

SIMULACIÓN DE LA CAPTURA DE BIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) Y EVALUACION COMO AGREGADO DEL CEMENTO

Eva López Mérida, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ambiental, evlopezm@ipn.mx.

RESUMEN

Este proyecto pretende estudiar una tecnología de captura de CO₂, centrándose en el estudio postcombustión basado en materiales sólidos. La capacidad de captura de CO₂ para los materiales estudiados se sitúa entorno a los estudios publicados en la bibliografía. Siendo además que el comportamiento de los materiales sometidos al proceso de captura de CO₂ es constante, ya que perdura a lo largo de los ciclos, y reversible debido a la práctica totalidad de absorción y desorción de masa en este proceso. El método utilizado ha consistido en la simulación comparativa de dos materiales diferentes para evaluar la captura de CO₂ y demostrar la eficiencia de esta. Al mismo tiempo optimizar el proceso del cemento en la etapa de descarbonatación; introduciendo agregados del cemento; reduciendo las emisiones de CO₂ convencionales durante su fabricación.

Palabras clave: absorción, desorción, descarbonatación, optimización. Olivina, zeolita.

1. Introducción

La captura de dióxido de carbono (CO₂) es un tema de actualidad, debido a los problemas que causan las emisiones de este gas en el medio ambiente. Los cuales radican en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el calentamiento global de la tierra.

Los que generan mayores emisiones de contaminantes y particularmente CO₂ son los equipos de combustión industriales, como los que se muestran en la tabla 1.

Proceso	No.de fuentes	Emisiones(MtCO ₂ /año
Combustibles Fósiles		
Energía	4942	10539
Producción Cemento	1175	932
Refinerías	638	798
Industria de Siderúrgica	269	646
Industria Petroquímica	470	379
Refinado de Petróleo y gas	No disponible	50
Otras Fuentes	90	33
Biomasa		
Bioetanol y Bioenergía	303	91
Total	7887	13468

Tabla 1 perfil por procesos o actividades industriales de las grandes fuentes estacionarias de CO₂ de todo el mundo con emisiones de más de 0,1 millones de toneladas de CO₂ (MtCO₂) al año. Fuente Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Con el objetivo de reducir dichas emisiones se están desarrollando nuevos métodos y materiales sintéticos para la captura de CO₂. En la actualidad existe un consenso científico que desarrolla tecnologías para capturar, transportar y almacenar el CO₂.

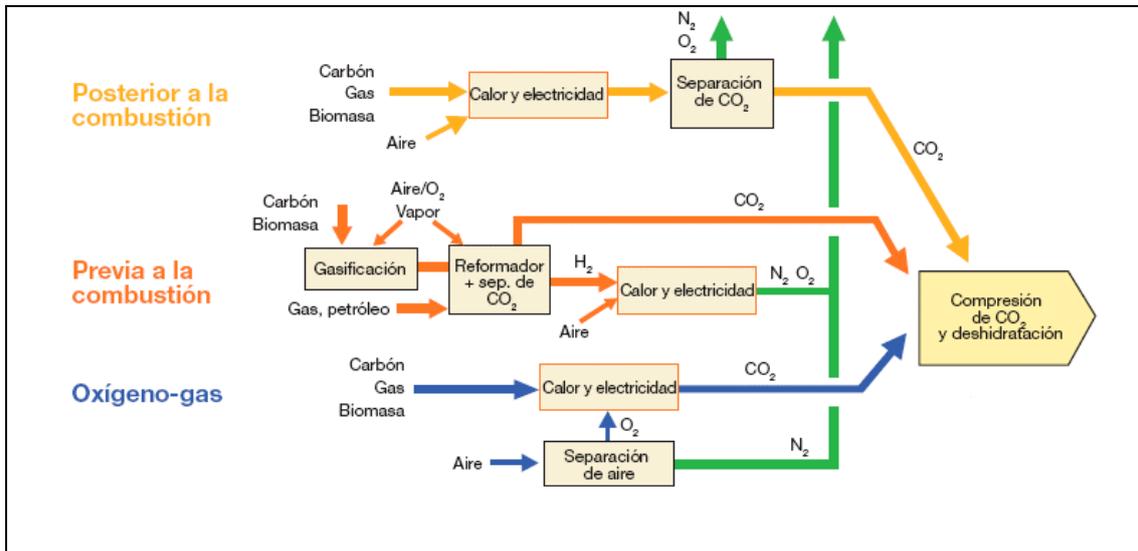


Figura 1 Informe 2010 del ITC-AICE: Esquema de las tecnologías de captura de CO₂

Respecto al proceso de post-combustión, este consiste en tres etapas principales:

1. Capturar el CO₂ en su fuente, separándolo de los otros gases que se generan en los procesos industriales.
2. Transportar el CO₂ capturado a un lugar de almacenamiento apropiado (normalmente de forma comprimida).
3. Almacenar el CO₂ fuera de la atmósfera durante un largo periodo de tiempo, por ejemplo en formaciones geológicas subterráneas, en las profundidades oceánicas o dentro de ciertos compuestos minerales.

