

# Formación de Dolomita Asociada a Procesos de Sulfato Reducción Bacteriana en Lagos Salinos Efímeros del Paleógeno de la Cuenca de Almazán.

/ PEDRO HUERTA (1,\*), ILDEFONSO ARMENTEROS (2)

(1) Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. Escuela Politécnica Superior de Ávila. Av. Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila (España)

(2) Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. Facultad de Ciencias. 37008, Salamanca. (España)

## INTRODUCCIÓN.

La precipitación de dolomita en medios de baja temperatura, como son los lagos salinos, sigue siendo un punto de controversia. En lagos salinos actuales suele producirse precipitación de dolomita (Eugster & Hardie, 1978; Vasconcelos et al., 1997; Wright, 1999), pero cuando se ha intentado reproducir estas condiciones en laboratorio mediante la evaporación de una salmuera no se han obtenido resultados satisfactorios. Son varios los factores cinéticos que impiden la precipitación de dolomita a partir de soluciones sobresaturadas: 1) la alta energía de hidratación del  $Mg^{2+}$  (Slaughter & Hill, 1991); 2) la baja concentración del  $CO_3^{2-}$  con respecto a  $Mg^{2+}$  y  $Ca^{2+}$ , y la escasa hidratación del mismo que provoca un difícil acceso hacia la superficie del cristal (Morrow, 1988); 3) la presencia de sulfato, aún en concentraciones mínimas es un fuerte inhibidor de la precipitación de dolomita (Morrow & Ricketts, 1988). En los últimos años se ha conseguido precipitar dolomita en laboratorio a bajas temperaturas, en presencia de bacterias sulfato reductoras, que son capaces de inhibir las barreras cinéticas de la dolomita (Vasconcelos et al., 1995; Wright & Wacey, 2005). La idea de la mediación bacteriana en la precipitación de dolomita, en medios lacustres salinos, va ganando cada vez más fuerza.

El objetivo de este trabajo es aportar nuevas evidencias sobre la mediación bacteriana en la precipitación de dolomita en ambientes de lago salino efímero, y su relación con la mineralogía asociada. Para conseguir este objetivo se han estudiado los ambientes de lago salino efímero presentes en la Fm. Bortalba, la cual se enmarca en el Paleógeno de la Cuenca de Almazán.

## CONTEXTO GEOLÓGICO.

La Fm. Bortalba registró la sedimentación de ambientes de playa-lake durante el Paleógeno, y muestra un cortejo de ambientes desde llanuras evaporíticas hasta lagos salinos efímeros dominados por la precipitación de yeso (Huerta et al., 2004). La fuente de sulfato en este sistema evaporítico son las evaporitas Triásicas del Keuper de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Huerta, 2007; Huerta et al., 2006).

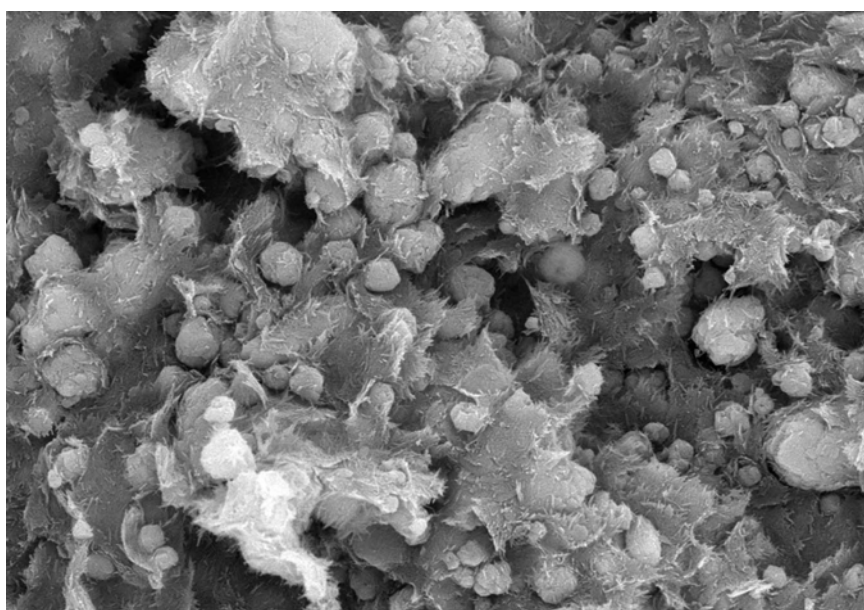
Estos lagos salinos efímeros están alimentados por aguas freáticas someras que evidencian una evolución isotópica ( $\delta^{18}O$ ;  $\delta^{34}S$ ) hacia valores más pesados desde las zonas proximales hasta las zonas distales (Huerta, et al., 2006). El  $\delta^{34}S$  se hace más pesado en

