

por conductos cársticos subverticales de anchura centimétrica, a los que se asocian diversos rellenos: cortezas espleotémicas calcíticas, costras laminares con texturas alveolares y sedimento siliciclástico interno pardo-rojizo. La mineralogía de las arcillas está dominada por illita y caolinita en todos los sectores estudiados de la Cuenca (Molina y Armenteros, 1986; Pozo, 1987). El nivel inferior (2-4 m.) de tonos rojizos está caracterizado por una facies de caliza neomórfica que resulta de una desestabilización de las micritas fosilíferas originales de la U. 4. Este proceso neomórfico provoca la descomposición de las calizas en islotes que aparecen más o menos dispersos en el material neomórfico. Este presenta una microtextura constituida por una fábrica microesparítica subidiotópica (secciones rómbicas,  $\varnothing$ : 6  $\mu$ m) que pasa a un mosaico seudoesparítico xenotópico ( $\varnothing$ : 30-200  $\mu$ m); en relación con estos mosaicos se observan texturas alveolares que contienen agujas de lublinita.

En resumen, todas estas observaciones indicarían que esta alteración es más reciente que la anterior, y se debe a un complejo proceso que incluye carstificación, suelos calcimorfos, encostramientos calcíticos y transporte vértico-lateral de sedimentos siliciclásticos.

## Discusión

A fin de establecer las connotaciones que para el análisis estratigráfico del Neógeno de la Cuenca del Duero tienen estas alteraciones, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones: 1) el hecho de que el primer conjunto de facies esté asociado al techo de la U. 3 y no afecte a la U. 4 significa que su origen es anterior a ésta; 2) el segundo conjunto, en cambio, está claramente ligado a la superficie plio-pleistocena, afectando a la U. 4 y U. 5, ya que esta superficie bisela ambas unidades; 3) en puntos centrales de la cuenca puede observarse una superposición de los procesos que forman el segundo conjunto sobre los que configuran el primero (fig. 2). Por todo lo expuesto, se propone como hipótesis que el primer conjunto de facies telodiagenéticas correspondería a un cambio paleogeográfico en la Cuenca: paso de una sedimentación lacustre con eventos evaporíticos a otra lacustre carbonática de carácter expansivo en la cuenca; si este cambio indica un límite entre secuencias estratigráficas mayores, es una cuestión a resolver. El segundo conjunto de facies no debe confundirse con el primero, sobre todo cuando se superpone a él, y representa una alteración postneógena ligada a los restos del pedimento que preparó la paleogeografía fluvial cuaternaria.

## Agradecimientos

Financiado por el Proyecto de Investigación 0915/89 de la Consejería de Cultura y Bienestar Social de la Junta de Castilla y León. A. Corrochano y E. Molina aportaron una valiosa crítica.

## Referencias

- Armenteros, I. (1986): *Edic. Diput. Salamanca. Ser. Castilla y León*, 1: 471 p.
- Corrochano, A. & Armenteros, I. (1989): *Acta Geol. Hisp.*, 23, 3/4: 259-279.
- Chafetz, H. & Butler, J. C. (1980): *Sedimentology*, 27: 497-518.
- Hussain, M. y Warren, J. K. (1989): *Sedim. Geol.*, 64: 13-24.
- Laurain, M. & Meyer, R. (1979): *C. R. Acad. Sci. Paris*, 289 D: 1.211-1.214.
- Molina, E. & Armenteros, I. (1986): *Stvd. Geol. Salmant.*, 22: 293-307.
- Pérez González, A. (1982): *Temas Geol. Min. Inst. Geol. Min. España*, 6: 717-740.
- Portero García, J. M.; del Olmo Zamora, P. & Olivé, A. (1983): *In: Geología de España, Inst. Geol. y Min. de España*, vol. 2: 494-502.
- Pozo Rodríguez, M. (1987): *Tesis Doctoral. Univ. Autónoma Madrid*. 536 p.
- Wright, V. P. & Peeters, C. (1989): *Sedim. Geol.*, 65: 345-353.

Recibido el 1 de enero de 1991  
Aceptado el 1 de marzo de 1991

# Dolomitización y silicificación asociadas a los procesos de sustitución de carbonatos mareales y evaporitas «Sabkha». Tránsito entre las facies Muschelkalk y Keuper de las «Montañas de Prades» (Tarragona)

## *Dolomitization and silicification associated to substitution processes of tidal carbonates and Sabkha type evaporites. Upper Muschelkalk-Keuper transition in the «Montañas de Prades» (Tarragona)*

C. Taberner (\*) y C. Santisteban (\*\*)

(\*) Instituto de Ciencias de la Tierra «Jaume Almera» C.S.I.C. Martí i Franqués s/n. 08028 Barcelona.