2. Metodología

2.1. Descripción del sistema experimental

La calcinación es una reacción endotérmica, que necesita de altas temperaturas (entorno a los 900°C) para que pueda producirse, mientras que la carbonatación es exotérmica, que se lleva a cabo de 600-700°C para favorecer la cinética.

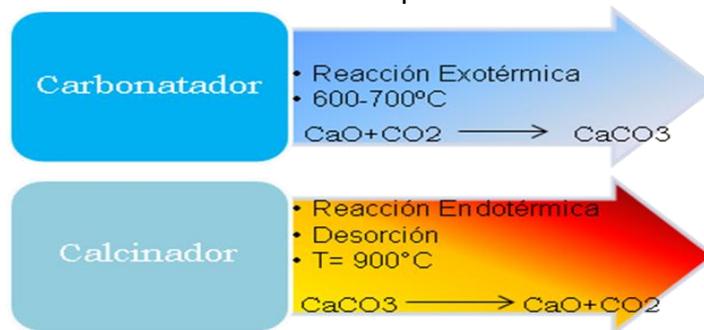


Figura 3 proceso carbonatación-calcinación

El proceso de captura de CO₂ simulado, en PROII se llevo a cabo en las condiciones óptimas con respecto a las que actualmente se están estudiando experimentalmente [1].

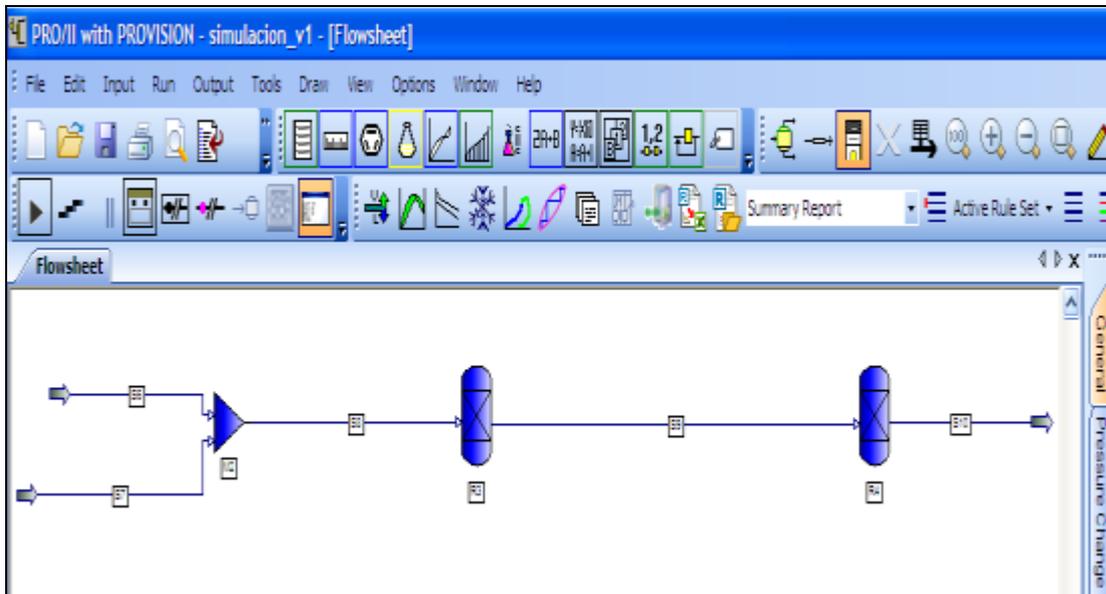
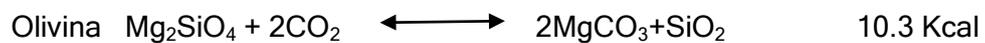


Fig 4 Simulación en un ciclo Calooping

COMPONENT	RATES, KG-MOL/HR			FRACTION CONVERTED
	FEED	CHANGE	PRODUCT	
1 CO2	26.8943	46.2115	73.1059	
2 CAO	26.8943	46.2115	73.1059	
3 CACO3	73.1057	-46.2115	26.8941	0.6321
TOTAL	126.8943	46.2115	173.1059	

El CO₂ puede adoptar casi permanentemente una forma sólida mediante reacciones químicas con ciertos minerales extraídos que se encuentran en la naturaleza (proceso llamado carbonatación mineral).



