

Estudio sobre la influencia de la presión de trabajo y presencia de H₂S en la estabilidad y rendimiento de catalizadores comerciales para metanación de CO₂

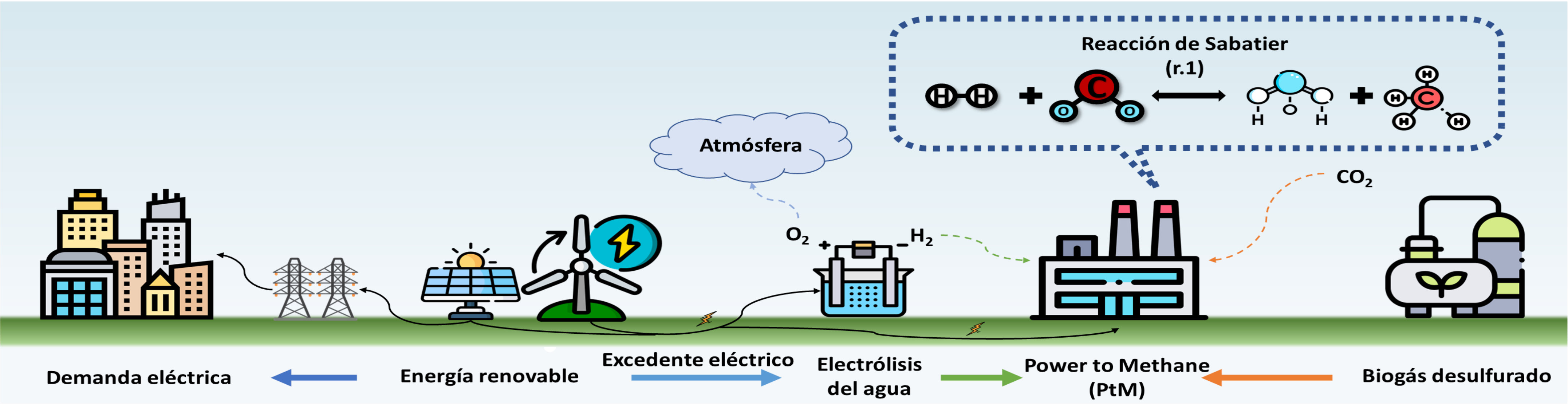
M.A. Becerril, V.D. Mercader, P. Durán, J. Herguido, J.A Peña, E. Francés

Grupo de Catálisis e Ingeniería de Reactores (CREG), Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Universidad de Zaragoza



Universidad Zaragoza

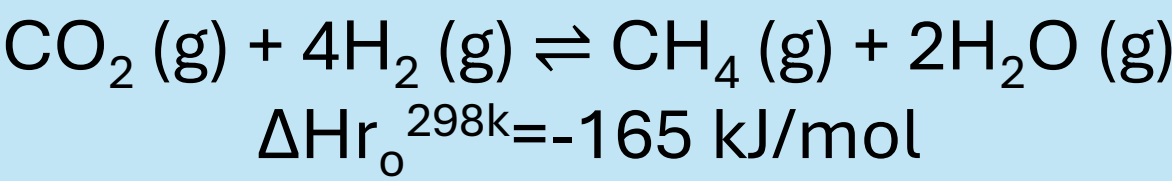
Power to Methane: clave en la transición energética



La tecnología PtM es considerada un método fiable para la transformación y almacenamiento de los excedentes puntuales de energía renovable, que empleados en un proceso de electrolisis de H₂O, permite obtener H₂, el cual haciéndolo reaccionar con CO₂ capturado de procesos industriales mediante una reacción catalítica, permite obtener CH₄ como vector energético [1].

Introducción

Este estudio se basa en la estrategia “Power to Methane” como proceso clave en la transición energética, mediante el estudio de la **reacción catalítica de Sabatier**: [2]



Este trabajo busca analizar la influencia de parámetros relevantes del proceso de cara a su posterior implementación industrial. Primero se busca intensificar la producción de metano mediante el aumento de la presión de operación y, por otra parte, evaluar el impacto del H₂S como agente de envenenamiento del catalizador.