los ambientes de lago salino efímero, lo que se ha interpretado como un efecto de la actividad de bacterias sulfato reductoras (Huerta et al., 2006).

## FACIES DE LAGO SALINO.

Los ambientes de lago salino efímero registrados en la Fm. Bortalba están dominados por la precipitación de yeso laminado y dolomita.

Las dolomías aparecen en capas tabulares de color blanco, son masivas y texturalmente homogéneas. Contienen fragmentos dispersos de gasterópodos y ostrácodos. Asociados a las capas de dolomía aparecen láminas centimétricas de yeso calcitizado y parches de aspecto tobáceo constituidos por un entramado de rizolitos.



2/5/2009 WD HV spot vac mode det 10  $\mu$ m  
11:52:57 AM 11.5 mm 30.00 kV 3.6 High vacuum BSED RZ-7-02  
fig 1. Esferas de dolomita sobre un cristal de yeso. La paligorskita aparece como fibras que se mezclan con los cristales de dolomita.

**palabras clave:** Palabra 1, Palabra 2, Etc.

**key words:** Keyword 1, Keyword 2, Etc.

Las facies de yeso laminado aparecen en láminas centimétricas generalmente grises, o que pueden alternar entre grises y rojas. Dentro de estas láminas se reconocen a su vez, láminas más finas de tamaño milimétrico. Estas láminas están compuestas por microcristales de yeso con hábito lenticular a prismático entre los que se disponen arcillas y carbonato de colores grisáceos.

### MINERALOGÍA DE LAS DOLOMITAS.

Al microscopio petrográfico se aprecia que la dolomita constituye un mosaico dolomicrocristalino a dolomicroesparítico homogéneo y subidiotópico. En microscopio electrónico de barrido (MEB) la dolomita aparece formando agregados subesféricos de tamaños que oscilan entre 2 y 12  $\mu\text{m}$ . Los agregados tienen, en unos casos, el núcleo hueco mientras que en otros tienen formas esferoides.

La dolomita aparece asociada a lenticulas de yeso, cristales de celestina y a fibras de paligorskita. La dolomita crece entremezclada con fibras de paligorskita y se dispone sobre la superficie de los cristales de yeso o aparece remplazándolo, a semejanza de lo observado en la unidad salina de la cuenca de Madrid (Sanz-Montero et al., 2006).

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Los ambientes de lago salino efímero registrados en la Fm. Bortalba constituían cuerpos de agua, bien perennes, bien estacionales. En la composición de las aguas dominaban los sulfatos procedentes de la disolución de rocas triásicas de la Cordillera Ibérica. Los cationes  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y la sílice también estaban presentes.

Las relaciones  $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$  serían altas en buena parte debido a la precipitación de yeso en zonas más proximales, en la llanura salina. Las altas relaciones

$\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$  favorecerían la precipitación de paligorskita asociada a la formación de dolomita.

Las formas esféricas de la dolomita y la evolución de los isótopos de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{34}\text{S}$  hacia valores más pesados (Huerta et al., 2006), y los procesos de reducción evidenciados por colores grisáceos de las margas hacen pensar que ha existido mediación bacteriana en la formación de la dolomita.