(\*\*) Departament de Geologia. Universitat de Valencia. Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot (Valencia).

### ABSTRACT

Carbonate tidal platform and associated evaporite sabkha environments are recorded at the Muschelkalk-Keuper transition in Prades (Coastal Ranges, NE Spain). The original carbonates as well as evaporites (anhydrite) were dolomitized. Anhydrite pseudomorphs have been found preser-

*ved in dolomites. Silicification processes are linked to brecciation above erosional surfaces in the tidal sequences. Anhydrite relics have been found preserved in quartz. Silicification processes predate the massive substitution of anhydrite by dolomite what suggests two dolomitization phases.*

**Key words:** Dolomitization, silicification, Upper Trias, Prades, Spain.

*Geogaceta, 10 (1991), 35-38.*

**Secuencias de «sabkha» en el tránsito Muschelkalk superior Keuper**

En el sector de las Montañas de Prades (Cordillera Costero-Catalana), los depósitos dolomíticos del tránsito entre las facies Muschelkalk y Keuper han sido interpretados como el resultado de la sustitución de evaporitas primarias formadas en un ambiente tipo «sabkha» (Santisteban y Taberner, 1987) (fig. 1). Estos materiales corresponden a la unidad Capafonts desarrollada sobre facies de rampa carbonática del Muschelkalk superior (Calvet *et al.*, 1990). La secuencia bá-

sica de estos depósitos, desde la base hasta el techo, incluye los siguientes términos: a) Dolomicritas laminadas de color gris, b) Dolomías tableadas con estructuras «tepee» y c) Dolomías sacaroideas en nódulos y enterolitos (fig. 2).

Las dolomicritas laminadas de color gris muestran secuencias «thickening-upward» y se caracterizan por exhibir una laminación interna ondulada correspondiente a ripples de oleaje y corriente. Es frecuente en ellas la existencia de «drift» y «climbing ripples». Intercalados entre grupos de láminas con estructuras de corriente se hallan niveles, que a su vez presentan

una laminación fina, subhorizontal y paralela con crenulaciones, que hemos interpretado como de origen cianobacteriano y que está localmente deformada en estructura «tepee».

Las dolomías tableadas con estructura «tepee» están formadas por cristales zonados de dolomita, con hábito romboédrico-lenticular, de un tamaño entre 70 y 125  $\mu\text{m}$ . Se hallan dispuestos de forma que preservan la laminación original. En estas dolomías son frecuentes las brechas de intraclastos dolomíticos, estructuras de colapso de las láminas, grietas de retracción y «tepees». La presencia de una laminación fina, así como repliegues en la

