

IDENTIFICACION DE DOLOMITA EN ZONAS SEMIARIDAS DE LA DEPRESION DEL DUERO

M.^a J. Martínez Lope, A. Pinilla y J. Benayas

Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC. Serrano, 115 dpdo. 28006. Madrid.

RESUMEN

Se ha observado dolomita en un perfil de un suelo sódico salino, en la depresión del Duero.

Dos generaciones de dolomita se han diferenciado, una de composición estequiométrica (agregados policristalinos con algunas caras bien desarrolladas) y otra de composición casi estequiométrica (agregados policristalinos que corresponden a dolomita con hueco o zonada). El tamaño es de limo y arcilla gruesa.

Se atribuye a la dolomita un origen diagenético, por precipitación directa de los fluidos de poro del sedimento en una diagénesis temprana, influenciada por la salinidad.

Palabras clave: Dolomita. Textura. Origen. Solonchack.

SUMMARY

DOLOMITE IDENTIFICATION IN SEMI - ARID ZONES OF THE DOURO BASIN (SPAIN)

Dolomite has been observed in a saline sodium soil profile, in the Douro basin.

Two generations of dolomite have been differentiated, one with stoichiometric composition (polycrystalline aggregates with some well - developed surfaces) and another with nearly stoichiometric composition (polycrystalline aggregates, which correspond to zoned or hollow dolomite). The dolomite size belongs to the silt and coarse clay fractions.

A diagenetic origin is attributed to dolomite, by direct precipitation of the sediment pore fluids in an early diagenesis, influenced by salinity conditions.

Key words: Dolomite. Texture. Origin. Solonchack.

INTRODUCCION

En el transcurso del estudio de suelos de los humedales de la depresión del Duero (De la Cruz *et al.*, 1989) llamó la atención, en Aldeamayor de San Martín (Valladolid), la presencia de un estrato blanco a 70 cm de profundidad. La difracción de rayos X indica que está formado por dolomita (Rodríguez-Pascual y González, 1989).

La dolomita tiene tres orígenes posibles: a) detrítico, b) precipitado primario de una diagénesis sincrónica con la deposición y c) formación en profundidad, en uno o más períodos de una diagénesis enterrada (Pye, 1985). Si el origen es diagénético, puede proceder por sustitución de un carbonato u otro mineral y por precipitación directa de los fluidos de poro del sedimento.

La textura de la dolomita es muy diversa (Kretz, 1988) y son muchos los modelos de dolomitización. En su formación son parámetros impor-

tales: el valor de las razones Mg/Ca y CO_3/Ca (Folk & Land, 1975; Garrison *et al.*, 1984 en Sweeney *et al.*, 1987), la salinidad de la solución (Morrow, 1982) y la baja concentración de sulfatos (Gunatilaka *et al.*, 1984).

Se considera de interés aportar datos al proceso de dolomitización con la finalidad de reconstruir el paleoambiente. En este trabajo el objetivo principal es revelar la morfología y tamaño de la dolomita y discutir su origen.

MATERIAL

El perfil seleccionado es un suelo sódico salino (L4) que se desarrolla sobre depósitos del Mioceno recubiertos por arcosas fluviales del Cuaternario y formaciones superficiales (Mapa geol., 1:50.000, hoja núm. 372), próximo a fondos de charca con sales solubles; en este área es frecuente la presencia de una costra sacaroidea de yeso. Se encuentra localizado en Aldeamayor de San Martín (Valladolid), coordenadas UTM $361.3 \ 4596.8$.

El estrato de dolomita, de 20-30 cm de espesor y situado a 70 cm de profundidad, corresponde al horizonte 2 Cm Kz. La descripción y

datos analíticos del perfil figuran en De la Cruz *et al.* (1989) y González *et al.* (1990).

Las características hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas, con pH alcalino y alto contenido en sales (Rey Benayas, 1990), condicionan la salinización de los suelos de la zona. Muestras de aguas de pozo representativos del área tienen pH alcalino (7.7 - 8.9); razón Mg/Ca variable y la cantidad de sulfatos varía en un amplio rango, alcanzando excepcionalmente un valor alto (IGME, 1982 en De la Cruz *et al.*, 1989).

