

Influencia del tratamiento mecanoquímico en las propiedades estructurales, composicionales y texturales de la magnesita

Pedro Álvarez Lloret (1*), André Jorge Pinto (2), María de Uribe-Zorita (1), Javier F. Reynes (3)

(1) Departamento de Geología, Facultad de Geología, Universidad de Oviedo, 33005, Oviedo (España)

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)

(3) Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, Facultad de Química, Universidad de Oviedo, 33005, Oviedo (España)

* corresponding author: pedroalvarez@uniovi.es

Palabras Clave: Magnesita, Mecanoquímica, Textura, Microestructura. **Key Words:** Magnesite, Mechanochemistry, Texture, Microstructure.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de alteración mecanoquímica, a través de procedimientos de ultramolienda o trituración, se han consolidado como una alternativa eficaz a la activación térmica de materiales para la modificación de sus propiedades físico-químicas (Reynes et al., 2024). Esta metodología es capaz de producir alteraciones a nivel microestructural, transiciones polimórficas e incluso amorfización, mediante mecanismos de reorganización impulsada por esfuerzos mecánicos controlados, lo que la convierte en un procedimiento idóneo para la transformación y síntesis de nuevos materiales (Marcos et al., 2025). El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la influencia de procesos de alteración mecanoquímicos controlados mediante el tiempo de tratamiento sobre las propiedades estructurales, texturales y composicionales de la magnesita, con el propósito de determinar su potencial para optimizar el uso de este mineral en distintas aplicaciones industriales, entre ellas la obtención de magnesio metálico, la fabricación de materiales refractarios y cerámicos, o en estrategias de captura y almacenamiento de CO₂ por carbonatación mineral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de magnesita utilizadas en este estudio proceden del yacimiento de Rubián, ubicado al sur de la localidad de Sarria (Lugo, España). Estas muestras fueron sometidas a molienda en seco en un molino mezclador modelo Retsch MM 400, a una frecuencia de 30 Hz. En cada ensayo se emplearon aproximadamente 3 gramos de muestra y se aplicaron cinco tiempos de tratamiento mecanoquímico: 10, 20, 30, 60 minutos y 2 horas (muestra: MgCar_Xmin/h). Adicionalmente, se empleó una muestra control molida manualmente en mortero de ágata y separada mediante tamizado entre 180 µm a 125 µm (muestra: MgCar_Ctrl). La caracterización de las propiedades texturales, microestructurales y composicionales de los productos obtenidos se llevó a cabo mediante técnicas analíticas complementarias, incluyendo espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier con reflectancia total atenuada (FTIR-ATR; composición molecular), difracción de rayos X (DRX; parámetros de celda y tamaño del cristalito), microscopía electrónica de barrido (MEB; tamaño de partícula y estado de agregación) y análisis de superficie específica por el método BET.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento mecanoquímico aplicado a la magnesita produjo modificaciones significativas en sus propiedades texturales y morfológicas. Las observaciones realizadas empleando MEB mostraron una reducción progresiva del tamaño de partícula, acompañada de la agregación de las partículas más finas generadas a tiempos de molienda elevados (Fig. 1). Este fenómeno puede atribuirse a la tendencia de dichas partículas a interactuar entre sí para disminuir su energía libre superficial. Asimismo, los resultados obtenidos mediante BET mostraron un aumento de la superficie específica con el tiempo de tratamiento. Este efecto es especialmente relevante en aplicaciones que dependen de la reactividad superficial del sólido, como la transformación térmica, los procesos de carbonatación o su uso como precursor en la obtención de materiales funcionales.

