

# Morfología de cristales de dolomita en dolocretas y depósitos lacustres del Cenozoico de las Cuencas de Madrid y de Almazán

## *Dolomite crystal morphologies in dolocretes and lacustrine deposits from the Madrid and Almazán basins*

P. Huerta <sup>1</sup>, A. Casado, I <sup>2,5</sup>, M. A. Bustillo <sup>3</sup>, I. Armenteros <sup>4</sup> y A. M. Alonso-Zarza <sup>2,5</sup>

1 Dpto. Geología, Escuela Politécnica Superior de Ávila, Universidad de Salamanca, 05003, Ávila. [phuerta@usal.es](mailto:phuerta@usal.es)

2 Instituto de Geociencias, CSIC, UCM. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, [acasadogomez@ucm.es](mailto:acasadogomez@ucm.es)

3 Dpto. Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, c/ José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, España. [abustillo@mncn.csic.es](mailto:abustillo@mncn.csic.es)

4 Dpto. Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Pza. de la Merced, S/N. 37071, Salamanca. [ilde@usal.es](mailto:ilde@usal.es)

5 Dpto. Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, España. [acasadogomez@ucm.es](mailto:acasadogomez@ucm.es); [alonsoza@ucm.es](mailto:alonsoza@ucm.es)

**Resumen:** Este trabajo describe morfologías de cristales de dolomita, observados tanto en microscopio petrográfico como electrónico, de dolocretas y de depósitos carbonático-evaporíticos de ambientes lacustres someros, tanto del Paleógeno de la Cuenca de Almazán como del Mioceno de la Cuenca de Madrid. Se han identificado 6 morfotipos: 1) Tubos de dolomita; 2) Cilindros de dolomita vacuolar; 3) Romboedros de dolomita; 4) Cristales de dolomita esférica; 5) Cristales de dolomita con forma de capullo; y 6) Dolomita en mancuerna. Las morfologías dominantes en dolocretas son los romboedros, los esferoides, y las mancuernas. Por otro lado, en los depósitos lacustres la variedad de morfologías es mucho mayor, siendo las más comunes: los tubos, los cilindros de dolomita vacuolar, los esferoides y los cristales de dolomita con forma de capullo. La morfología de los cristales de dolomita puede ser un indicador de procesos bióticos o abióticos en su precipitación, aunque han de tenerse en cuenta otros indicadores para comprender la influencia de dichos procesos.

**Palabras clave:** dolomita; dolocrete; arcillas fibrosas; biótico; lacustre.

**Abstract:** This paper describes the dolomite crystal morphologies, observed under petrographic microscope and SEM, from dolocretes and carbonate-evaporitic lacustrine deposits. Samples analysed come from the Paleogene of the Almazán basin and the Miocene of the Madrid basin. Six morphotypes have been identified: 1) Dolomite tubes; 2) Vacuolar dolomite cylinders; 3) Rhombohedral dolomite crystals; 4) Spheroidal dolomite crystals; 5) Cocoon-shaped dolomite crystals; and 6) Dolomite dumbbells. Dominant morphotypes in dolocretes are: rhomboids, spheroids, and dumbbells. In lacustrine deposits the variety is higher and includes tubes, vacuolar dolomite cylinders, spheroids and cocoon-shaped dolomite crystals. Dolomite crystal morphology can be indicative of biotic or abiotic processes in dolomite precipitation, but other evidences must be taken into account to understand the influence of the mentioned processes.

**Key words:** dolomite; dolocrete; fibrous clays; biotic; lacustrine.

## INTRODUCCIÓN

La dolomita es uno de los principales minerales que aparecen en costras de carbonato y en lagos carbonato-evaporíticos, tanto del registro fósil como de los medios actuales. Aunque tradicionalmente la dolomita se consideraba como producto del remplazamiento o recristalización de un precursor carbonático, desde los años 90 se han multiplicado los trabajos que explican diversos modos de precipitar este mineral directamente (Vasconcelos y McKenzie, 1997). La presencia de materia orgánica, grupos carboxilo (Roberts et al., 2013), la actividad de microorganismos y las sustancias exopoliméricas que forman (Vasconcelos y McKenzie, 1997), la presencia de arcillas magnesianas, etc. son algunos de los catalizadores descritos que permiten superar las barreras cinéticas en la formación de dolomita.

