fig. 1). La inferior se caracteriza por yeso selenítico (y halita) depositado en medio marino, mientras que la superior incluye yeso turbidítico depositado en medio lacustre. Ambos tipos de yeso sufren transformaciones diagenéticas que destruyen totalmente las texturas y estructuras originales.

Existen otros tipos de yesos diagenéticos no asimilables a los anteriores, tales como los bancos masivos de Alfacar y los yesos fibrosos que rellenan grietas y fracturas, que también se van a considerar.

El propósito de este trabajo es describir e interpretar la génesis de los diversos tipos de yesos diagenéticos de la Depresión de Granada, establecer las secuencias

(*) Trabajo realizado dentro del proyecto "El borde mediterráneo español. Evolución del orógeno bético y geodinámica de las cuencas neógenas" (C. S. I. C. y Comisión Asesora Científica y Técnica).

(**) Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca.

(***) Departamento de Estratigrafía, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. Departamento de Investigaciones Geológicas, C. S. I. C., Granada.

de transformaciones en función de las condiciones fisicoquímicas y situarlos en el marco de la evolución geodinámica de la cuenca, facilitando así los estudios ulteriores de las facies evaporíticas de la cuenca de Granada. Para ello se han diferenciado dos grupos de yesos diagenéticos: los que proceden de transformaciones *in situ* de otros materiales anteriores y los que se forman por removilización y precipitación en otros lugares.

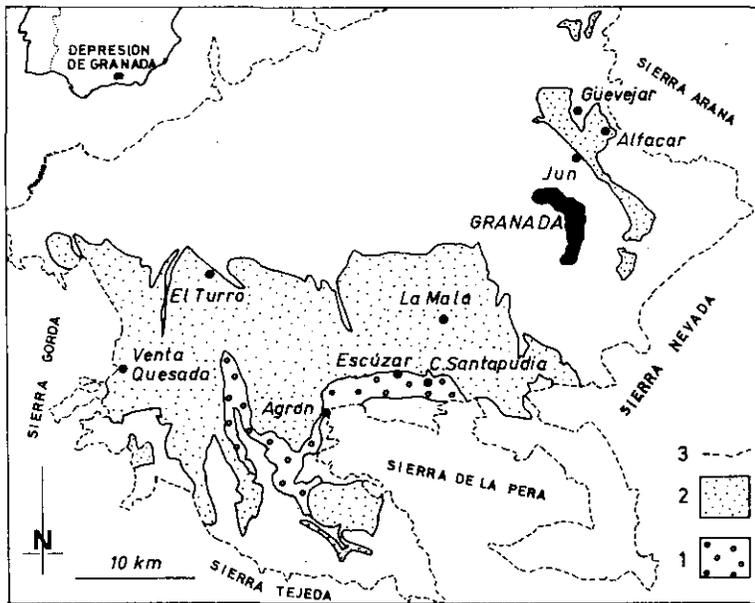


Fig. 1.—Afloramientos de rocas messinienses en la Depresión de Granada. Leyenda: (1) Unidad inferior; (2) Unidad superior; (3) Límites actuales de la Depresión.

TRANSFORMACIONES DIAGENÉTICAS "IN SITU".

Pueden realizarse sobre yeso o carbonato.

Transformaciones de yeso.

El yeso original de las dos unidades evaporíticas messinienses sufre diversas transformaciones *in situ*. El yeso primario más representativo de la unidad evaporítica inferior es selenítico y se presenta en bancos de 10-15 centímetros, que alternan con capas finas de lutitas y/o carbonatos, aunque, localmente, se encuentran secuencias de yeso balatino en la base y selenítico a techo (DABRIO *et al.*, *in litt.*). En la unidad evaporítica superior, por el contrario, el tipo de yeso más representativo es gipsarenita turbidítica, en capas menores de 5 centímetros de espesor, que alternan con lutitas, si bien existen otros tipos muy minoritarios, tales como los crecimientos lenticulares en el seno de arcillas y algunas capas finas de yeso balatino (DABRIO *et al.*, *in litt.*).