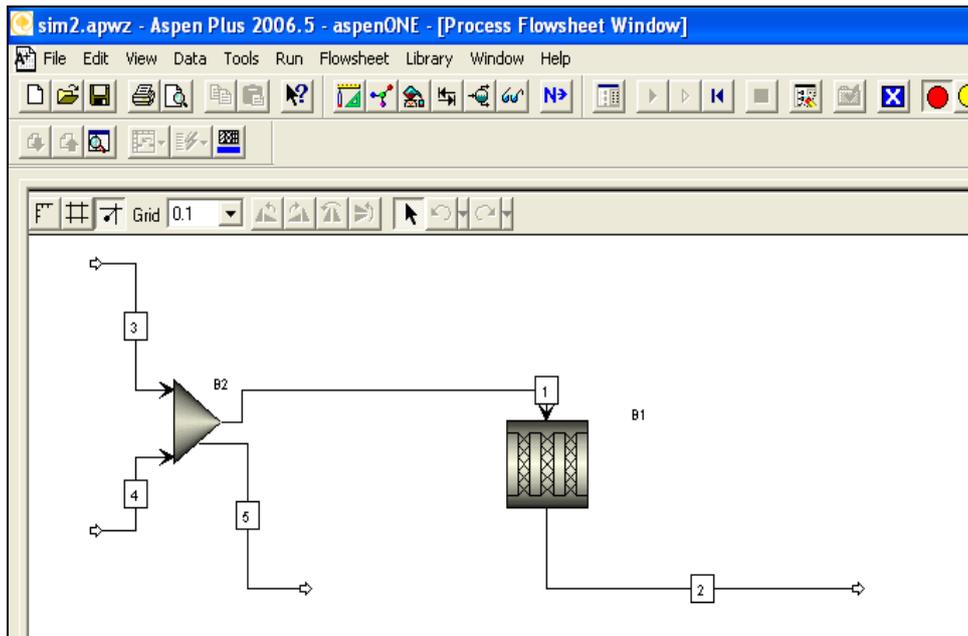


Fig. 5 Simulación del sistema Mg_2SiO_4 - CO_2 - $2H_2O$

The screenshot shows the Aspen Plus 2006.5 Components - Data Browser window. The window title is "sim1.apwz - Aspen Plus 2006.5 - aspenONE - [Components - Data Browser]". The left pane shows a tree view of components, with "B4" selected. The right pane shows a table of defined components.

Component ID	Type	Component name	Formula
CARBD-01	Conventional	CARBON-DIOXIDE	CO2
MAGNE-01	Conventional	MAGNESIUM-ORT	MG2SIO4
MAGNE-02	Conventional	MAGNESIUM-CAR	MGCO3
SILIC-01	Conventional	SILICON-DIOXIDE	SIO2
WATER	Conventional	WATER	H2O
(MGCO-01	Conventional	(MGCO3)3*MG(OH	MG4C3O14H8
H4SIO-01	Conventional	H4SIO4	H4SIO4
*			