La asociación de la dolomita con morfologías microbianas, con materia orgánica, la morfología de los cristales o los isótopos de carbono han sido los principales indicadores de biogénesis (Sanz-Montero et al., 2006).

En este trabajo se describen las morfologías de los cristales de dolomita observadas en microscopio electrónico de barrido (SEM) de dolocretas, y lagos someros carbonato-evaporíticos, tanto del Paleógeno de la cuenca de Almazán como del Mioceno de la cuenca de Madrid. El objetivo es determinar si las morfologías de cristales de dolomita en sistemas lacustres muestran diferencias con la dolomita presente en dolocretas. Esto podría reflejar una influencia distinta de los procesos bióticos/abióticos en uno y otro ambiente.

## CONTEXTO SEDIMENTARIO

La dolomita estudiada procede de dos secciones (Secciones de Miñana y Umbría del Cerro, en las Formaciones Mazaterón y Deza respectivamente) del Paleógeno de la cuenca de Almazán (Huerta 2007), y de la sección de Paracuellos del Mioceno de la cuenca de Madrid (Casado et al., 2014) (Fig. 1). En ambas cuencas se ha identificado dolomita tanto en dolocretas como en depósitos lacustres que precipitan carbonatos y evaporitas.

## MORFOTIPOS

La observación precisa de los cristales se ha realizado mediante microscopio petrológico convencional y Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Las observaciones realizadas indican que todos los tipos de dolomita identificados aparecen relacionados con arcillas magnesianas cuyas fibras recubren o se entremezclan con los cristales de dolomita. Los morfotipos de dolomita reconocidos son:

1.- **Tubos de dolomita.** Son cristales con formas tubulares de entre 10-15  $\mu\text{m}$  de largo y 3-6  $\mu\text{m}$  de ancho (Fig. 2A). Son generalmente huecos, con diámetros de 1  $\mu\text{m}$ . En algunos casos el contorno de los cristales es curvo y constituido por un único cristal. En otros casos se aprecian formas poliédricas de pequeños cristales incompletos constituyendo los tubos. Estos pequeños cristales crecen paralelos al eje del tubo y mostrando picos multi-romboédricos. Estos tubos constituyen mosaicos dolomíticos, entre los que aparecen biofilms que recubren los cristales o crean puentes entre ellos (Fig. 2A, flechas). La presencia de yeso lenticular es común entre estos cristales.

2.- **Cilindros de dolomita vacuolar.** Son cilindros de tamaños relativamente grandes (más de 40  $\mu\text{m}$  de largo y 15  $\mu\text{m}$  de ancho) (Fig. 2B). Internamente, según se aprecia en distintas secciones, están constituidos por bandas de dolomita con forma de conos encajados unos en otros que alternan con huecos. Los ápices de los conos se encuentran en el interior del cilindro mientras que su base se encuentra en los extremos del cilindro. Así, viendo los extremos se reconocen formas de anillos concéntricos (Fig. 2B, flechas). La parte externa del cristal tiene un aspecto poliédrico formado por la aglomeración de pequeños cristales de dolomita (más de 5  $\mu\text{m}$ ) con forma rómbica. Los cilindros suelen estar total o parcialmente recubiertos por una fina película de arcillas fibrosas. Estos cristales no suelen aparecer aislados, sino que aparecen formando la matriz de rocas dolomíticas que tienen yesos lenticulares o sus pseudomorfos.

3.- **Romboedros de dolomita.** Constituyen mosaicos en los cuales los cristales tienen tamaños de 0.3 a 8  $\mu\text{m}$ . Las superficies de los cristales están bien definidas, aunque en algunos casos aparecen romboedros más pequeños constituyendo la superficie del cristal o aparecen huecos de forma rómbica (Fig. 2C). Los núcleos pueden estar huecos total y/o parcialmente. En muchos cristales se observan superficies con pequeñas irregularidades y filamentos que recuerdan a formas bacterianas.

Muchos de estos mosaicos de romboedros de dolomita están mezclados con arcillas fibrosas que crecen entre los cristales, los recubren y parecen en ocasiones fusionarse. Pueden aparecer asociados a cristales de yeso.

