

# Interacción de Anhidrita con Soluciones Acuáticas que Contienen Plomo. II. Relaciones Epitaxiales entre Anhidrita y Anglesita

JUAN MORALES SÁNCHEZ (1), JOSÉ MANUEL ASTILLEROS (1,2,\*), AMALIA JIMÉNEZ (3), LURDES FERNÁNDEZ-DÍAZ (1,2)

(1) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Universidad Complutense de Madrid. 28040, Madrid (España)

(2) Instituto de Geociencias (UCM-CSIC). Facultad de CC. Geológicas, Madrid (España)

(3) Facultad de Geología. Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco s/n. 33005 Oviedo (España)

## INTRODUCCIÓN.

La interacción de la superficie de cristales de anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ) con soluciones acuosas que contienen plomo conduce a la precipitación de anglesita ( $\text{PbSO}_4$ ). Esta precipitación es consecuencia de la disolución parcial de la superficie de los cristales de anhidrita, la liberación de sulfato y calcio a la fase acuosa y la reacción entre el sulfato y el plomo disuelto para formar anglesita. Morales et al. (2011) discuten en este mismo volumen la evolución fisicoquímica del sistema durante el desarrollo de este proceso, que conduce a una significativa eliminación del plomo disuelto de la fase acuosa. Aunque parte de la reacción entre sulfato y plomo tiene lugar en el volumen de la solución, la mayoría de los cristales de anglesita se forman sobre la superficie de los cristales de anhidrita, mostrando relaciones cristalográficas definidas con la misma. En este trabajo se analizan las relaciones epitaxiales observadas entre anglesita (grupo espacial  $Pnma$ ) y anhidrita (grupo espacial  $Amma$ ) cuando la solución acuosa que contiene plomo se ha puesto en contacto con las principales superficies de exfoliación de la anhidrita: (100), (010) y (001).

## EXPERIMENTAL.

Se han realizado experimentos de interacción entre cristales de anhidrita y soluciones acuosas que contenían plomo. Los cristales de anhidrita procedían de un mismo ejemplar procedente de Naica, Chihuahua, (México) el cual fue orientado inicialmente mediante un microscopio petrográfico analizando las figuras de interferencia y exfoliado según las superficies (100), (010) y (001). La exfoliación de los cristales se hizo de modo que la cara a estudiar tuviese

unas dimensiones de 0,25 a 0,5  $\text{cm}^2$ , y el resto de caras no superasen 1 mm de espesor. Las soluciones de interacción fueron preparadas con un reactivo comercial de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  de forma que la concentración en plomo fuera de 1000 mg/L. Los cristales fueron depositados en un reactor, en el cual se añadieron 5 mL de solución y cerrado durante periodos de interacción de  $\approx 2$  horas. Una vez transcurrido el periodo de interacción previsto, los cristales fueron extraídos y secados a temperatura ambiente. Posteriormente los cristales fueron observados mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y Microscopía de Emisión de Campo (FEG) con análisis mediante energías dispersivas de rayos X (EDX).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los cristales de anglesita que crecen sobre la superficie (100) de la anhidrita muestran un hábito dominado por las

formas {210} y {101}, que aparecen bien desarrolladas, y la forma {001}, que muestra un desarrollo menor. La relación epitaxial está controlada por el paralelismo entre los planos (100) de la anhidrita y (001) de la anglesita, con  $[010]_{\text{anh}} \parallel [120]_{\text{angl}}$ . A lo largo de estas direcciones, el desajuste lineal es de  $\approx 2\%$ . Los elementos de simetría del sustrato de anhidrita (dos planos  $m$  y un eje de rotación binario perpendiculares a (100)) determinan que, con esta relación epitaxial específica, los cristales de anglesita se puedan disponer sobre el sustrato de anhidrita con dos orientaciones diferentes. Estas orientaciones se muestran en la Fig. 1. El crecimiento de cristales de anglesita con distintas orientaciones conduce a la coalescencia de los mismos. El resultado es el desarrollo de maclas inducidas, cuya ley de macla corresponde a los elementos de simetría del sustrato de anhidrita que