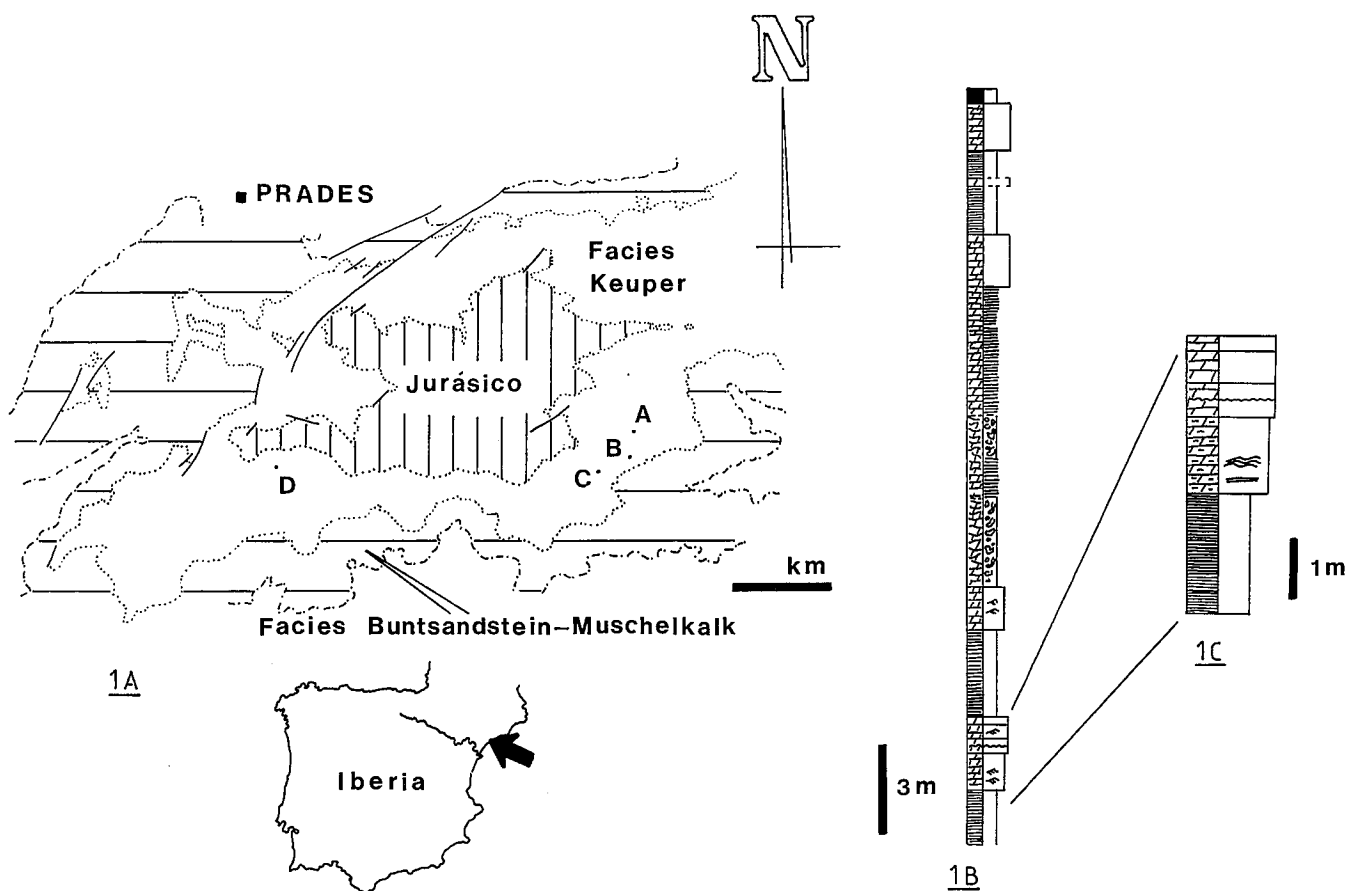


Fig. 1.—(a) Esquema geológico del Bloque de Prades, (A, B, C y D) indican la localización de las series de la correlación de la figura 2. (b) Serie tipo en la localidad «B». (c) Secuencia detallada de los carbonatos formados por las dolomicritas laminadas.

Fig. 1.—(a) Geological sketch of the Prades Block, (A, B, C, and D) location of measured sections of the correlation —see figure 2—. (b) Type section at site «B». (c) Detailed sequence of tidal laminated dolomicrites.

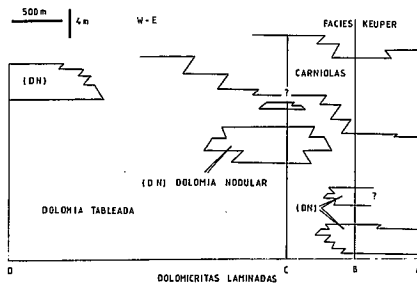


Fig. 2.—Correlación estratigráfica de la Unidad Capafonts en el sector sur de las Montañas de Prades.

Fig. 2.—Stratigraphic correlation of the Capafonts Unit in the southern sector of Prades block.

superficie de muchos de los niveles, nos sugieren que esta facies tiene su origen en la litificación de tapices cianobacterianos. En los núcleos de la mayor parte de las estructuras «tepee» se encuentran mineralizaciones de celestita (Santisteban y Taberner, 1990).

Las dolomías sacaroideas en nódulos y enterolitos están formadas por dos tipos de cristales: 1) Cristales de hábito romboédrico-lenticular formando agregados nodulares, de unos 2 cm de diámetro, rodeados de arcillas. Ocasionalmente estos cristales se disponen en láminas paralelas. 2) Cristales de forma rectangular de una longitud máxima de 320  $\mu\text{m}$  y mínima de unos 250  $\mu\text{m}$ , que suelen presentarse agrupados en parejas. Estos últimos contienen inclusiones que dibujan una silueta rectangular concordante con la forma exterior del cristal. Estas características nos han permitido interpretar a estos depósitos como originados a partir de la sustitución, por dolomita, de una anhidrita precursora (con textura felted).

La figura 2, muestra la distribución y correlación de los distintos términos que componen los depósitos de la transición entre las facies Muschelkalk y Keuper, en el sector sur de las Montañas de Prades. El término formado por las «dolomicritas laminadas de color gris» se halla en la base de todas las series estudiadas; mientras que los otros dos, se presentan alternando entre sí, con predominio de las dolomías nodulares y enterolíticas en las zonas más proximales y las dolomías tableadas en las distales. La progradación general de las facies del Muschelkalk y Keuper en esta zona es de NE a SW.