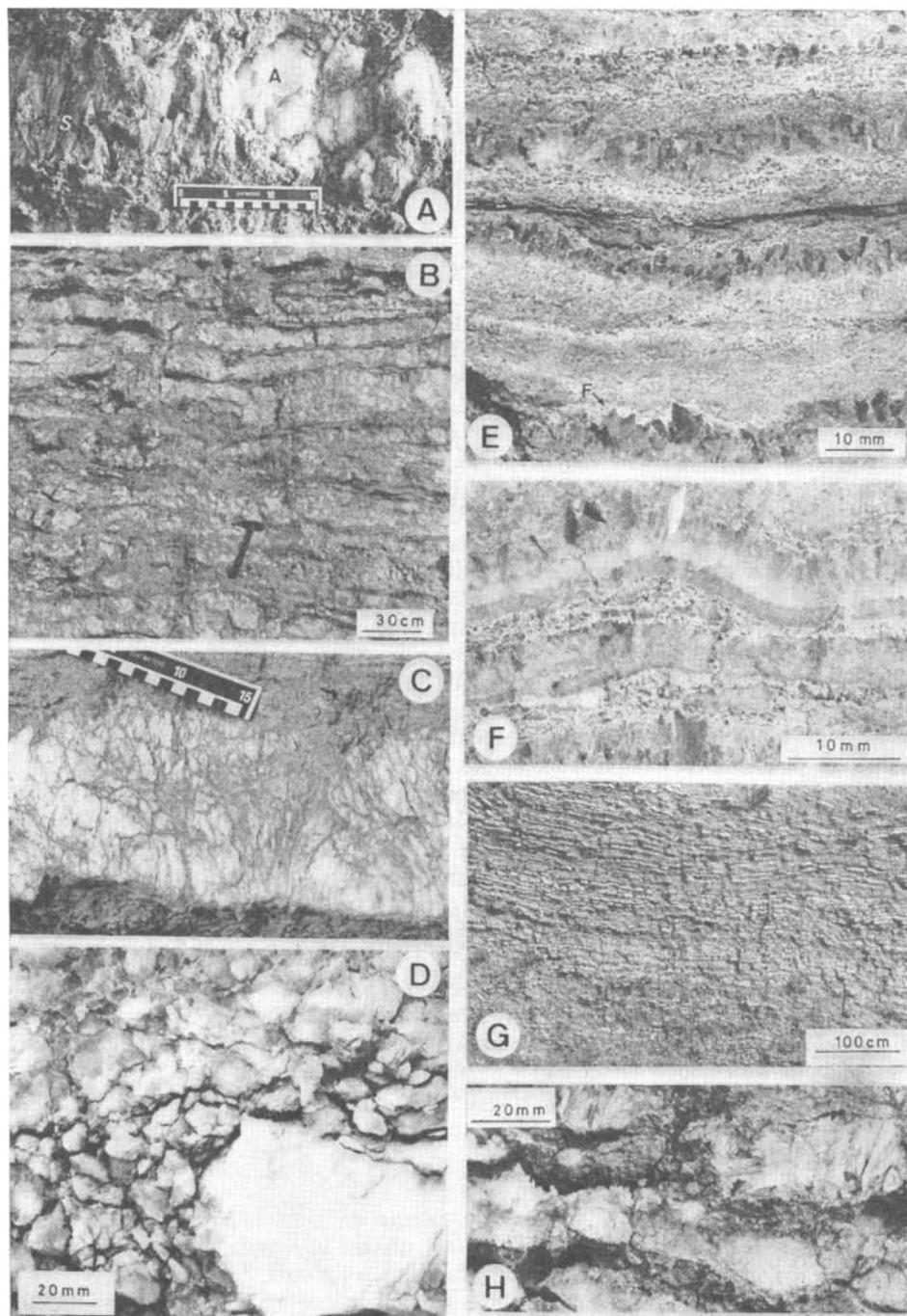


Fig. 2.—A. Yeso selenítico (S) parcialmente transformado en alabastro (A), Agrón.—B. Bancos de alabastro microcristalino de la unidad evaporítica inferior (U. E. I.), Agrón.—C. Detalle de la anterior.—D. Recristalización supergénica de alabastro, Escúzar.—E. Yeso turbidítico con los intervalos más groseros recristalizados en punta de flecha (F). Unidad evaporítica superior (UES), El Turro.—F. Yeso turbidítico de la UES parcialmente transformado en bandas alabastro, El Turro.—G. Capas de alabastro de la UES (La Malá). Compárese el espesor de las capas con los de la fotografía B.—H. Alabastro fibroso (UES), La Malá.