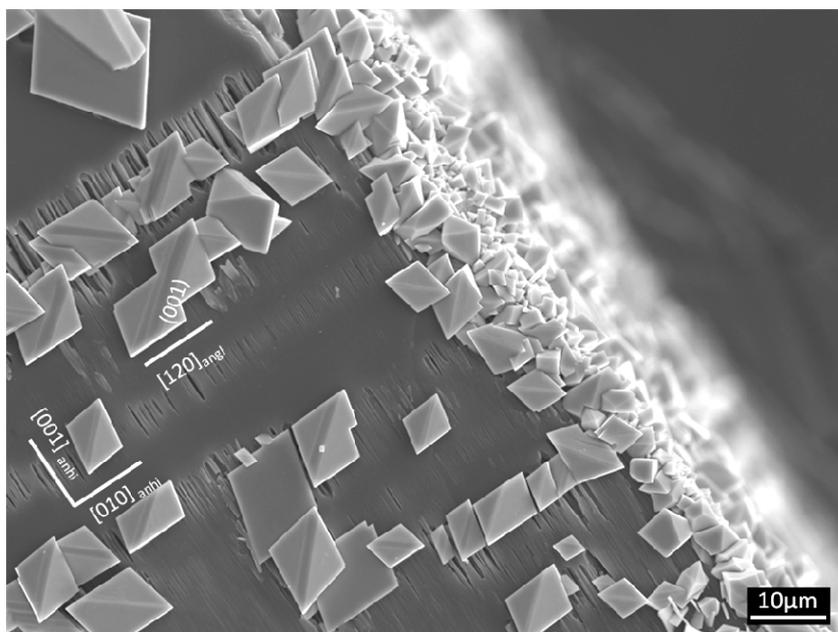


Fig. 1. Imagen obtenida mediante MEB de la superficie (100) de anhidrita.

**Palabras clave:** Anhidrita, Anglesita, relaciones epitaxiales.

**key words:** Anhydrite, anglesite, epitaxial relationships.

resumen SEM 2011

\* corresponding author: [jmastill@geo.ucm.es](mailto:jmastill@geo.ucm.es)

se han mencionado anteriormente. Existen diferencias en la densidad de cristales de anglesita sobre la superficie de anhidrita en función de la cara estudiada, siendo mayor la densidad sobre la cara (001), y la menor sobre la cara (010). El hábito de los cristales de anglesita que crecen sobre la superficie (001) de la anhidrita difiere del que muestran cuando crecen sobre la superficie (100), aunque en ambos casos está definido por las mismas formas cristalográficas. Aunque la forma predominante sigue siendo {210}, la forma (001) aparece mucho más desarrollada. Los cristales de anglesita también crecen orientados sobre la superficie (001) de la anhidrita. En este caso, los planos de epitaxia son  $(001)_{\text{anhi}} \parallel (210)_{\text{angl}}$ , las direcciones  $\langle 001 \rangle_{\text{angl}}$  y  $\langle 120 \rangle_{\text{angl}}$  se disponen indistintamente paralelas a  $[100]_{\text{anhi}}$  o  $[010]_{\text{anhi}}$ . Los desajustes calculados son de un 0% para  $[001]_{\text{angl}} \parallel [100]_{\text{anhi}}$ ,  $[010]_{\text{angl}} \parallel [010]_{\text{anhi}}$  y de un  $\approx 2\%$  para  $\langle 120 \rangle_{\text{angl}} \parallel [100]_{\text{anhi}}$ ,  $[010]_{\text{angl}} \parallel [100]_{\text{anhi}}$ . La Fig. 2 muestra un detalle de la superficie (001) de un cristal de anhidrita sobre la cual se pueden distinguir cristales de anglesita con cuatro orientaciones distintas con el sustrato. Al igual que se ha descrito para el caso de la superficie (100) de los cristales de anhidrita, el crecimiento y coalescencia de los cristales de anglesita conduce a la formación de maclas inducidas, cuya ley de macla deriva de los elementos de simetría del sustrato. También en este caso, estos elementos de simetría son dos planos  $m$  y un eje de rotación 2 (Fig. 3). El fenómeno de formación de