### Brechas asociadas a las dolomicritas laminadas. Silicificación y preservación de anhidrita

Las secuencias superiores formadas por las dolomicritas laminadas, presentan en su techo discontinuidades erosivas asociadas a las cuales existen evidencias de exposición subaérea (grietas de retracción, brechas, «tepees»...) y de condiciones evaporíticas.

El estudio de la superficie de discontinuidad correspondiente a la primera secuencia de dolomicritas laminadas ha aportado nuevos datos sobre las características de la sustitución de las evaporitas por dolomita y ha permitido diferenciar varios estadios de dolomitización. Los clastos que constituyen las brechas asociadas a esta superficie de discontinuidad están formados por dolomicritas, y están rodeados por cristales de dolomita de formas rectangulares, de unas dimensiones del

orden de 300  $\mu\text{m}$ . Estos cristales contienen inclusiones que perfilan formas rectangulares en su interior. En catodoluminiscencia son homogéneos y aparentemente aparecen desarrollados a favor de discontinuidades texturales. Al igual que los presentes en las dolomías sacaroideas en nódulos y enterolitos, pueden haber sido originados por sustitución de cristales de anhidrita previos. Esta interpretación se basa en la semejanza de forma entre los cristales de dolomita y los de anhidrita y en la preservación de texturas previas similares a la textura «felted» de la anhidrita.

En los depósitos asociados a la superficie de discontinuidad, existen también concreciones de sílice (calcedonia, variedad lutecita y cuarzo). El estudio mediante el microscopio electrónico de barrido (SEM) ha permitido detectar la presencia de relictos de anhidrita en cristales de cuarzo (fig. 3a). Estos relictos, de 15-40  $\mu\text{m}$  de tamaño, se encuentra orientados paralelamente entre sí. Los ángulos de exfoliación de la anhidrita son concordantes con la propia orientación de los relictos, lo cual puede tomarse como evidencia de que estas inclusiones son herencia de la sustitución de anhidrita por cuarzo. La disposición y tamaño de estos relictos es semejante a los de las inclusiones presentes en los cristales de dolomita. Es habitual la preservación de restos de minerales evaporíticos precursores tras procesos de silicificación (Tucker, 1976); sin embargo, en el caso de que la sustitución sea por dolomita es más difícil la conservación de trazas del mineral original. Creemos que la presencia de inclusiones de anhidrita en cuarzo, semejantes a las que contienen los cristales de dolomita, apoya la interpretación de que las siluetas rectangulares en la dolomita son reflejo de la sustitución de antiguos cristales de anhidrita.

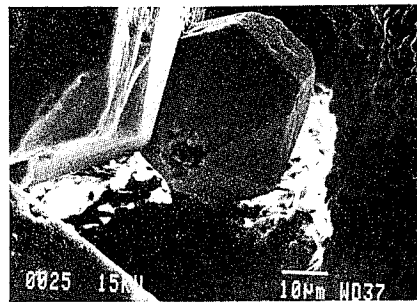
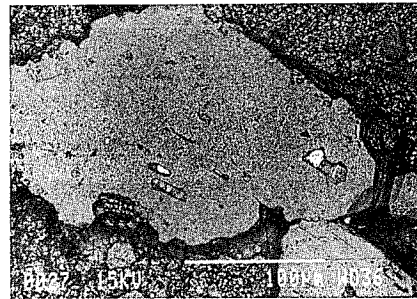


Fig. 3.—(a) Imagen en retrodispersados de un cristal de cuarzo con inclusiones de relictos de anhidrita (en blanco). La alineación de los relictos es indicativa de la existencia de un cristal precursor de anhidrita. (b) Detalle de la fotografía previa. Cristal de cuarzo con relictos de dolomicrita en su vértice.

Fig. 3.—(a) Backscattering image of quartz crystal including relics of anhydrite (clear white). The orientation of anhydrite relics evidence a single crystal anhydrite precursor. (b) Detail of previous photograph. Quartz crystal with relics of dolomicrite in its vertex.

### Relación entre los procesos de dolomitización y silicificación

Adosados a los cristales de cuarzo con relictos de anhidrita, hay también pequeños cristales bipiramidados de cuarzo, que incluyen dolomicritas semejantes a las de las brechas (fig. 3b). Las formas perfectas de estos cuarzos prueban su crecimiento temprano en pequeñas cavidades o de forma par-

cialmente desplazativa contra sedimento aún blando. Los cristales de cuarzo bipiramidado están rodeados por cristales de dolomita con formas rectangulares. Estas relaciones permiten proponer una sucesión temporal de los siguientes estadios diagenéticos:

— Existen, como mínimo, dos fases de dolomitización representadas por, a) las dolomicritas de los clastos de las brechas y b) las dolomías cuyos cristales rectangulares sustituyen a los cristales precursores de anhidrita.