Ambos tipos de yeso se transforman en alabastro (fig. 2). El proceso genético de transformación es bien conocido (MURRAY, 1964; SAN MIGUEL y ORTI CABO, 1973; ORTI CABO, 1977), e incluye varios pasos: primero, el depósito de yeso, luego la transformación en anhidrita y, finalmente, en alabastro. La presencia de abundantes relictos de anhidrita (ROUCHY y PIERRE, 1979) confirma esta suposición.

De acuerdo con las ideas de estos autores, la transformación básica, yeso-anhidrita, se produjo muy probablemente por aumento de presión y cambio de las condiciones fisicoquímicas durante el soterramiento, siendo, pues, función de la carga litostática. Ello explica el diverso grado de conservación de las estructuras originales en las distintas partes de la Depresión de Granada y, paralelamente, la destrucción total en otras, dado que la carga litostática fue mínima en los bordes de ella (El Turro, Venta Quesada, Gúevejar, Alfacar, etc.), mientras que hacia el centro, el soterramiento fue mayor y allí las texturas originales se han destruido por completo (Agrón, Escúzar, La Malá, etc.).

El paso anhidrita-alabastro se produjo en una etapa más tardía y está ligado a la exhumación de las rocas evaporíticas. Dicha exhumación debió ser rápida debido a la activa neotectónica de la depresión (SANZ DE GALDEANO, 1978, 1980), de ahí que el alabastro sea microcristalino. Localmente (La Malá), se encuentra alabastro fibroso (en el sentido de OGNIBEN, 1957) en algunas capas de la unidad evaporítica superior (fig. 2H).

La transformación del yeso selenítico de la unidad evaporítica inferior en anhidrita se llevó a cabo por un proceso de nodulización progresiva: aparecen nódulos en el seno de los grandes cristales que, por coalescencia, acaban dando bancos (actualmente de alabastro) de 10-15 centímetros de espesor (figs. 2A, 2B y 2C).

En las gipsarenitas de la unidad evaporítica superior es frecuente que se produzca una recristalización previa de los intervalos más groseros (Ta de Bouma), dando un nivel de cristales en punta de flecha (fig. 2E). La transformación en anhidrita se produjo inicialmente a favor de ciertas láminas, que fueron ensanchándose hasta abarcar la capa completa (fig. 2F). El resultado final es la formación de capas de alabastro de 3-5 centímetros de espesor (fig. 2G), lo cual permite diferenciarlas de las procedentes de la transformación de la unidad evaporítica inferior, que son más gruesas (figs. 2B y 2C).

El último paso de esta serie de transformaciones consiste en la recristalización del alabastro y en la aparición de grandes cristales de yeso (fig. 2D). Este proceso se da de forma local (Escúzar) y es muy tardío.

Transformaciones de calizas.

Las transformaciones diagenéticas de calizas en yeso se encuentran especialmente bien representadas en Alfacar en una unidad integrada por bancos de yeso masivo de color crema, que alternan con arcillas o lignitos, cuya edad es algo más antigua que la de la unidad evaporítica superior, y que a veces presentan relictos calizos sin transformar.

Los materiales de esta unidad se ordenan en secuencias sedimentarias que comprenden de muro a techo: (1) lechos de arcilla carbonosa o lignito; (2) niveles de yeso nodular, más abundantes hacia arriba, cuya matriz es, generalmente, arcilla carbonosa (fig. 3A); (3) bancos de yeso masivo con niveles de gasterópodos de