La corrosión o remplazo que ejerce la dolomita sobre el yeso es una cuestión a estudiar, aunque parece que los microorganismos pueden jugar un papel importante en este reemplazo. En la cuenca de Madrid el reemplazo de yeso por dolomita en planos de discontinuidad se asocia con cianobacterias (Sanz-Montero et al., 2006).

La presencia de celestina también se asocia a variaciones del pH durante los procesos de mediación bacteriana (Rodríguez-Aranda et al., 2005).

### AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2005-05953 C02-01 y CGL2008-05584-C02-01 de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación. El análisis de muestras en MEB, se ha realizado en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid.

### REFERENCIAS.

Eugster, H.P., & Hardie, L.A. (1978): *Saline lakes*. En "Physics and Chemistry of Lakes", Lerman, A. ed. Springer Verlag, New York, 237-293.

Huerta, P. (2007): *El Paleógeno de la cuenca de Almazán. Relleno de una cuenca piggyback*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca.

—, Armenteros, I., Canitrot, I., Recio, C. (2006): *Variación isotópica desde ambientes de llanura lutítico-evaporítica a lago salino efímero (Fm. Bortalba, Paleógeno de la Cuenca de Almazán)*. *Geotemas* 9, 125-130.

—, Suárez, M. & Armenteros, I. (2004): *Sedimentology and mineralogy of a distal alluvial fan to saline mud flat succession in the Almazán Basin (Late-Eocene, North-Central Spain)*. En: R. Pena dos Reis, P. Capallez and P. Dinis (Editors), 23th IAS Meeting of Sedimentology, Coimbra, pp. 146.

Morrow, D.W. (1988): *Dolomite-Part1: the chemistry of dolomitization and dolomite precipitation*. En: "Diagenesis", McIlreath, I. A., & Morrow, D. W., eds. Geoscience, Canada, 123-139.

— & Ricketts, B.D. (1988): *Experimental investigation of sulphate inhibition of dolomite and its mineral analogues*. En "Sedimentology and geochemistry of Dolostones", Shukla, V. & Baker, P. A., eds. *SEPM Spec. Publ.*, 43, 25-38.

Rodríguez-Aranda, J.P., Sanz-Montero, M.E., Ayllón-Quevedo, F., Souza-Egypsi, V. (2005): *Formación de Celestina dentro de un contexto microbiano en ambiente lacustre salino. Mioceno Inferior de la Cuenca de Madrid*. *Macla* 3, 171-172.

Sanz-Montero, M.E., Rodríguez-Aranda, J.P., Calvo, J.P. (2006): *Mediation of Endoevaporitic Microbial Communities in Early Replacement of Gypsum by Dolomite: A Case Study from Miocene Lake Deposits of the Madrid Basin, Spain*. *J. Sed. Res.* 76, 1257-1266.

Slaughter, M. & Hill, R.J. (1991): *The influence of organic matter in organogenic dolomitization*. *J. Sed. Res.*, 61, 296-303.

Vasconcelos, C. & McKenzie, J. (1997): *Microbial mediation of modern dolomite precipitation and diagenesis under anoxic conditions (Lagoa Vermelha, Rio de Janeiro, Brazil)*. *J. Sed. Res.* 67, 378-390.

—, McKenzie, J., Bernasconi, S., Grujic, D., Tien, A.J. (1995): *Microbial mediation as a possible mechanism for natural dolomite formation at low temperatures*. *Nature* 377, 220-222.

Wright, D.T. (1999): *The role of sulphate-reducing bacteria and cyanobacteria in dolomite formation in distal ephemeral lakes of the Coorong region, South Australia*. *Sed. Geol.* 126, 147-157.

— & Wacey, D. (2005): *Precipitation of dolomite using sulphate-reducing bacteria from the Coorong Region, South Australia: significance and implications*. *Sedimentology*, 52, 987-1008.