MÉTODOS

Se utilizan las siguientes técnicas:

La identificación mineralógica de las fracciones arena, limo y arcilla se ha realizado por el microscopio petrográfico, con contraste de fase de

Zernike, y difracción de rayos X. Se utilizó un difractómetro Philips PW 1130 y se realizaron difractogramas de polvo desorientado.

Se efectuó la microscopía óptica

del corte delgado de suelo. Para la impregnación de la muestra se emplea Cronolita 1.108.

El análisis termogravimétrico se lleva a cabo en el equipo Mettler TA 3.000, velocidad de calentamiento

600 °C h⁻¹ en atmósfera dinámica de CO₂ (250 mL min⁻¹). Como técnicas complementarias se utilizaron IR, ATD, MET y MEB con microanalizador.

RESULTADOS

Como puede observarse en la Tabla 1, el estrato estudiado contiene más del 75% de fracción < 8 µm (limo fino + arcilla). La composición mineralógica (Tabla 2) muestra dominio del cuarzo en la arena y limo grueso; en el limo medio domina la dolomita, la cual es casi el único mineral existente en el limo fino.

La fracción densa es muy escasa (Tabla 2), siendo el componente principal celestina en la arena y limo grueso; en los restantes tamaños prácticamente no hay minerales pesados. La celestina presenta inclusiones de carbonatos.

Se ha estudiado también, la mineralogía de los horizontes situados inmediatamente por encima y debajo del estrato de dolomita y no contienen éste mineral.

Mineralogía y morfología de las fracciones arena, limo y arcilla

Los minerales ligeros de la fracción arena presentan formas de

subredondeadas a redondeadas. En cuanto a la dolomita, ésta presenta diferentes morfologías según su tamaño. Las distintas fracciones se han estudiado por microscopía óptica; los tamaños limo medio y fino también por microscopía electrónica de barrido.

Fracción 50-20 µm

La dolomita es escasa y responde a dos morfologías: a) agregados policristalinos nucleados próximos a 20 µm y b) masas policristalinas, más o menos redondeadas.

Fracción 20-8 µm

En el total del material, éste tamaño sólo representa el 1.35%, siendo más del 75% del mismo dolomita. Al microscopio óptico esta dolomita aparece en cristales prismáticos subhedrales (Fig. 1a), viéndose con claridad parte externa y núcleo; son escasos los que se presentan con el centro oscuro, isótropo (Fig. 1b).

TABLA 1

Granulometría.

> 500 µm	500-50 µm	50-20 µm	20-8 µm	8-2 µm	< 2 µm
8.36 %	11.89 %	1 %	1.35 %	51.25 %	26.15 %

TABLA 2

Mineralogía de las fracciones ligera y pesada.

MINERALOGIA	500-50 μm	50-20 μm	20-8 μm	8-2 μm
Fracción ligera				
% Cuarzo	68	63	9	•
% Feldespatos	28	28	6	—
% Biotita	—	1	—	—
% Moscovita	—	3	6	•
% Dolomita	4	5	79	+++
% Yeso	ind.	—	—	—
<hr/>				
% Min. pesados	0.95	30	1	ind.
<hr/>				
Fracción pesada				
% Celestina	71	88	•	—
% Otros (resist. + metamórficos)	29	12	—	—
<hr/>				
Ilmen. + Leucox.	61	5	—	—
<hr/>				
+++ domin. ++ abund. + frec. • escaso ind. indicios.				

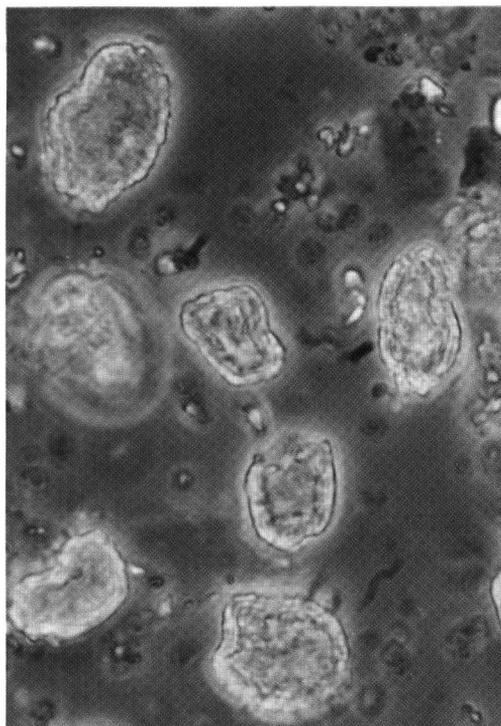


FIG. 1 a).—Dolomita (20-8 μm) en la que se observa parte externa y núcleo. Contraste de fase. 1040 x.