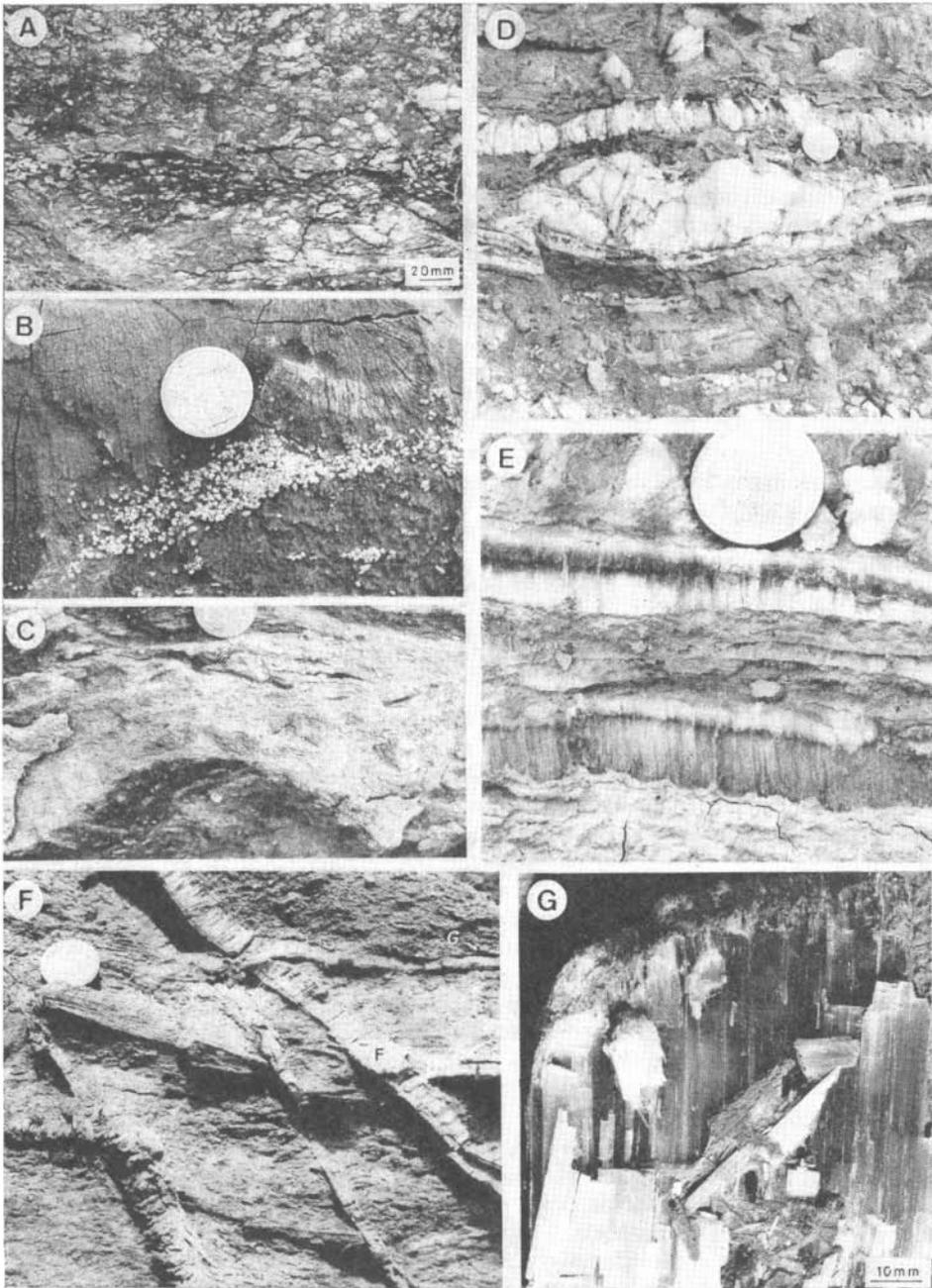


Fig. 3.—A. Nódulos de yeso en el seno de arcilla carbonosa. Alfacar.—B. Yeso crema microcristalino con gasterópodos. Alfacar. Diámetro de la moneda, 22 milímetros.—C. Domo estromatolítico reemplazado por yeso.—D. Yeso fibroso rellenando grietas paralelas a la estratificación asociadas a una unidad con nódulos de alabastro. La Malá.—E. Detalle de los rellenos de grietas. La Malá.—F. Yeso fibroso que rellena fracturas de origen tectónico (F) que cortan las grietas paralelas a la estratificación (G). La Malá.—G. Yeso fibroso de relleno de fracturas. Detalle. Jun.

pequeño tamaño (fig. 3 B); (4) niveles de yeso con laminación fina horizontal o en forma de domos (fig. 3 C).