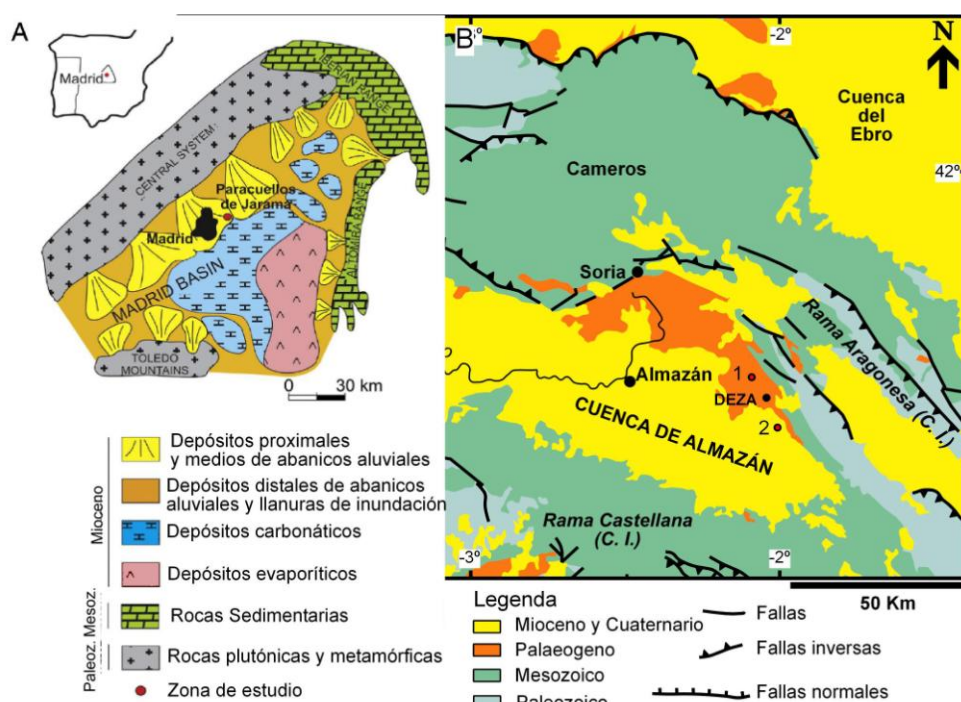


FIGURA 1. Situación de la Cuenca de Madrid (A) y la Cuenca de Almazán, (B) donde se encuentran las sucesiones estudiadas. Paracuellos, (Madrid); Miñana (1) y Umbría del Cerro (2) (Almazán).

