

# INFLUENCIA DE LA HIDRATACIÓN-DESHIDRATACIÓN DEL MgO EN SUS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y DE CAPTURA DE CO<sub>2</sub>

Imbachi-Gamba, Carlos Fernando<sup>1</sup>

*Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE-CONICET), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe (3000), Argentina*

Director/a:  
Múnera, John

Codirector/a:  
Cornaglia, Laura

Área: Ingeniería

**Palabras claves:** MgO, captura de CO<sub>2</sub>, Hidratación.

## INTRODUCCIÓN

La crisis climática ha llevado a la sociedad a la búsqueda de nuevas fuentes de energía alternativas, así como a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a procesos y tecnologías empleadas en la actualidad. Una de las formas que se ha estudiado para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, principal gas de efecto invernadero, es la captura del mismo a través de materiales sólidos. Dependiendo del rango de operación del proceso de captura, se debe elegir un sorbente diferente, entre los cuales se encuentran las zeolitas, MOF's, y materiales basados en Mg y Ca, entre otros [1]. En el caso particular de la captura a temperaturas intermedias (300-350°C), el MgO es un material que posee propiedades que lo hacen apto para su uso en la captura, dado que posee una capacidad teórica de captura cercana a los 25 mmol<sub>CO2</sub>/g [2]. Diferentes estudios han obtenido materiales basados en MgO dopados con altos porcentajes de sales de Na (>50% m/m) cuya capacidad ronda los 20 mmol<sub>CO2</sub>/g [3], el rol de las sales fundentes de Na (y otros metales alcalinos) es el de mejorar el contacto entre el CO<sub>2</sub> y el MgO durante la captura. Por otra parte, algunos estudios han demostrado que modificaciones de las propiedades fisicoquímicas del MgO, así como de su morfología, pueden conducir a una mejoría en su capacidad de captura de CO<sub>2</sub> [4,5]. Por lo tanto, en este trabajo se propone modificar el MgO mediante un tratamiento de hidratación-deshidratación con el fin de evaluar su efecto sobre la capacidad del sorbente en la captura de CO<sub>2</sub> a temperaturas intermedias.

## OBJETIVOS

Determinar la influencia de la hidratación-deshidratación en sorbentes basados en MgO, sobre sus propiedades fisicoquímicas y su aplicación como material de captura de dióxido de carbono a temperaturas entre 300-350°C.

Título del proyecto: Captura y utilización de dióxido de carbono proveniente de fuentes de gas natural no convencionales
Instrumento: PICT
Año convocatoria: 2018
Organismo financiador: MINCYT
Director/a: Múnera, John

## METODOLOGÍA

### Materiales

Para el desarrollo del trabajo se empleó nitrato de magnesio hexahidratado ( $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , Merck, 99%), carbonato de potasio anhidro ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ , Cicarelli, 99%), nitrato de sodio ( $\text{NaNO}_3$ , Cicarelli, 99%), nitrito de sodio ( $\text{NaNO}_2$ , Cicarelli, 99%) y agua desionizada.

### Síntesis de materiales

El MgO se sintetizó mediante el método de precipitación, para ello se prepararon 100 mL de una solución de nitrato de magnesio 0.5 M, y se añadió gota a gota 50 mL de una solución de carbonato de potasio en concentración 1 M. La mezcla se dejó en agitación durante 30 min. Posteriormente, se dejó la suspensión en reposo sin agitación por 1 h. El material resultante se lavó y filtró hasta lograr pH neutro en el agua de lavado. Finalmente, el sólido se secó a 110°C por 14 h, y se calcinó a 500°C por 5 h con una rampa de temperatura de 1°C/min en aire estático. La muestra se denominó MgO.

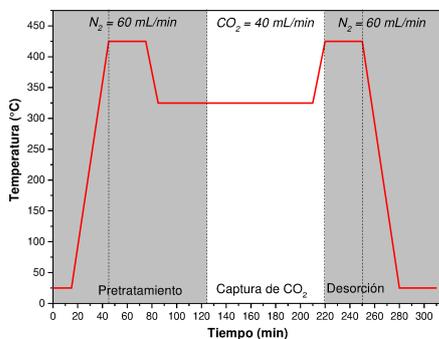
Para la modificación del MgO el sólido sintetizado se dispersó en agua desionizada calentada previamente a 45°C, se mantuvo la suspensión en agitación por 5 h. Posteriormente, el sólido se filtró y se llevó a una estufa a 110°C por 14 h. La calcinación de la muestra se llevó a cabo a diferentes condiciones de temperatura (400-600°C), tiempo (1-5 h) y rampa de calentamiento (1-5°C/min). La muestra de mejor desempeño se nombró MgO-Mod.