Experimental

Tanto la presión de operación (Exp. Presión) [3] como el comportamiento de los catalizadores en presencia de H₂S en la alimentación (Exp. Envenenado) [4] [5] se han analizado utilizando las condiciones experimentales descritas en la **Tabla 1**. Las cuales se consideran representativas para el proceso de metanación y el desempeño global del sistema reaccionante.

Se analizan cuatro catalizadores comerciales en un reactor de lecho fijo de acero y el análisis se realiza mediante GC.

Tabla 1. Condiciones experimentales

Condiciones	Exp.Presión	Exp.Envenenado
Caudal volumétrico total (m _{SATP} · min ⁻¹)	250	250
% ^v CO ₂	18	10
% ^v H ₂	72	40
% ^v N ₂	5	5
% ^v Ar	5	45
Concentración H ₂ S (ppm)	0	10
Temperatura (°C)	250-350 (incrementos de 25°C)	300
Catalizador (g)	0,5	0,2
dp (µm)	100-200	100-200
Presión (bar)	1; 5; 6; 7	1

Conclusiones

- De los catalizadores estudiados se ha encontrado un **mejor rendimiento catalítico en el catalizador A**.
- Se ha encontrado una **mejora en la producción de CH₄ cuando se incrementa la presión**. En el rango de 5-7 bar no se ve mejora significativa.
- La estabilidad del catalizador se ve afectada por la presencia del H₂S, el cual elimina centros activos y disminuye la actividad, llegando a perder desde un **25 - 45% de conversión de CO₂ en 24 horas dependiendo del catalizador**.