Fig. 6 Componentes de la simulación del sistema Mg_2SiO_4 - CO_2 - $2H_2O$

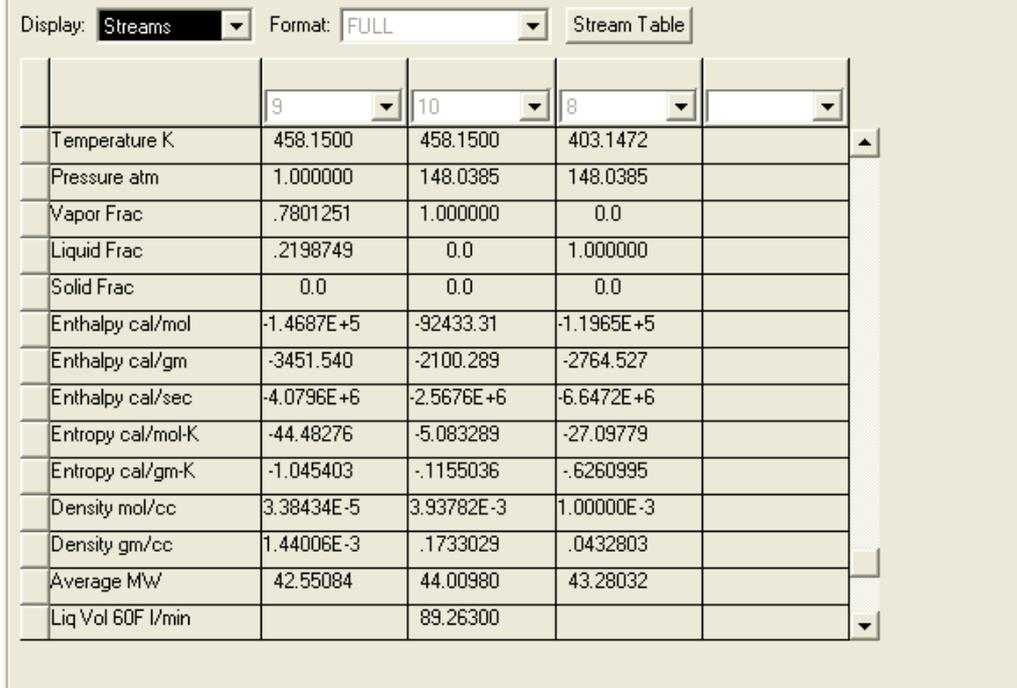
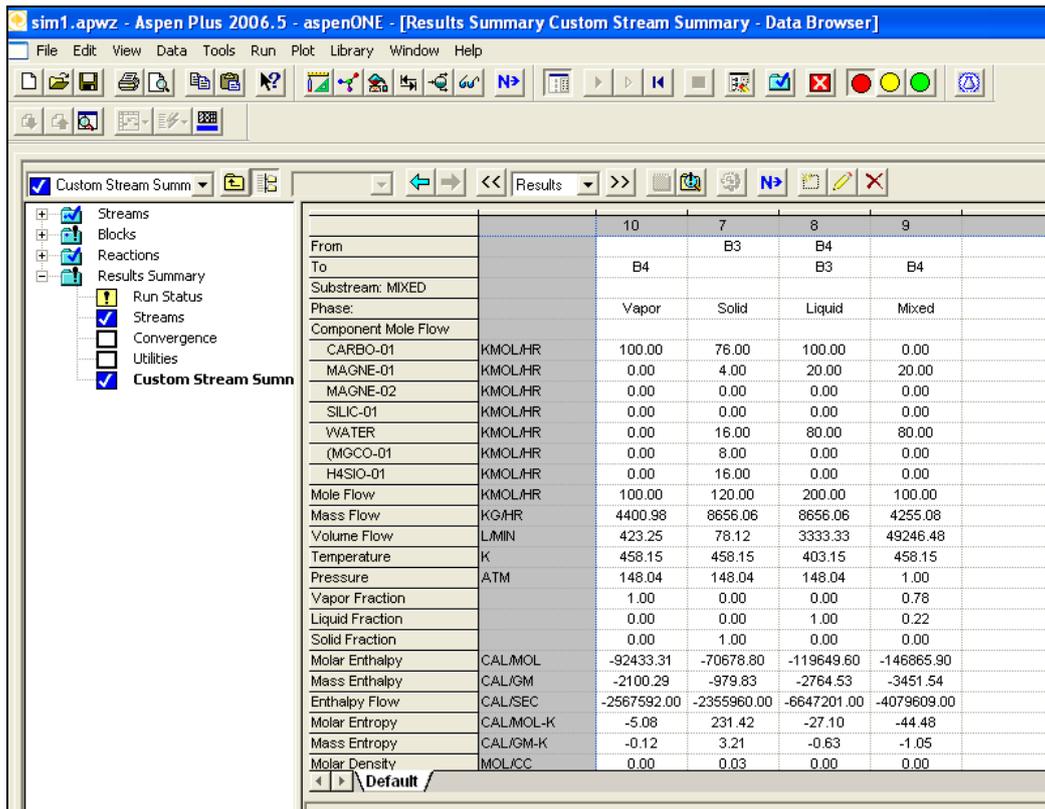


Fig. 7 Simulación del sistema Mg_2SiO_4 - CO_2 - $2H_2O$, obtención de la carbonatación.

3. Resultados

En la primera simulación se comprobó que la capacidad de captura experimental es de un 63% en peso, del material que reacciona con el CO₂.