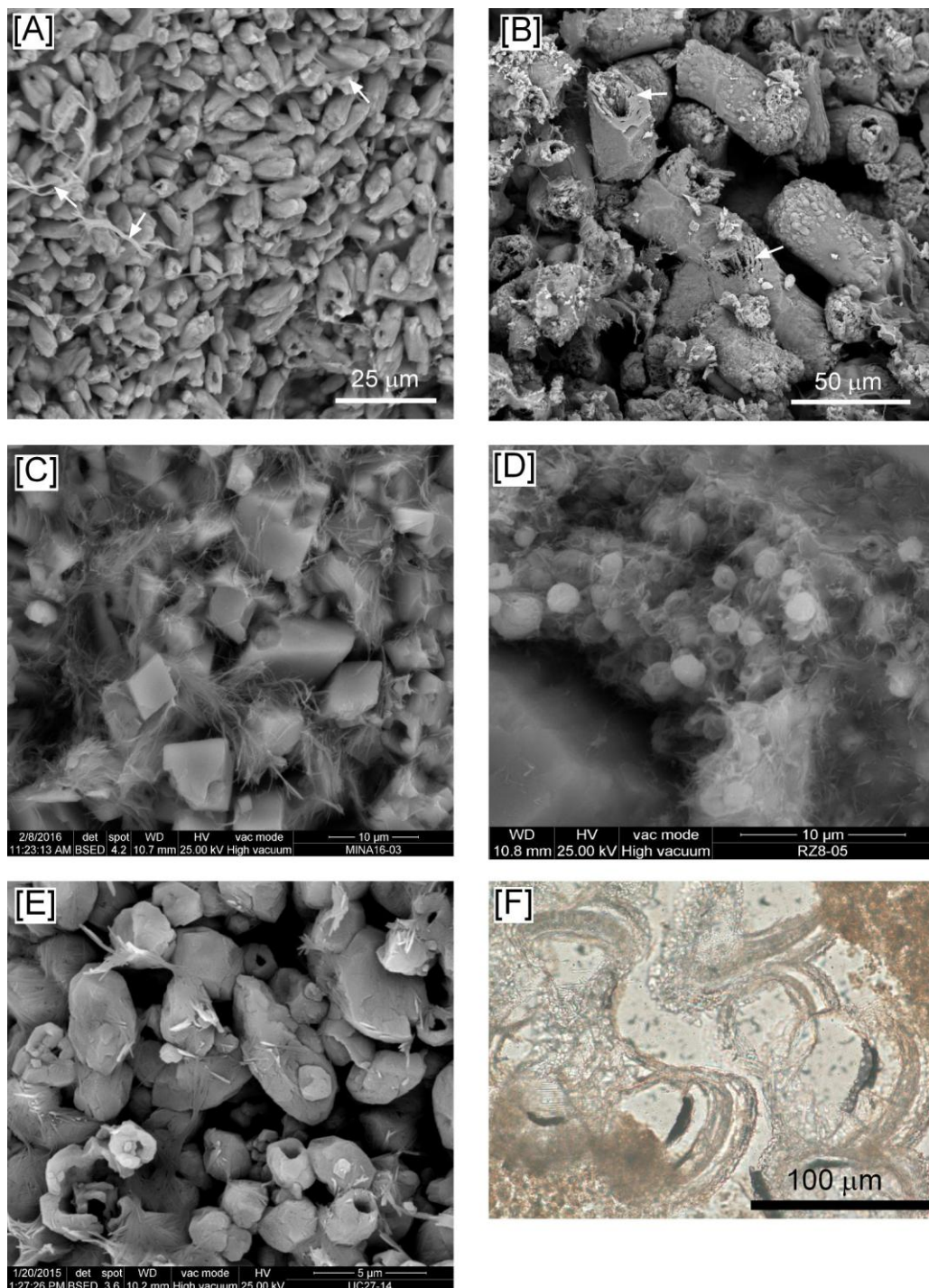


FIGURA 2. Morfotipos de dolomita. A) Tubos de dolomita. Las flechas señalan fibras orgánicas. B) Cilindros de dolomita vacuolar. Las flechas muestran la estructura interna de los cilindros. C) Romboedros de dolomita junto con fibras de palygorskita. D) Cristales de dolomita esferoideal junto con fibras de palygorskita. E) Cristales de dolomita con forma de capullo. F) Dolomita en mancuerna.

4.- **Cristales de dolomita esferoideal.** Son cristales con morfologías esféricas. El diámetro de estos cristales varía desde 4 a 25 µm (Fig. 2D). A menudo tienen núcleos huecos con formas romboédricas o esferoideales. Algunos cristales muestran una estructura de cristales fibroso-radiados que en ocasiones se disponen formando un patrón de reloj arena. La

mayoría de estos esferoides fibroso-radiados poseen una corteza transparente de dolomita con 1-2 µm de grosor. En otros casos no muestran estructura interna.

5.- **Cristales de dolomita con forma de capullo.** Tienen formas ovoideas de 3-6 µm de largo y núcleos huecos (Fig. 2E). Están constituidos por agregados de pequeños cristales de tamaños inferiores a 1 µm y que

parecen disponerse en torno al hueco. Están cubiertos y entremezclados con arcillas fibrosas.

6.- **Dolomita en mancuerna.** Son cristales con dos extremos subesféricos unidos. Están constituidos por bandas curvas de dolomita de unas 10-30  $\mu\text{m}$  separadas por bandas huecas del mismo orden de tamaño entre ellas (Fig. 2F). Aparecen asociadas a raíces.

Estos morfotipos no se distribuyen por igual en los dos ambientes estudiados. En las dolocretas el tipo dominante son los romboedros de dolomita, pero también son comunes la dolomita esferoidal y en mancuerna, que aparecen asociadas a raíces. Por el contrario en los ambientes lacustres la variedad de tipos de cristales de dolomita es mayor, y los que aparecen en dolocretas también se encuentran en depósitos lacustres, aunque no ocurre al revés. En depósitos lacustres los cristales de dolomita aparecen corroyendo a lenticulas de yeso, y en ambos ambientes están asociados con arcillas fibrosas.