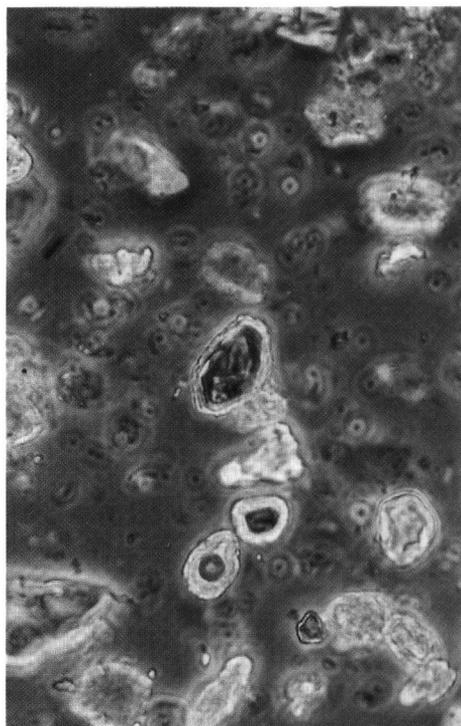


FIG. 1 b).—Dolomita (20-8 μm) con centro oscuro, isótropo. Contraste de fase. 670 x.

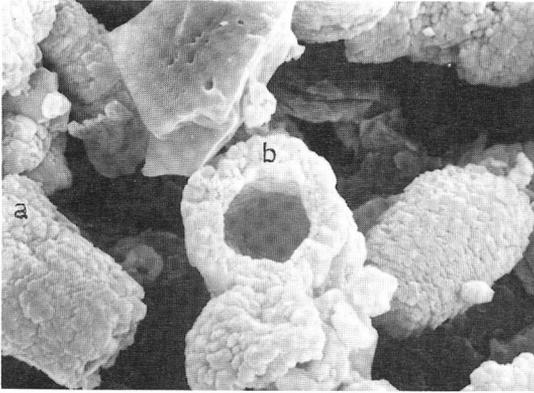


FIG. 2.—Dolomita (20-8 μm) mostrando composición policristalina; a y b se corresponden con las de las figuras 1 a y 1 b. MEB.

En la observación con el microscopio de barrido la mayoría muestra composición policristalina (Fig. 2a) no destacándose las dos zonas de parte externa y núcleo; hay algunos con hueco (Fig. 2b) que pensamos se corresponden con los cristales del centro oscuro vistos al microscopio petrográfico.

Por difracción de rayos X se identifica dolomita como componente mayoritario (62%), junto con sílice (20%), feldespatos (16%) y trazas de minerales laminares.

Por análisis termogravimétrico se ha determinado el contenido total de carbonatos con objeto de conocer la composición de la dolomita. En la figura 3 se dan las curvas TG y DTG;

se observan dos pérdidas de peso, la primera de ellas tiene lugar entre 478 y 830° que corresponde a la descomposición del carbonato magnésico, representa 0.106 moles de CO_2 y la segunda entre 830 y 979 °C debida a la descomposición del carbonato cálcico, representa 0.100 moles de CO_2 , por lo tanto la composición de la dolomita presente en esta fracción es: $\text{Ca}_{0.48} \text{Mg}_{0.52} \text{CO}_3$.

Fracción 8-2 μm

Prácticamente solo hay dolomita en cristales casi equidimensionales; se trata de agregados policristalinos con algunas caras bien desarrolladas, la mayoría entre 3-4 μm , sin núcleo ni hueco (Fig. 5).

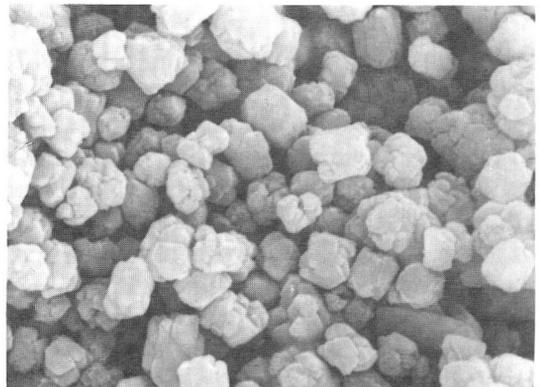


FIG. 5.—Dolomita (8-2 μm) en agregados policristalinos con algunas caras bien desarrolladas. MEB.