— La anhidrita fue sustituida por dolomita y sílice, preservándose en el primer caso las texturas originales y

en el segundo la mineralogía. Ambos procesos debieron estar íntimamente asociados aunque parece ser que la silicificación precedió a la sustitución masiva de anhidrita por dolomita.

#### Agradecimientos

Agradecemos a los Servicios Científico-Técnicos (Microscopía Electrónica) de la Universidad de Barcelona, y al personal encargado del mismo, las facilidades ofrecidas para la observación y análisis puntual (EDS) de las muestras estudiadas.

#### Referencias

- Calvet, F.; Tucker M. E. y Henton J. M. (1990): *Int. Ass. Sedim. Spec. Publ.*, 9, 79-108.
- Santisteban, C. y Taberner, C. (1987): *Cuad. Geol. Ibérica*, 11, 199-214.
- Santisteban, C. y Taberner, C. (1990): *13th Int. Sedim. Congress. Nottingham I. A. S.*, 475.
- Tucker, M. E. (1976): *Sedim. Geol.*, 16, 193-204.

Recibido el 30 de enero de 1991  
Aceptado el 1 de marzo de 1991

## «Sobre la posición estratigráfica de *Perisphinctes wartae* Bukowski y el desarrollo de la Subbiozona Rotoides (Biozona Transversarium, Oxfordiense Medio) en la Cordillera Ibérica Nororiental»<sup>(1)</sup>

G. Meléndez, B. Fontana\*

\* Universidad de Zaragoza, Fac. de Ciencias, Depto. Geología, Lab. Paleontología (50009 Zaragoza)

#### ABSTRACT

*The new, recently defined biostratigraphic unit Rotoides Subzone has been widely recognised throughout the Iberian Chain (E. Spain) and characterized by means of successive representatives of Oxfordian ammonite genus Perisphinctes. The classically misinterpreted species Perisphinctes wartae BUKOWSKI has been morphologically characterized and re-placed at his right stratigraphic position, within this subzone. Another classically misplaced species, Perisphinctes rotoides Ronchadze is also localized, at the top of subzone. The possible subdivision of Rotoides Subzone into biohorizons is discussed.*

**Key words:** Biostratigraphy, Middle Oxfordian, Transversarium Zone, Rotoides Subzone, Perisphinctes wartae, Iberian Chain.

*Geogaceta*, 10 (1991), 38-42.

#### Introducción

En los últimos años los estudios bioestratigráficos sobre los materiales del Oxfordiense Medio en la Provincia Submediterránea (Europa meridional) han experimentado un notable avance como consecuencia del detalle alcanzado en el análisis de las sucesiones de ammonioideos. Los Perisphinctidos constituyen un grupo clásico, por su alta tasa evolutiva, para el establecimiento de escalas bioestratigráficas de detalle (subbiozonas y biohorizontes).

De esta manera, el primitivo esquema zonal propuesto por el Grupo Francés del Jurásico (Cariou *et al.*,

1971) ha sido objeto de modificaciones sucesivas a lo largo de los últimos veinte años (cf. Callomon, 1988). La Biozona Transversarium se encuentra actualmente subdividida en cuatro subbiozonas (Cariou & Meléndez, 1990, 1991): Parandieri, Luciaeformis, Schilli y Rotoides. Estas cuatro subbiozonas han sido recientemente identificadas y caracterizadas por medio de ammonites en el sector nororiental de la Cordillera Ibérica por Fontana y Meléndez (1990). No obstante, el reconocimiento y la caracterización bioestratigráfica de la Subbiozona Rotoides, establecida recientemente, sigue siendo objeto de discusión.

#### La Subbiozona Rotoides

Constituye un intervalo estratigráfico bien definido en la parte superior de la Biozona Transversarium, entre las Subbiozonas Schilli y Stenocycloides (=base de la Biozona Bifurcatus). En el área estudiada este intervalo corresponde a una alternancia de calizas con esponjas (wackestone a packstone de bioclastos y fósiles) y margas, de potencia nunca superior a 2 m, localizada dentro del Miembro Yátova de la Formación Chelva, por encima del término inferior (calizas en bancos masivos) que se reconoce en esta unidad (fig. 2).