## DISCUSIÓN

Los cristales con morfología en mancuerna descritos en dolocretas y los tubos, cilindros de dolomita vacuolar, esferoides y formas de capullo descritos en depósitos lacustres pueden interpretarse como formas bióticas aunque esta asignación podría ser muy discutible ya que no todas las formas esféricas lo son, como ocurre con la calcita (Mercedes-Martín et al., 2016). Las morfologías de tubos y las de cilindros de dolomita vacuolar son formas poco descritas en la literatura científica, aunque son similares a las mostradas por Leguey et al. (2010) en el Mioceno de la Cuenca de Madrid. Estas dos morfologías de dolomita muy probablemente se forman con participación microbiana (Bustillo et al., 2016), ya que están asociadas a biofilms. Sin embargo texturas similares se pueden formar inorgánicamente debido al efecto catalizador de arcillas magnesianas (Martín-Pérez et al., 2015).

La mayor presencia de cristales de dolomita que recuerdan formas orgánicas en depósitos lacustres pudiera estar relacionada con la mayor abundancia y diversidad de comunidades de microorganismos que en dolocretas. En éstas, la mayor concentración de dolomita con rasgos orgánicos (mancuernas) se produce en zonas próximas a las raíces donde la actividad orgánica dentro del suelo es mayor.

Como conclusión señalaremos que todas las texturas descritas aparecen sistemáticamente en ambientes lacustres o edáficos, alcalinos y muy ricos en magnesio. Es muy difícil asignar un origen biótico o abiótico a muchas de las texturas de dolomita que se han reconocido. Y en muchos casos, tal y como se discute en la literatura, los dos tipos de procesos van muy unidos. No obstante, sí parece haber una mayor presencia de dolomita biogénica en ambientes o microambientes con una mayor abundancia de microorganismos, como son las zonas lacustres

someras o las áreas adyacentes a los sistemas radiculares.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación CGL-2011-27826-CO2-02 y CGL2014-54818-P del Ministerio de Economía y Competitividad.

## REFERENCIAS

- Bustillo, M.A., Armenteros, I. y Huerta, P. (2016, en prensa): Dolomita bacteriana en facies carbonatoyesíferas de lagos efimeros (Formación Deza, Eoceno superior, Cuenca de Almazán). *Geogaceta*, 59.
- Casado, A.I., Alonso-Zarza, A.M. y La Iglesia, Á. (2014): Morphology and origin of dolomite in paleosols and lacustrine sequences. Examples from the Miocene of the Madrid Basin. *Sedimentary Geology*, 312: 50-62.
- Huerta, P. (2007): *El Paleógeno de la cuenca de Almazán. Relleno de una cuenca piggyback*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, Salamanca, 340 pp.
- Leguey S., de León D.R., Ruiz A.I., y Cuevas J. (2010): The role of biomineralization in the origin of sepiolite and dolomite. *American Journal of Science*, 310: 165-193.
- Martín-Pérez, A., Alonso-Zarza, A. M., La Iglesia, Á., y Martín-García, R. (2015): Do magnesian clays play a role in dolomite formation in alkaline environments? An example from Castañar Cave, Cáceres (Spain). *Geogaceta*, 57: 15-18.
- Mercedes-Martín, R., Rogerson, M.R., Brasier, A.T., Vonhof, H.B., Prior, T.J., Fellows, S.M., Reijmer, J.J.G., Billing, I. y Pedley, H.M. (2016): Growing spherulitic calcite grains in saline, hyperalkaline lakes: Experimental evaluation of the effects of Mg-clays and organic acids. *Sedimentary Geology*, 335: 93-102.
- Roberts, J.A., Kenward, P.A., Fowle, D.A., Goldstein, R.H., González, L.A. y Moore, D.S. (2013): Surface chemistry allows for abiotic precipitation of dolomite at low temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(36): 14540-14545.
- Sanz-Montero, M.E., Rodríguez-Aranda, J.P. y 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. *Journal of Sedimentary Research*, 76(12): 1257-1266.
- Vasconcelos, C. y McKenzie, J.A. (1997): Microbial mediation of modern dolomite precipitation and diagenesis under anoxic conditions (Lagoa Vermelha, Rio de Janeiro, Brazil). *Journal of Sedimentary Research*, 67(3): 378-390.