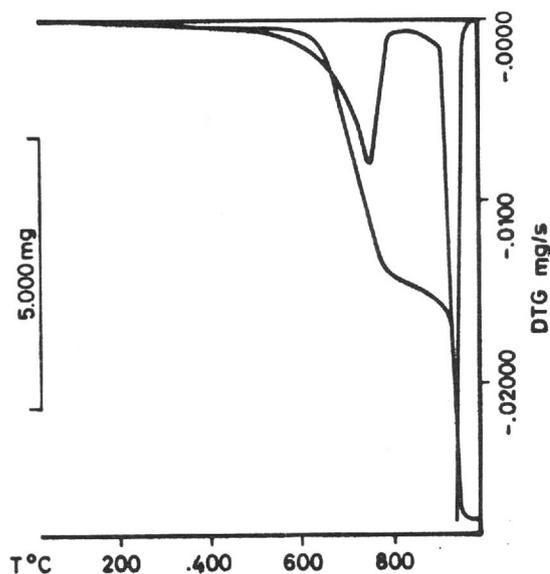


FIG. 3.—Curvas TG y DTG, fracción 20-8 μm . Peso de muestra: 33.599 mg.

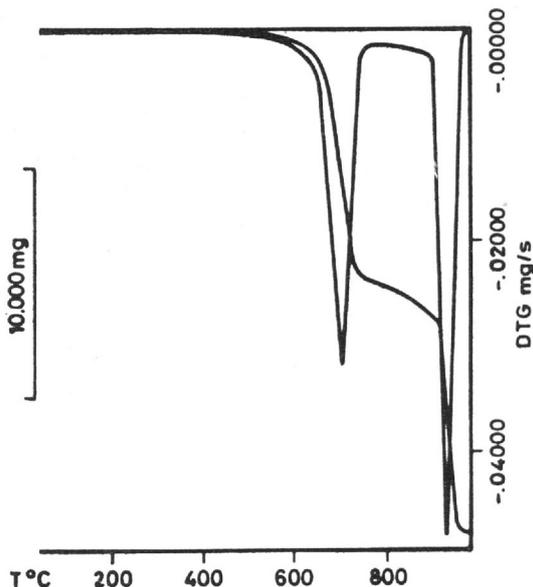


FIG. 4.—Curvas TG y DTG, fracción 8-2 μm . Peso de muestra: 49.813 mg.

El diagrama de rayos X corresponde prácticamente a dolomita (98%) y trazas de minerales laminares.

Por análisis termogravimétrico se determinó la composición de la dolomita, siendo la estequiométrica $\text{Ca}_{0.50}\text{Mg}_{0.50}\text{CO}_3$ (Fig. 4).

Fracción arcilla

La forma de la dolomita es similar a la del limo fino, con la particularidad de que se trata de una arcilla gruesa, cercana a las 2 μm .

MICROMORFOLOGIA

La microestructura es masiva. La textura interna es de dolomita de grano fino (tamaño limo fino y arcilla), ver figura 6, y porfirotópica la textura de cristalización (Friedman, 1965).

Cristales gruesos ($> 10 \mu\text{m}$) de cuarzo, feldspatos, moscovita y

fragmentos de cuarcita se encuentran en la masa basal junto a celestina (tamaños arena y limo grueso) asociados a yeso; éste último ocasionalmente presenta inclusiones de carbonatos distribuidos al azar. Se observan rellenos de yeso de tamaño arena, con frecuencia inferior $< 1\%$.

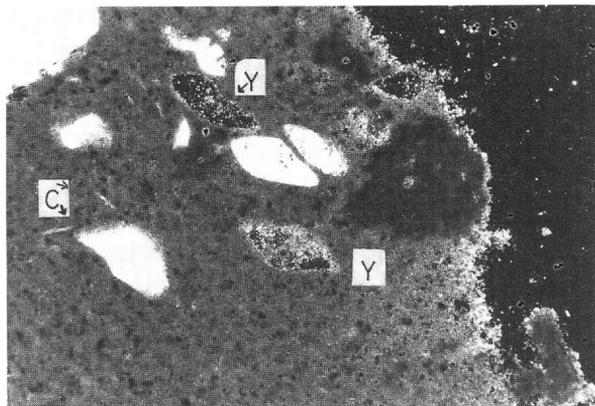


FIG. 6.—Matriz de grano fino de dolomita con textura interna porfiroclástica. Se observan cristales de yeso con inclusiones de carbonatos (Y) y cristales de celestina (C). Corte delgado del horizonte 2Cm Kz. LPX, 150 x.