Por último, para las pruebas de captura de  $\text{CO}_2$ , las muestras de referencia y modificadas fueron impregnadas con una mezcla de  $\text{NaNO}_3$  y  $\text{NaNO}_2$  en relación molar 1:0.07:0.04, respecto al MgO, mediante impregnación a humedad incipiente. Después del secado, las muestras se sometieron a calcinación a 350°C por 1 h con una rampa de 1°C/min en flujo de Ar. Las muestras impregnadas de MgO y MgO-Mod tomaron como nombre AMS-MgO y AMS-MgO-Mod, respectivamente.

### Caracterización de los materiales

Las propiedades fisicoquímicas de los materiales fueron determinadas mediante difracción de rayos X (DRX), sortimetría de nitrógeno y microscopía electrónica de barrido (SEM).

### Pruebas de captura

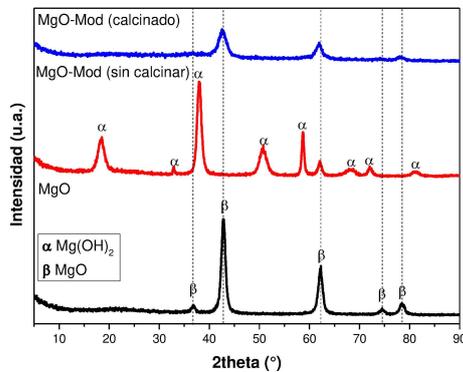


**Figura 1.** Condiciones de operación empleadas para la evaluación de sorbentes en la captura de  $\text{CO}_2$ .

Para determinar la capacidad de captura máxima de los sorbentes, se empleó un reactor de lecho fijo. 15 mg de material se cargaron en el reactor. La Figura 1 muestra el avance del proceso de captura, el cual se realizó en tres etapas. Durante el pretratamiento se empleó un flujo de inerte de  $\text{N}_2$ , en la etapa de captura el flujo consistió en 40 mL/min de  $\text{CO}_2$  puro, y en la desorción se empleó nuevamente  $\text{N}_2$ . El  $\text{CO}_2$  desorbido pasó a través de un metanador y la corriente fue analizada mediante un cromatógrafo de gases con detector FID.

La capacidad de captura de los sorbentes se determinó usando un factor de calibración y el área bajo la curva del pico obtenido en el cromatograma de CH<sub>4</sub>.

## RESULTADOS

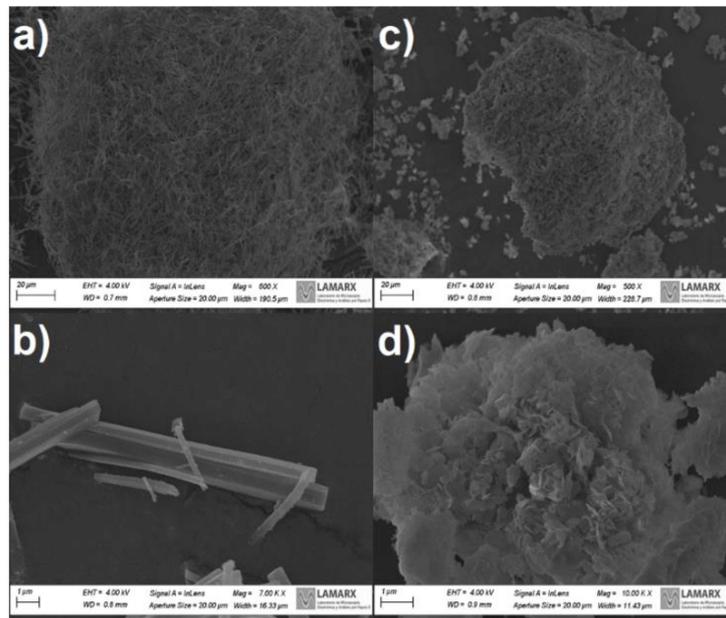


**Figura 2.** Difractogramas de rayos X de las muestras MgO y MgO-Mod.

La Figura 2 presenta los difractogramas de rayos X de la muestra MgO en las diferentes etapas de la modificación con agua desionizada, donde es posible observar que la muestra inicial (o de referencia) presenta los picos correspondientes a la fase periclasa del MgO. Después del tratamiento, la muestra MgO-Mod (sin calcinar), presenta una variación de su fase hacia el Mg(OH)<sub>2</sub>, sugiriendo que todo el sólido se hidrató, dado que no aparece ningún pico asociado al MgO. Finalmente, después de calentar la muestra, ésta recuperó su fase periclasa con una variación en ancho e intensidad de los picos.