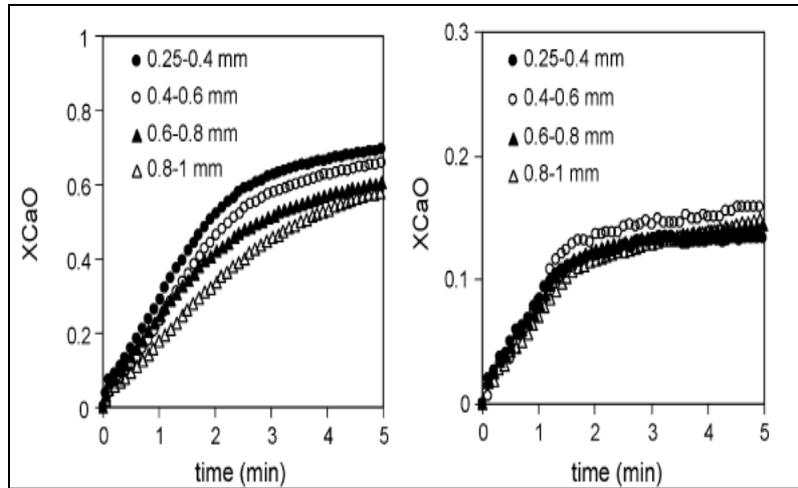


Fig.6 Curvas de conversión frente al tiempo con distintos tamaños de partícula

Y en la segunda parte se obtuvo cerca de 90% de carbonatación de Olivina.

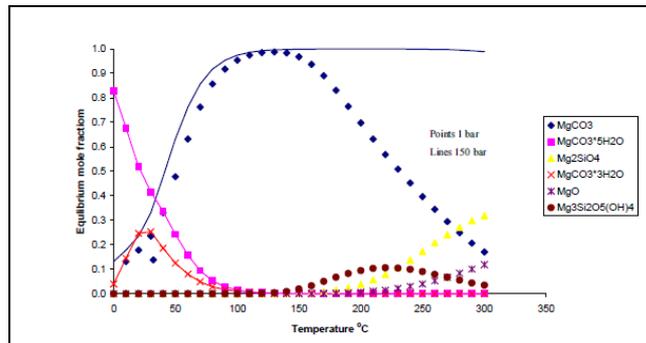


Fig. 7 Equilibrio Termodinámico del sistema Mg₂SiO₄- CO₂-2H₂O

4. Discusión

Ninguna opción tecnológica podrá, por si sola, permitir la reducción de las emisiones necesaria para estabilizar la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero.

En cuanto a almacenarlo a lo largo de los siglos, la mezcla de las aguas oceánicas podría provocar una emisión gradual de CO₂ en la atmósfera. Los experimentos han demostrado que la agregación de CO₂ puede dañar a los organismos marinos que se sitúen cerca de los puntos de inyección o de los lagos de CO₂. Las consecuencias se presentarían sobre los ecosistemas oceánicos, al aumentar las concentraciones de CO₂ y al disminuir el pH.

El uso más difundido de las zeolitas naturales en los materiales de construcción es como adición puzolánica al cemento. El cemento puzolánico es la resultante de la incorporación de la puzolana (zeolita) al cemento portland en una proporción del 20% de la mezcla de la masa.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos en la segunda simulación de los minerales hidratados en estudio, abaten favorable la temperatura, indicando un valor benéfico a la presencia de zeolitas (80%). De tal forma que como agregado del cemento se adquiriría actividad puzolánica, lo cual se traduce en la reacción del CaO con el aluminio silicato, pudiendo obtener los mismos productos que en la reacción directa del cemento natural.

REFERENCIAS:

[1] Rodríguez, N., Alonso, M., Grasa, G., Abanades, J. C., Heat requirements in a calciner of CaCO₃ integrated in a CO₂ capture system using CaO. *Chemical Engineering Journal* 138, 148-154 (2008).

[2] Arias, B. Grasa, G. S., Abanades, J. C., Effect of sorbent hydration on the average activity of CaO in a Ca-looping system, *Chemical Engineering Journal* 163, 324-330 (2010).

[3] Gerdemann S. J., Dahlin D. C., O'Connor & L. R. Penner W. K., "Carbon Dioxide sequestration by aqueous mineral carbonation of magnesium silicate minerals", silicate minerals conference proceedings GHGT-6 Kyoto Japan Oct 2003.

[4] Tesis, Robalino P., "El uso de la zeolita como adición mineral para producir cemento puzolánico" (Tesis, Facultad Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL) 2004.

[5] Kanniche M., Gros-Bonnivard R., Jaud P., Valle J., Amann J., Bouallou C., "Pre-combustion, post-combustion and oxy-combustion in thermal power plan for CO₂ capture"; *Applied Thermal Engineering*, 14-25 (2010).