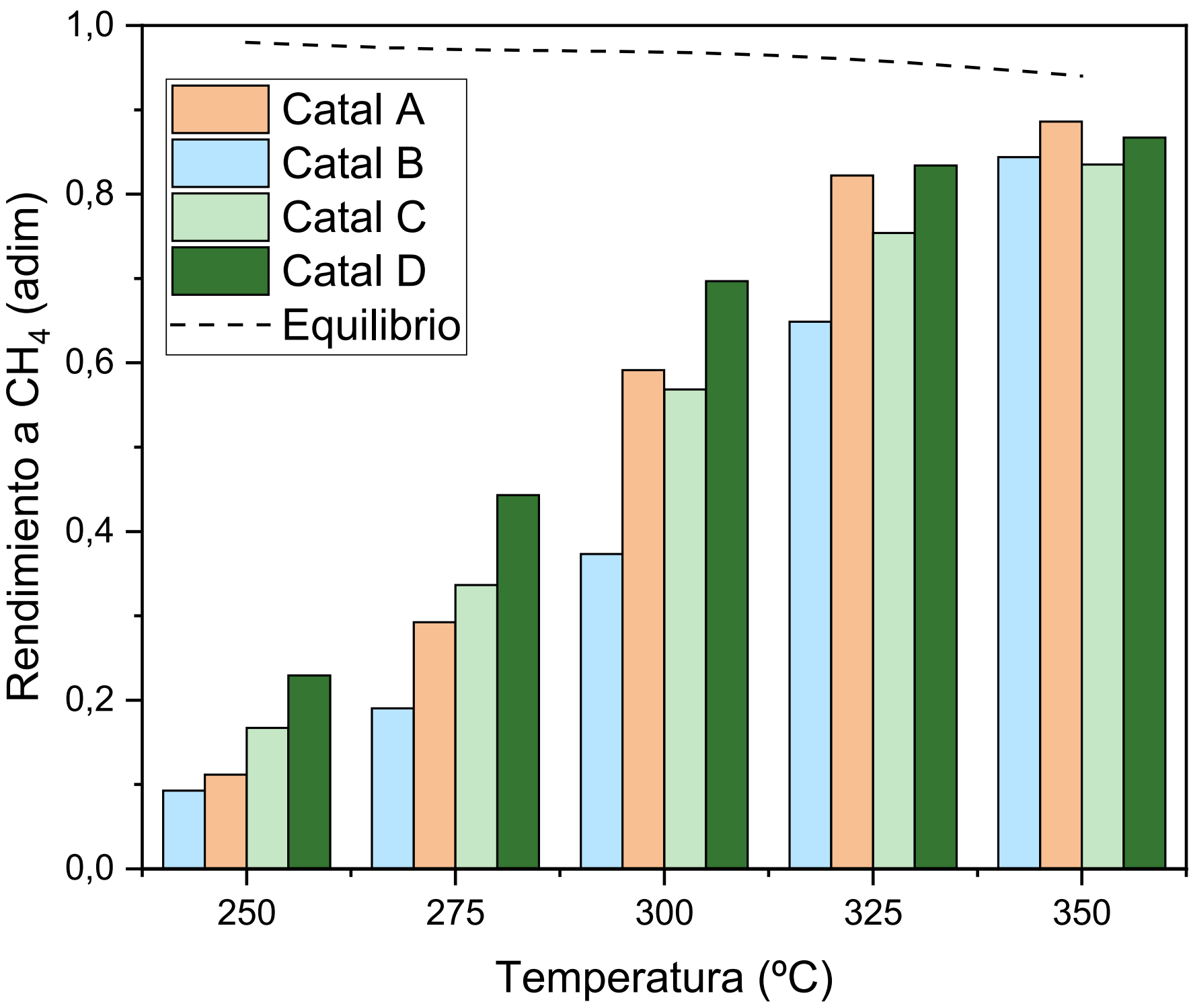


Figura 1. Comparación rendimiento de catalizadores comerciales

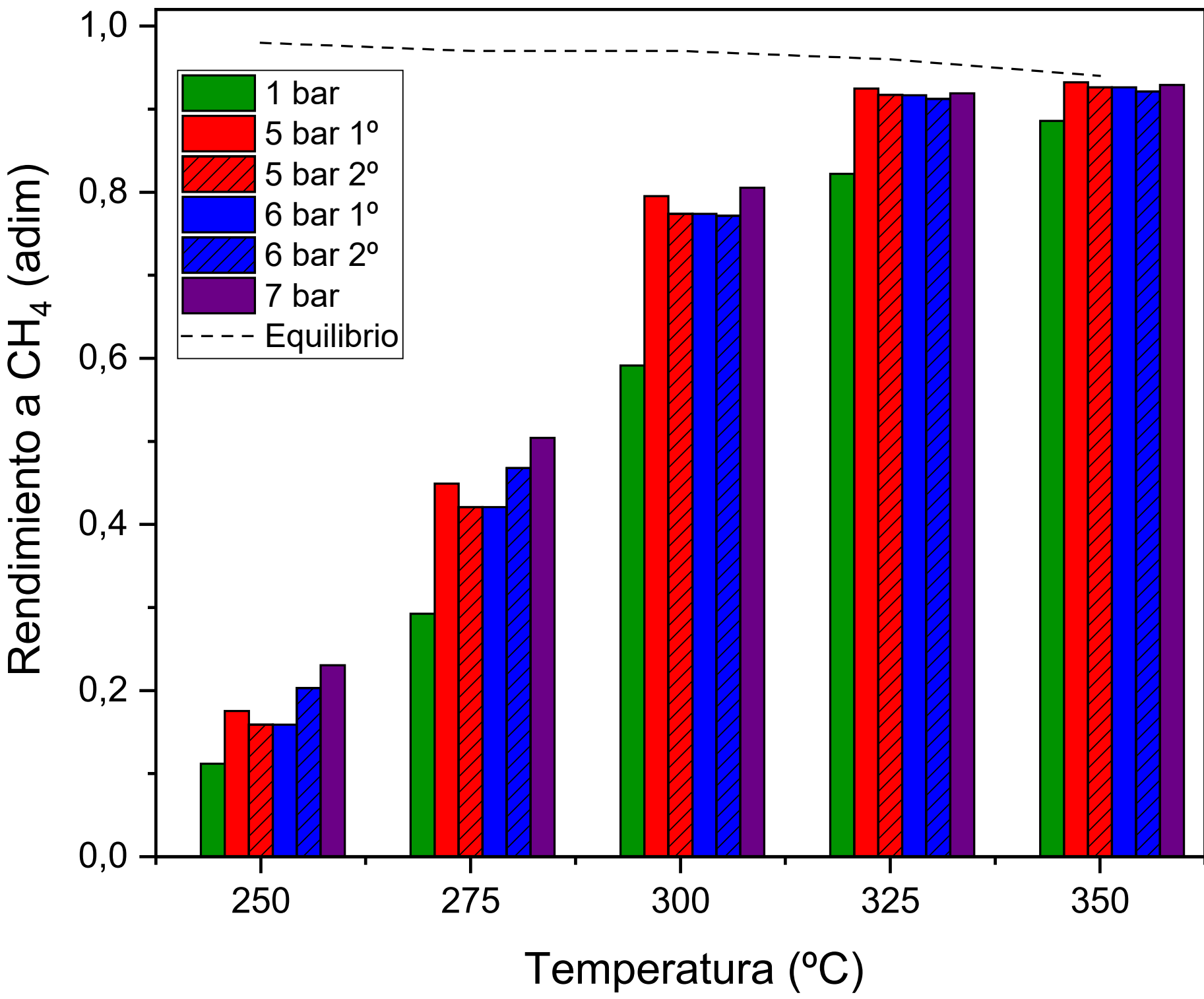


Figura 2. Rendimiento a distinta presión del catalizador A

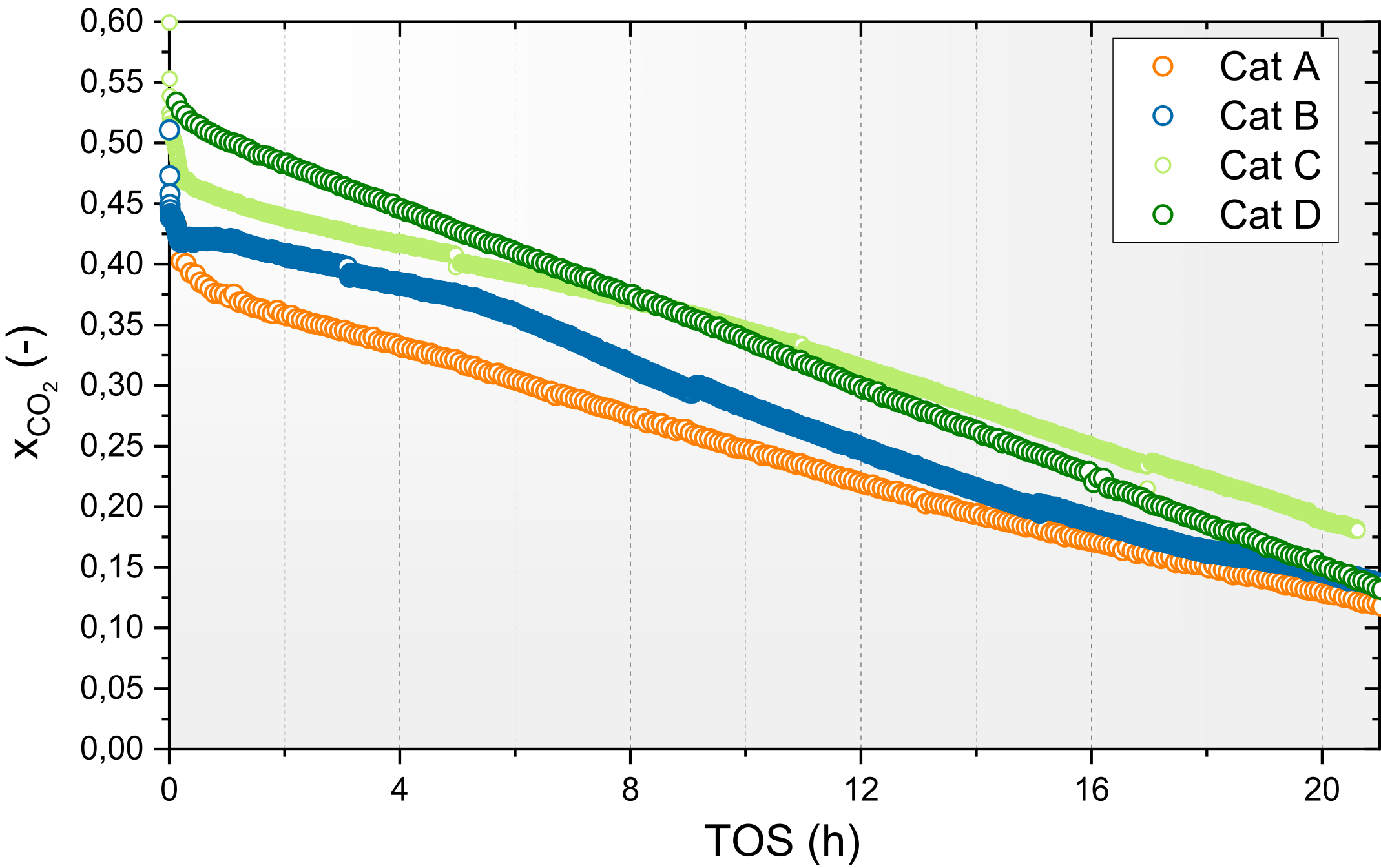


Figura 3. Pérdida de actividad catalítica

Resultados

En la **Figura 1** se ha comparado el efecto de la temperatura para 4 catalizadores comerciales a presión atmosférica. Se observa como el catalizador D obtiene mejores rendimientos a CH₄ en el rango de temperaturas estudiado. Sin embargo, como su disponibilidad es limitada, se eligió el catalizador A para el estudio a presión dado sus altas capacidades productivas y disponibilidad.

La **Figura 2** muestra el efecto de la presión en el rendimiento a CH₄ para el catalizador A. Al incrementar la presión se alcanzan rendimientos superiores a los obtenidos a presión atmosférica, validando su alta actividad para la producción de gas natural sintético

En la **Figura 3** se analiza el efecto de trabajar con mezclas de alimentación que contengan sulfuro de hidrógeno para un periodo de 24 horas. La adición de 5 ppm de H₂S produce una pérdida de actividad relevante. Para las primeras 3 horas la pérdida es mayor, y a partir de este periodo la desactivación se mantiene constante para todos los catalizadores.

En la **Figura 4** se puede observar como al aumentar la conversión se produce una pérdida de selectividad, mostrando el efecto de desactivación de los catalizadores por la pérdida progresiva de centros activos por un proceso de envenenamiento.