Estas secuencias se interpretan como un depósito marginal muy somero de lago de agua dulce, con abundante vegetación, donde vivían gasterópodos, entre otros: *Succinea* sp., *Coretus* sp., *Valvata* sp., *Pseudoamnicola* sp., *Hidrobiidae*s, etc. (determinaciones de R. Alonso). Incrementos periódicos y progresivos en la concentración del medio provocaban la muerte de dichos organismos y la aparición a techo de niveles laminados (estromatolitos de algas) y, finalmente, la sustitución del carbonato por sulfuro. Es posible que la abundancia de materia orgánica favoreciera esta sustitución en detrimento de la precipitación directa de sulfatos.

La aparición en este sector de niveles arcillosos rojos a techo y a muro de esta unidad permite correlacionarla con las series de La Malá (DABRIO *et al.*, 1972) y de Santapudia (SANZ DE GALDEANO *et al.*, 1976). Los yesos de Alfacar se interpretan como un equivalente marginal de las turbiditas de La Malá. El carácter marginal de la serie ha favorecido la conservación de las texturas originales del yeso. Los nódulos de yeso del término (2) de la secuencia se produjeron, probablemente, en la diagénesis tardía por removilización de lechos finos, más o menos continuos, y precipitación alrededor de ciertos núcleos que, probablemente, fueron los rellenos internos de gasterópodos.

REMOVILIZACIONES.

Los yesos fibrosos deben su origen a removilizaciones diagenéticas del sulfato cálcico y precipitación en otros lugares, esencialmente grietas paralelas a las superficies de estratificación y fracturas.

El relleno de grietas paralelas a la estratificación se hace por yeso (figs. 3 D y 3 E). Dichas grietas están íntimamente asociadas a los niveles de yeso alabastrino (fig. 3 D), siendo esta relación no sólo espacial, sino genética, ya que la transformación de anhídrita en alabastro, por tratarse de un reemplazamiento isovolumétrico (SHEARMAN *et al.*, 1972), produce un excedente de sulfato cálcico hidratado que puede ser eliminado parcialmente por precipitación en las discontinuidades de las rocas adyacentes (ORTI CABO, 1977).

Las grietas paralelas a la estratificación se producen como consecuencia de la disminución de la carga litostática durante la exhumación (mecanismo sugerido por MOSSOP y SHEARMAN, 1973, y ORTI CABO, 1977) al tiempo de la conversión anhídrita-yeso alabastrino, de ahí que este tipo de rellenos aparezca asociado a niveles que han sufrido intensas transformaciones relacionadas, a su vez, a enterramientos relativamente importantes, es decir, en aquellas partes de la cuenca donde se ha movilizado mucho sulfato cálcico y se han producido abundantes grietas de descompresión (La Malá, etc.). Por el contrario, son muy escasas en las áreas marginales y poco transformadas de la cuenca.

Una variante es el crecimiento hacia arriba o hacia abajo de una sola familia de cristales fibrosos a partir de capas de yeso turbidítico más o menos transformado y que son frecuentes en La Malá.

Otros tipos de yesos fibrosos cristalizan a lo largo de las superficie de fracturas, de origen tectónico, en una etapa más tardía que la anterior (figs. 3 F y 3 G). Los cristales crecen primero hacia el centro de la fractura y luego lo hacen oblicuamente a ella, deformados durante el crecimiento por el movimiento relativo de los labios de falla.