DISCUSION

Se han identificado dos generaciones de dolomita: prismática policristalina nucleada, algunas con hueco, y otra generación de policristales con algunas caras bien desarrolladas, la mayor parte de tamaño comprendido entre 3 y 4 μm (limo fino) y $< 2 \mu\text{m}$ (arcilla) pero próximo a este valor. Esta segunda morfología es dominante en el conjunto del material, mientras que la primera sólo representa un porcentaje muy escaso.

De Geyter & Stoops (1987), atribuyen la formación de dolomita con hueco y zonada a una salinidad fluctuante que puede originarse por inundaciones periódicas de lagos salinos. Folk & Siedlecka (1974), atribuyen el hueco a la disolución selectiva de un material que ocupó la zona central y posteriormente se revistió; la disolución estaría causada por una reducción en la salinidad. Las inclusiones de carbonatos observadas en yeso y celestina pueden ser indicadoras de un cambio en la salinidad del agua.

Sibley (1982), en un estudio sobre dolomita del Plioceno, considera que los cristales nucleados proceden por sustitución mientras que los rombos equidimensionales se formarían por precipitación directa de las soluciones dolomitizantes.

Forma y tamaño son datos a tener en cuenta respecto al tiempo de la dolomitización. La dolomita euédral se considera formada en una diagénesis temprana (Sweeney *et al.*, 1987) y la mayoría de los autores coincide en señalar a los cristales finos como otro signo de una diagénesis temprana (Jodry, 1969 en Carlson, 1987).

El material originario del horizonte, donde se encuentra la dolomita objeto de este trabajo, es detrítico como se manifiesta por el grado de redondeamiento de cuarzo y feldspatos. Además, la microestructura y mineralogía difieren de los horizontes situados inmediatamente por encima y por debajo. Sobre el sedimento original del estrato de dolomita se depositó otro sedimento

que se ha edafizado y es muy rico en sales.

El hecho de que la dolomita estudiada se presente con morfología diferente, y composición química ligeramente distinta, apoyan la idea de una diagénesis producida al menos en dos períodos diferentes. La generación de cristales casi euédricos, de composición estequiométrica, procede de la precipitación directa de las aguas de poro en una diagénesis temprana. La dolomita prismática, nucleada la mayor parte y alguna con hueco, de composición casi estequiométrica, podría proceder por sustitución, aunque se atribuye también a la precipitación directa de la solución dolomitizante debido a la ausencia de signos en la textura y el hecho de tratarse de agregados policristalinos.

Como se ha indicado en la micro-

morfología, los sulfatos en el corte delgado del horizonte 2 Cm Kz se encuentran en forma de rellenos (inferior al 1%) y se incrementan en el resto del perfil.

El contenido en sulfatos del perfil y su gran variabilidad en las aguas subterráneas de la zona no tiene una explicación sencilla en relación con la formación de dolomita. Desde luego, los rellenos de yeso del horizonte 2 Cm Kz son posteriores a su génesis.

Se ha cumplido la finalidad del trabajo en cuanto a revelar la morfología y tamaño de la dolomita. Sobre su origen sólo se pueden proponer hipótesis en ésta parte, ya que es necesario disponer de más datos sobre el material de la depresión del Duero y de las condiciones geoquímicas que existieron.

CONCLUSIONES

Se observa dolomita en un perfil de un suelo sódico salino de la depresión del Duero, a 70 cm de profundidad. Se trata de un material detrítico sobre el que se ha depositado otro sedimento que se ha edafizado

A la dolomita se le atribuye un origen diagenético, por precipitación directa de la solución dolomitizante, en una diagénesis temprana influenciada por la salinidad. La diagénesis ha tenido lugar al menos en dos períodos distintos.