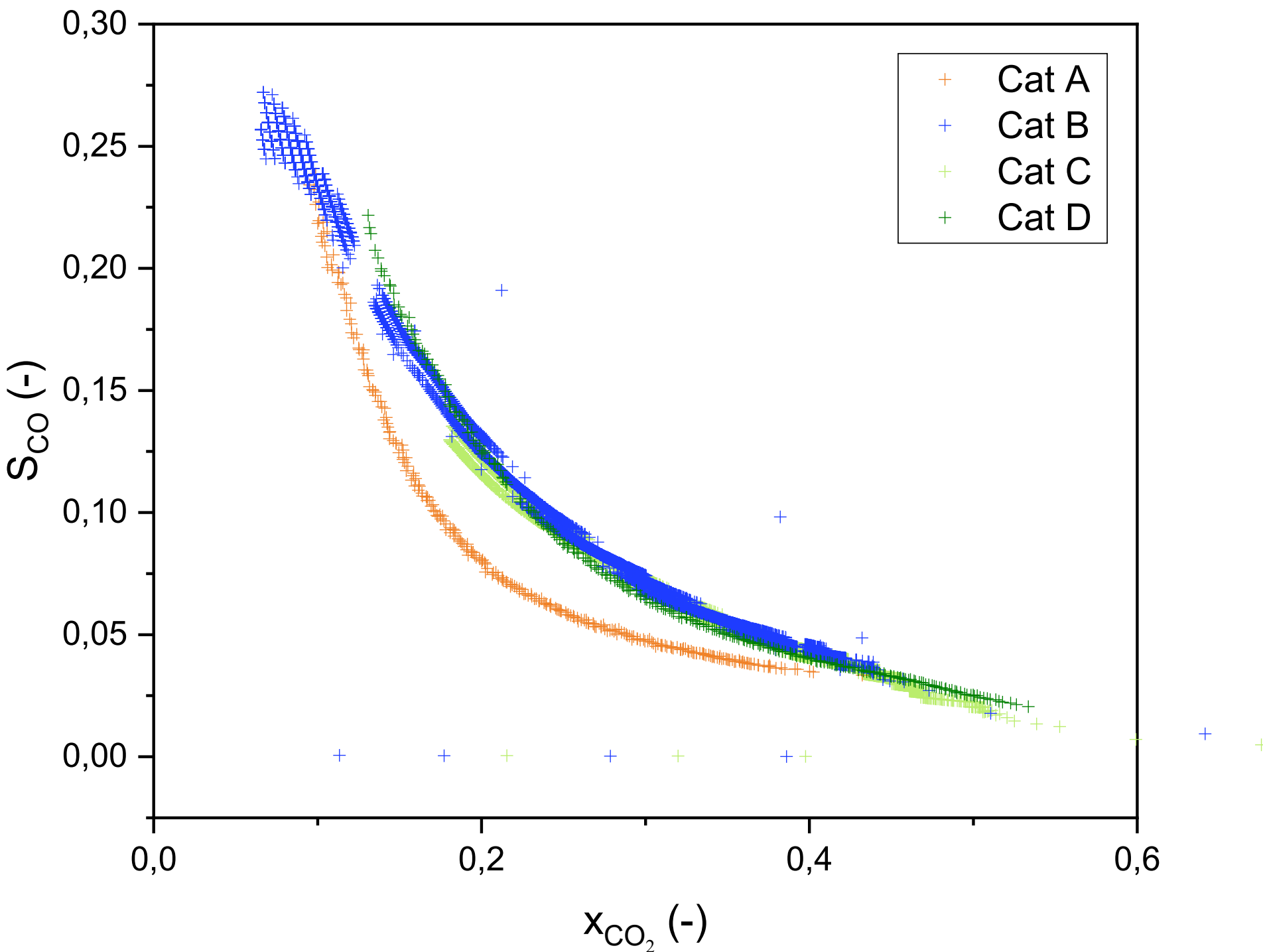


Figura4. Selectividad vs conversión en presencia de 5ppm de H₂S

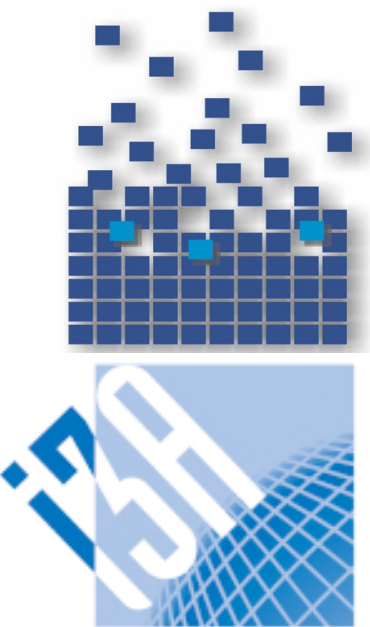
[1] MERCADER, Víctor Daniel, et al. Biogas upgrading by intensified methanation (SESaR): Reaction plus water adsorption - desorption cycles with Ni-Fe/Al₂O₃ catalyst and LTA 5A zeolite. *Catalysis Today*. 2024, vol. 442, 114919. ISSN 0920-5861.

[2] FALBO, Leonardo, et al. Kinetics of CO₂ methanation on a Ru-based catalyst at process conditions relevant for Power-to-Gas applications, *Applied Catalysis B: Environmental*, 2018, vol 225, Pp. 354-363, ISSN 0926-3373.

[3] GIMENO Chuan (2025). “Experimental assesment and kinetic modeling of commercial Ni- and Ru- based catalysts for biogas methanation from MSW”. Master Thesis. Universidad de Zaragoza.

[4] BAILERA, Manuel, et al. “Testing Ni-based catalysts for the methanation of industrial gases at different levels of sulfur poisoning: From catalysts formulation optimization to kinetics”. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2025, 115645, 2025 vol.13, pp.15 ISSN 2213-3437.

[5] WOLF, Moritz, et al. CO₂ methanation on transition-metal-promoted Ni-Al catalysts: Sulfur poisoning and the role of CO₂ adsorption capacity for catalyst activity, *Journal of CO₂ Utilization*. 2020, vol 36, pp. 276-287, ISSN 2212-9820.



Catalysis and Reactor Engineering Group
Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

Investigación financiada por el MICIU (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España) y la Agencia Estatal de Investigación (AEI) a través del proyecto PID2022-136947OB-I00, y por el grupo de investigación consolidado CREG (T43-23R)
Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Programa de Becas y Ayudas del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)