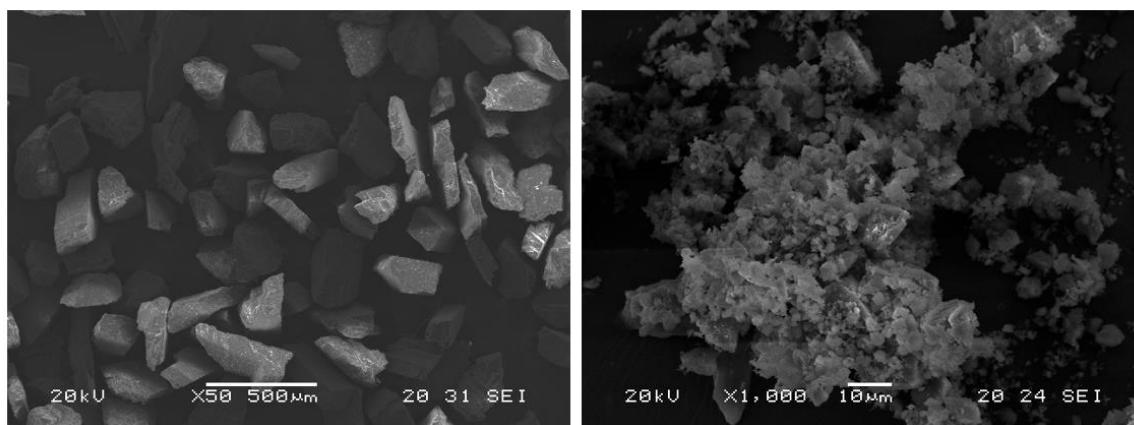


Fig 1. Observaciones mediante microscopía electrónica de una muestra de magnesita control (izquierda) y tras aplicar tratamiento de alteración mecanoquímica durante 2 horas (derecha), identificándose una considerable reducción del tamaño de partícula.

En el espectro FTIR se observan las bandas características del carbonato, asociadas a los modos vibracionales del grupo CO_3^{2-} , cuya intensidad y definición disminuyen progresivamente con el aumento del tiempo de molienda (Fig. 2a). Este comportamiento sugiere una alteración de la estructura local (a nivel molecular) de la magnesita y una pérdida de orden estructural inducida por el tratamiento mecanoquímico. Por otra parte, los patrones de DRX muestran una disminución de intensidad y un ensanchamiento progresivo de los picos a medida que aumenta el tiempo de tratamiento, particularmente en la reflexión (104) (Fig. 2b). Estos cambios indican una reducción de la cristalinidad, coherente con la generación de defectos estructurales, la disminución del tamaño de dominio cristalino y el aumento del desorden inducido por la molienda. Estos resultados muestran una alteración estructural de la magnesita que podría afectar a su comportamiento fisicoquímico y a su reactividad en procesos posteriores (p.ej., recarbonatación mineral).

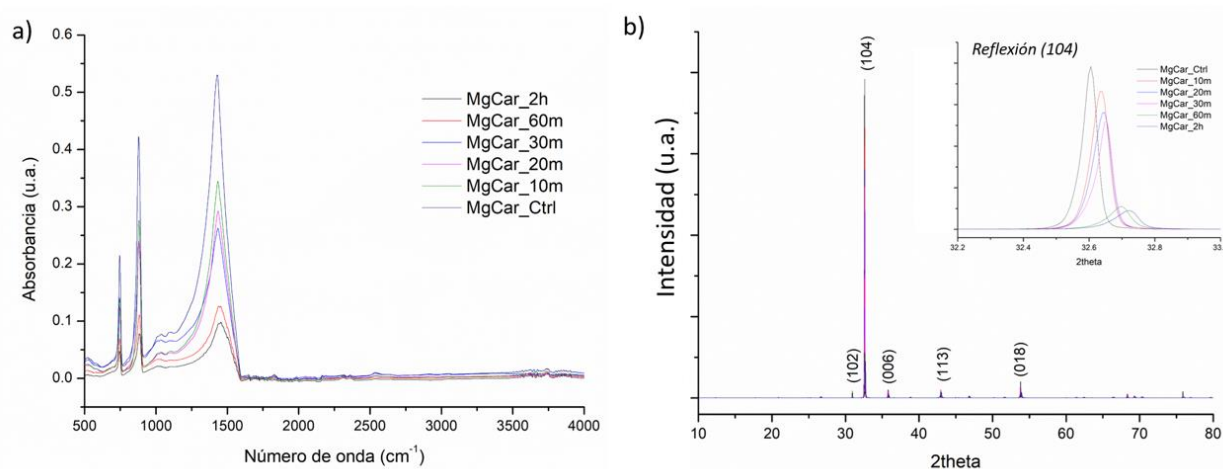


Fig 2. Resultados del tratamiento mecanoquímico de las muestras de magnesita: ATR-FTIR (a; izquierda) y DRX (b; derecha).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través del proyecto PID2024-161146OB-C22. Los autores agradecen la colaboración de Nicolás Palacios durante la preparación de las muestras.

REFERENCIAS

- Marcos, C., Reynes, J.F., Álvarez-Lloret, P. (2025): Mechanochemical treatments of commercial vermiculites. *Minerals*, **15**, 383. DOI: 10.3390/min15040383.
- Reynes, J.F., Leon, F., García, F. (2024): Mechanochemistry for Organic and Inorganic Synthesis. *ACS Org. Inorg. Au*, **4**(5), 432-470. DOI: 10.1021/acsorginorgau.4c00001.