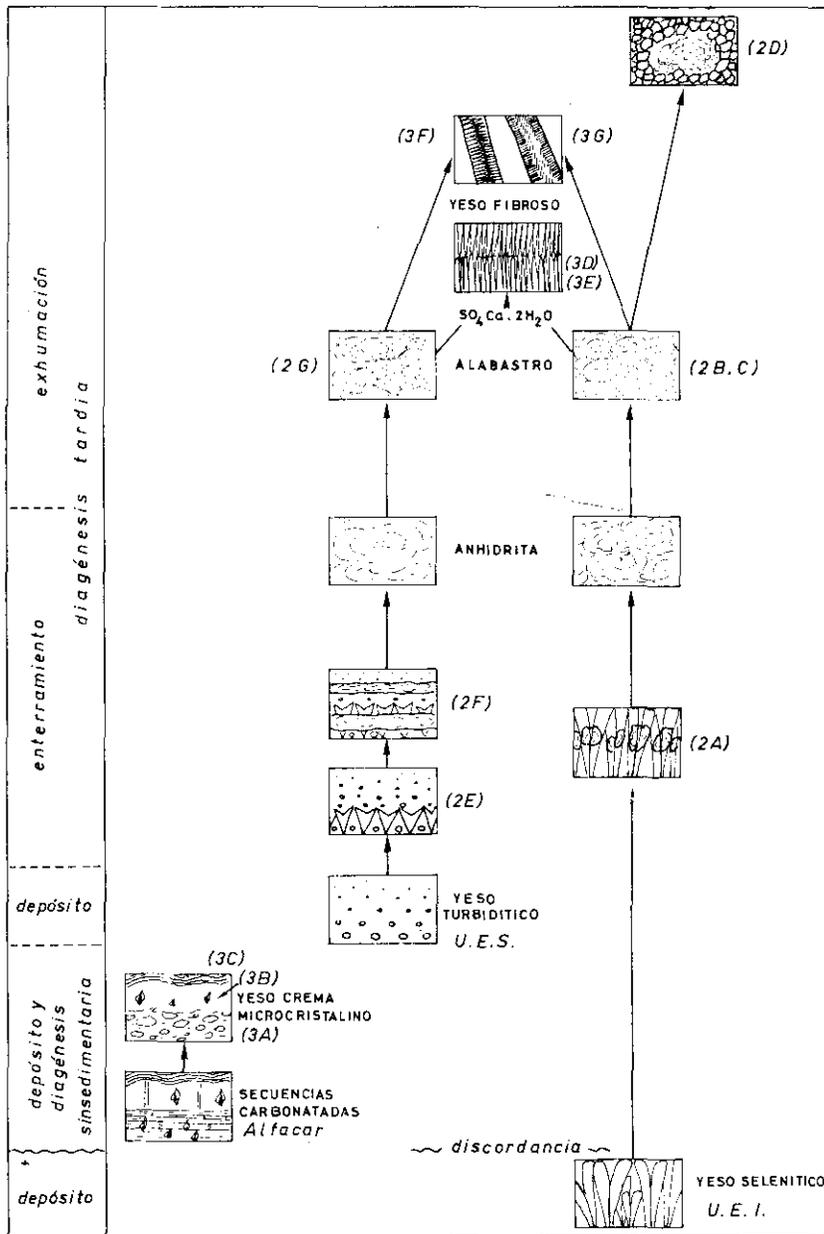


Fig. 4.—Sucesión de los acontecimientos diagenéticos estudiados. La transformación de las calizas de la unidad de alfaca en yeso crema tiene lugar en la diagénesis sinsedimentaria. El resto de los procesos acontecen en la diagénesis tardía. Tanto los yesos seleníticos de la Unidad Evaporítica Inferior (U.E.I.) como los turbidíticos de la Unidad Evaporítica Superior (U.E.S.) se transforman en alabastro (vía anhidrita). La transformación yeso primario-anhidrita-alabastro tiene lugar en la U.E.I. mediante un proceso de nodulización progresiva. En la U.E.S. se hace inicialmente a favor de ciertas bandas que al extenderse verticalmente terminan por hacerse coalescentes, abarcando toda la capa turbidítica. La transformación anhidrita-alabastro se produce durante la exhumación. El excedente de yeso producido en dicha transformación rellena grietas horizontales paralelas a la estratificación que abren también en la exhumación por descompresión. Por último, hay relleno de fracturas tectónicas por yeso fibroso y alteración supergénica del alabastro de la U.E.I. que da megacrístales. Entre paréntesis se indican las siglas correspondientes a las fotografías que ilustran cada uno de los procesos.

CONCLUSIONES.

Tanto los yesos primarios (selenitas y turbiditas yesíferas) de las dos unidades evaporíticas messinienses (s.l.) de la Depresión de Granada como algunos niveles de calizas lacustres intercaladas entre ellos sufren importantes transformaciones en el curso de la diagénesis.