La dolomita es de dos generaciones, agregados policristalinos nucleados, algunos con hueco, de tamaño limo medio, y agregados policristalinos con algunas caras bien desarro-

lladas, de tamaño limo fino y arcilla gruesa. La composición química es ligeramente distinta, casi estequiométrica ($\text{Ca}_{0.48} \text{Mg}_{0.52} \text{CO}_3$) o estequiométrica ($\text{Ca}_{0.50} \text{Mg}_{0.50} \text{CO}_3$) respectivamente.

La microestructura de yeso y celestina revela también su origen diagenético. La formación de yeso, sobre todo los rellenos, es un proceso posterior.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de la Dra. M.^a T. de la Cruz por la ayuda prestada en los análisis de lámina delgada, al Dr. J. M.^a Rey Benayas por la visión ecológica de

la zona y al Dr. J. M. Gómez de micrografías realizadas al microscopio electrónico. Salazar y de los Cobos por las foto-

BIBLIOGRAFIA

- CARLSON, E. H., 1987. Celestite replacements of evaporites in the salina group. *Sedimentary Geology*, 54: 93-112.
- DE GEYTER, G. and STOOPS, G., 1987. 2. Petrography of Neogene Sediments of the Sahabi Area: A preliminary report. *Neogene Paleontology and Geology of Sahabi*, Alan R. Liss, Inc., 23-36.
- DE LA CRUZ, M. T., BENAYAS, J. y REY, J. M., 1989. Micromorfología de suelos yesíferos en áreas de descarga de aguas subterráneas (Valladolid, España). 2 Reunión del Cuaternario Ibérico. Madrid.
- FOLK, R. L. and SIEDLECKA, A., 1974. The "schizohaline" environment: Its sedimentary and diagenetic fabrics as exemplified by late Paleozoic rocks of Bear Island, Svalbard. *Sedimentary Geol.*, 11: 1-15.
- FOLK, R. L. and LAND, L. S., 1975. Mg/Ca ratio and salinity, two controls over crystallization of dolomite. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 59: 60-68.
- FRIEDMAN, G. M., 1965. Terminology of crystallisation textures and fabrics in sedimentary rocks. *J. Sedim. Petrol.*, 35: 643-655.
- GONZALEZ, J., PALOMAR, M.^a L., MORENO, A. M., LOPEZ, A., GONZALEZ, C. y DE LA CRUZ, M.^a T., 1990. Características de suelos de áreas afectadas por salinidad. XI Cong. Latinoamericano Ciencia Suelo. La Habana.
- GUNATILAKA, A., SALEH, A., AL-TEMMEI, A. and NASSAR, N., 1984. Occurrence of subtidal dolomite in a hypersaline lagoon, Kuwait. *Nature*, 311: 450-2.
- KRETZ, R., 1988. SEM study of dolomite microcrystals in Grenville marble. *American Mineralogist*, 73: 619-631.
- MAPA GEOL. 1: 50000, hoja núm. 372, Valladolid. 1982. IGME. Madrid.
- MORROW, D. W., 1982. Dolomite. Part 1: The chemistry of dolomitization and dolomite precipitation. *Geoscience Canada*, 9: 5. Part 2: Dolomitización models and ancient dolostones. *Geoscience Canada*, 9: 95.
- PYE, K., 1985. Electron microscope analysis of zoned dolomite rhombs in the Jet Rock Formation (Lower Toarcian) of the Whitby area, U. K. *Geol. Mag.*, 122: 279-286.
- REY BENAYAS, J. M., 1990. Ecosistemas de descarga de acuíferos en la Cuenca del Duero. Tesis Doctoral. U. A. M.
- RODRIGUEZ-PASCUAL, C. y GONZALEZ, C., 1989. Estudio mineralógico en suelos afectados de salinidad. *Jornadas sobre Cartografía de suelos y Planificación regional*. S. E. C. S. Madrid.
- SIBLEY, D. F., 1982. The origin of common dolomite fabrics: clues from the Pliocene. *Jour. Sed. Petrology*, 52, 4: 1087-1100.
- SWEENEY, M. TURNER, P. and VAUGHAN, D. J., 1987. The Marl Slate: a model for the precipitation of calcite, dolomite and sulphides in a newly formed anoxic sea. *Sedimentology*, 34: 31-48.

Recibido de la Comisión: 21-5-91.

Aceptado para publicación: 10-10-91.