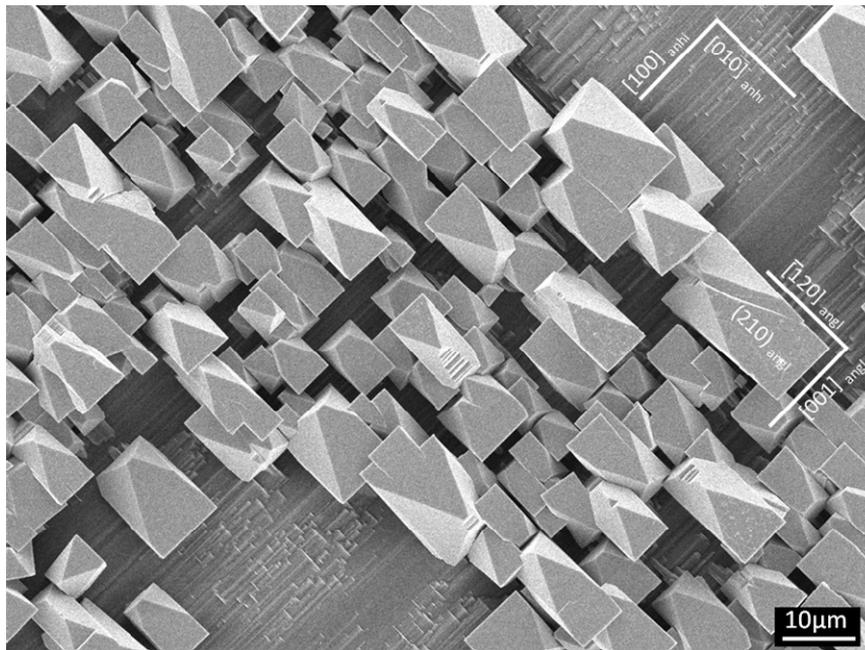


fig 2. Imagen obtenida mediante FEG de la superficie (001) de anhidrita.

maclas durante un proceso de disolución- cristalización, controlado por la simetría del sustrato, ha sido descrito y discutido de manera extensa por Pinto et al. (2009) y Pinto et al. (2010) para el caso del crecimiento de brushita ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) sobre la superficie de exfoliación de yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

**CONCLUSIONES.**

La similitudes estructurales existentes entre la anhidrita y anglesita, permite que el sobrecrecimiento ordenado de una fase sobre otra sea posible. Un estudio a nanoescala permitirá ampliar

la información sobre el mecanismo de crecimiento que controla la formación de la epitaxia.

**AGRADECIMIENTOS.**

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2010-20134-C02-01 y CGL2010-20134-C02-02 (MICINN). Juan Morales agradece el disfrute de una beca FPI (MICINN). Agradecemos a los miembros de los Centros de Difracción de Rayos X y de Microscopía Electrónica y Citometría (Centros de Apoyo a la Investigación de la UCM) su asistencia técnica en el proceso de caracterización de las muestras.

**REFERENCIAS.**

Morales, J., Astilleros, J.M., Jimenez, A., Fernandez-Diaz, L. (2011): Interacción de anhidrita con soluciones acuosas que contienen plomo. I. Evolución fisicoquímica del sistema. Macla 14.  
 Pinto, A.J., Jimenez, A., Prieto, M. (2009): Interaction of phosphate-bearing solutions with gypsum: Epitaxy and induced twinning of brushite ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) on the gypsum cleavage surface. Am.Min., 94, 313-322.  
 Pinto, A.J., Ruiz-Agudo, E., Pinto, A. J.; Ruiz-Agudo, E.; Putnis, C.V.; Putnis, A.; Jiménez, A.; Prieto, M. (2010) Epitaxial growth of brushite ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) on gypsum cleavage surfaces: an AFM study. Am.Min., 95, 1747-1757.

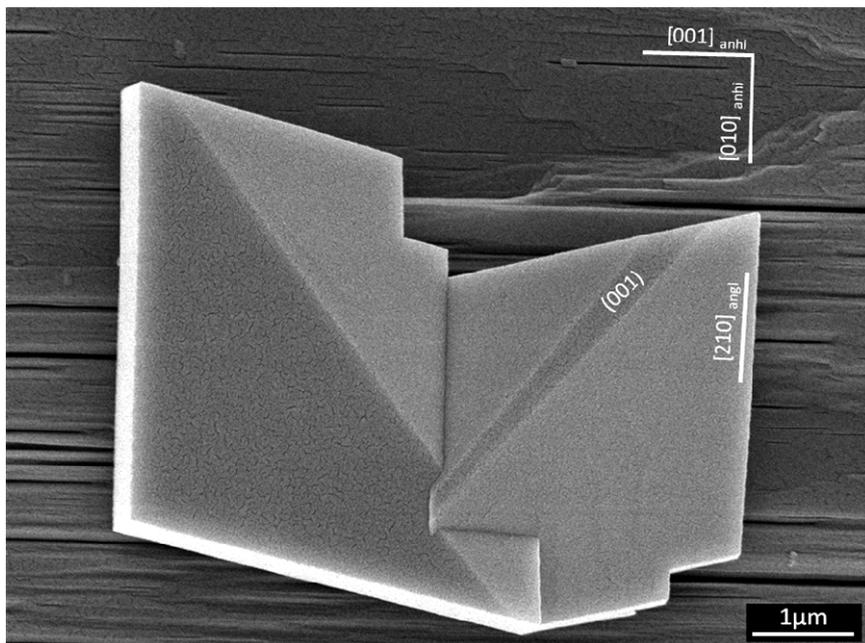


fig 3. Imagen obtenida mediante FEG de la superficie (001) de anhidrita.