Las calizas son reemplazadas sinsedimentariamente por yeso. La sucesión sedimentaria representada de muro a techo, en cada uno de los ciclos de la unidad que incorpora dichas calizas (lignitos-calizas micríticas con gasterópodos-estromatolitos) refleja un incremento progresivo de la salinidad que culmina con el reemplazamiento, por yeso, de dichos carbonatos antes del desarrollo de un nuevo ciclo.

Los yesos primarios se transforman en alabastro. Dicha transformación se supone aconteció, vía anhidrita, en el curso de la diagénesis tardía y abarca un doble proceso, consecuencia de un soterramiento importante y de una exhumación rápida, respectivamente; esta última por causa de la activa neotectónica de la depresión. Ligado al último de dichos procesos hay desarrollo de yesos fibrosos que rellenan grietas paralelas a la estratificación (que se abren por descompresión durante la exhumación) y que corresponden al excedente de sulfato cálcico hidratado que se origina en el curso de la transformación anhidrita-yeso alabastrino. Los rellenos de yeso fibroso en fracturas tectónicas corresponden a removilizaciones más tardías.

Todos estos procesos, así como algunos otros de carácter más secundario y local que también acontecen, tales como la recristalización en puntas de flecha de los intervalos más groseros de las turbiditas yesíferas y la recristalización tardía del alabastro, se esquematizan gráficamente en la figura 4, de acuerdo con su ordenación temporal.

(Recibido el 17 de marzo de 1982.)

(Aceptado el 12 de abril de 1982.)

BIBLIOGRAFÍA.

- DABRIO, C. J., GARCÍA YEBRA, R., GONZÁLEZ DONOSO, J. M. y VERA, J. A.
1972. Turbiditas asociadas a evaporitas (Mioceno, La Malá, Depresión de Granada). *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 3, págs. 139-164.
- DABRIO, C. J., MARTÍN, J. M. y MEGÍAS, A.
1982. Signification sédimentaire des évaporites de la depression de Grenade (Espagne). *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.* (en prensa).
- MOSSOP, D. G. y SHEARMAN, D. J.
1973. Origin of secondary gypsum rocks. *Trans. Inst. Min. Metall.*, B, 82, págs. 147-154.
- MURRAY, G.
1964. Origin and diagenesis of gypsum and anhydrite. *Jour. Sediment. Petrol.*, 34, páginas 512-523.
- OGNIBEN, L.
1957. Secondary gypsum of the Sulphur series, Sicily and the so-called integration. *Jour. Sediment. Petrol.*, 27, págs. 64-79.
- ORTI CABO, F.
1977. Aproximación al estudio petrográfico de las microestructuras de las rocas de yeso secundario y a su origen. *Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Provincial. Univ. Barcelona*, 32, págs. 87-152.
- SAN MIGUEL, A. y ORTI CABO, F.
1973. Procesos porfiroblásticos en yesos. *Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Provincial. Univ. Barcelona*, 23, págs. 15-44.

- ROUCHY, J. M. y PIERRE, C.
1979. Données Sédimentologiques et isotopiques sur les gypses des séries évaporitiques messiniennes d'Espagne méridionale et de Chypre. *Rev. Géol. Dyn. et Géog. Phy.*, 21, 4, págs. 267-280.
- SANZ DE GALDEANO, C.
1978. Datos sobre las deformaciones neógenas y cuaternarias del sector del Padul (Granada). En: Reunión sobre la geodinámica de la Cordillera Bética y Mar de Alborán. *Secr. Pub. Univ. Granada*, págs. 197-218.
1980. La neotectónica del norte de la Depresión de Granada. *Estudios Geol.*, 36, páginas 255-261.
- SANZ DE GALDEANO, C., ORTEGA HUERTAS, M. y ARANA, R.
1976. Nuevo yacimiento de celestina en la Depresión de Granada. Estudio geológico y mineralógico. *Estudios Geol.*, 32, págs. 435-442.
- SHEARMAN, D. J., MOSSOP, D. G., DUNSMORE, J. y MARTÍN, T.
1972. Origin of gypsum veins by hydraulic fracture. *Trans. Int. Min. Metall.*, B, 789, págs. 149-155.