Mediante sortimetría de nitrógeno fue posible determinar que el material MgO presenta un área superficial BET cercana a los 20 m<sup>2</sup>/g, mientras que, después de la modificación, el material obtuvo un área de 110 m<sup>2</sup>/g, aproximadamente; lo que deja en evidencia la influencia del tratamiento sobre la textura del sólido.

La morfología de las muestras fue analizada mediante SEM. En la Figura 3, se puede apreciar que el MgO de referencia (Figura 3a y 3b) presenta una morfología similar a bastones, mientras que las partículas del sólido MgO-Mod (Fig 3c y 3d) tienen forma de aglomerados de láminas del material, lo cual muestra que el tratamiento de hidratación-deshidratación cambió también la morfología del sólido.



**Figura 3.** Micrografías SEM de las muestras MgO (a y b) y MgO-Mod (c y d).

Los resultados de las pruebas de captura se muestran en la Figura 4. La muestra de referencia AMS-MgO presentó una capacidad máxima de captura de 12 mmol<sub>CO<sub>2</sub></sub>/g, aproximadamente, mientras que las muestras modificadas presentan una capacidad mínima de 14 mmol<sub>CO<sub>2</sub></sub>/g, mostrando un crecimiento del 15% respecto al MgO de referencia.

Después de realizar variaciones en los parámetros de temperatura, tiempo de calcinación, y de rampa de temperatura, se determinó que las condiciones más adecuadas para la calcinación del MgO-Mod son 400°C, 1 h y con una rampa de 1°C/min, con las cuales se obtuvo un material (AMS-MgO-Mod) cuya capacidad máxima de captura fue de 16 mmol<sub>CO2</sub>/g, aproximadamente.

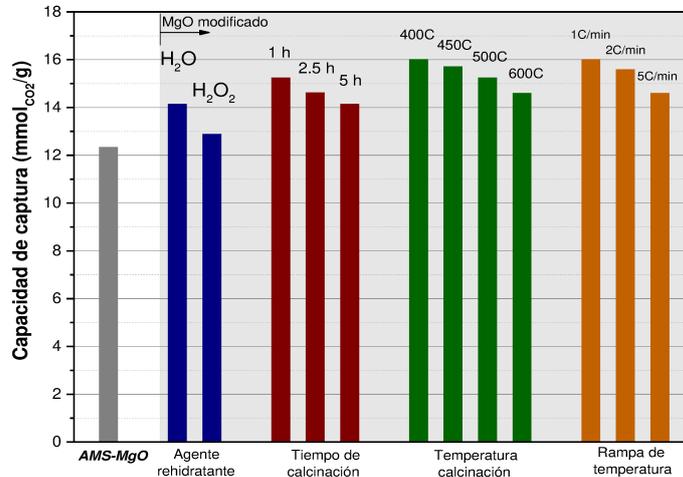


Figura 4. Resultados de las pruebas de captura de CO<sub>2</sub>.

Los resultados muestran que el tratamiento propuesto permite, no solo modificar las propiedades fisicoquímicas del material, sino también mejorar en un 30% la capacidad de captura del sorbente basado en MgO.

## CONCLUSIONES

Se sintetizó MgO mediante el método de precipitación con carbonato de potasio, se confirmó mediante DRX la presencia de la fase periclasa, así como también fue posible observar una variación en la fase cristalina del MgO después del tratamiento de hidratación-deshidratación con agua desionizada, donde el material presentó como fase intermedia la correspondiente al Mg(OH)<sub>2</sub>. La muestra tuvo un cambio en su morfología después del tratamiento, lo cual corrobora que no solo hubo cambio en la fase cristalina sino también en otras propiedades del material de referencia.

Finalmente, los sorbentes impregnados con sales de sodio fueron probados en la captura de dióxido de carbono a 325°C, los resultados mostraron una mejoría hasta del 30% en la capacidad máxima de captura del material modificado respecto a la muestra AMS-MgO empleada como referencia. Esto indica que el tratamiento no solo generó cambio en las propiedades físicoquímicas del MgO, sino también en su desempeño como sorbente. Cabe resaltar que el tratamiento de hidratación-deshidratación es sencillo y con un coste económico reducido, lo cual muestra su potencial y la importancia de seguir explorando dicho tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Dunstan, M. T., Donat, F., Bork, A.H., Grey, C.P., Müller, C.R., 2021. Chem. Rev., 121, 12681-12745.  
 Yang, X., Zhao, L., Li, X.; Xiao, Y., 2018. Curr. Pollut. Rep., 4, 13-22.  
 Harada, T.; Hatton, T.A., 2015. Chem. Mater., 27, 8153-8161.  
 Jin, S., Bang, G., Lee, C.H., 2020. J. CO<sub>2</sub> Util., 41, 101273.  
 Fan, A., Gao, H., 2021. Process Saf. Environ. Prot., 156, 361-372.