

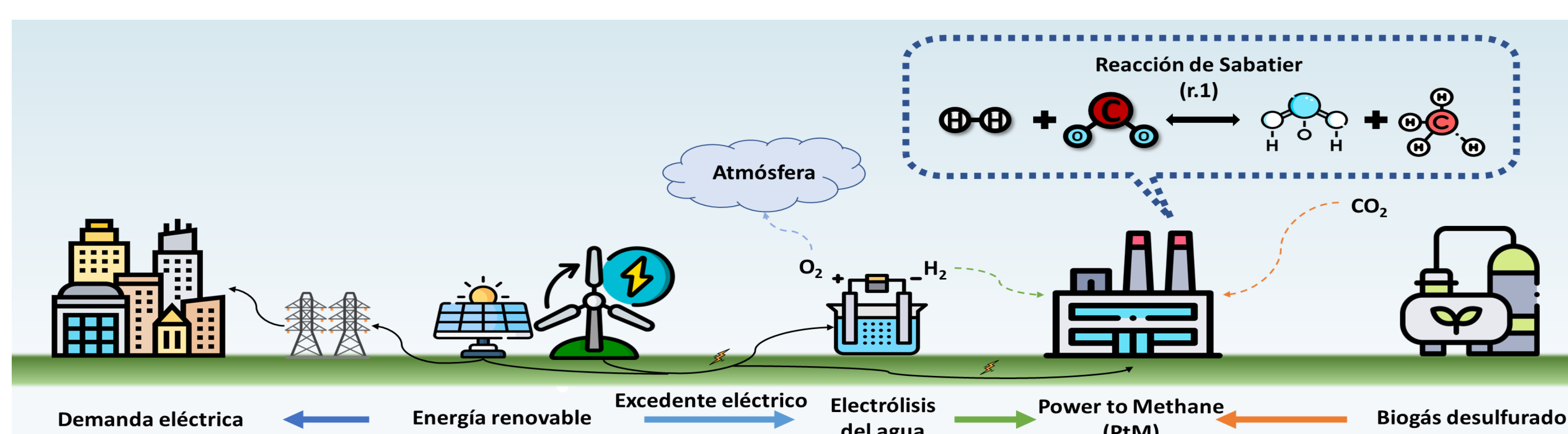
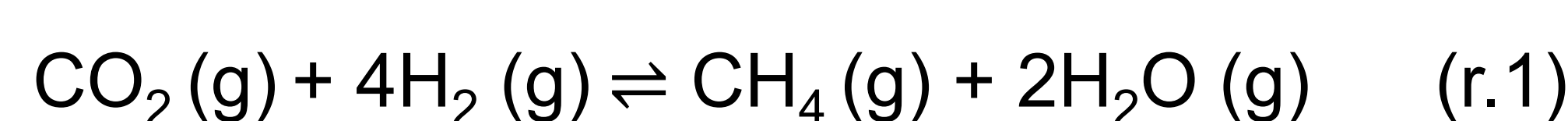
De biogás a SNG en lecho fijo de etapas alternativas adsorción/metanación con sólidos multifuncionales

O. Uriel-Tejedor, V.D. Mercader, P. Durán; E. Francés, J. Herguido, J.A. Peña

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

Introducción

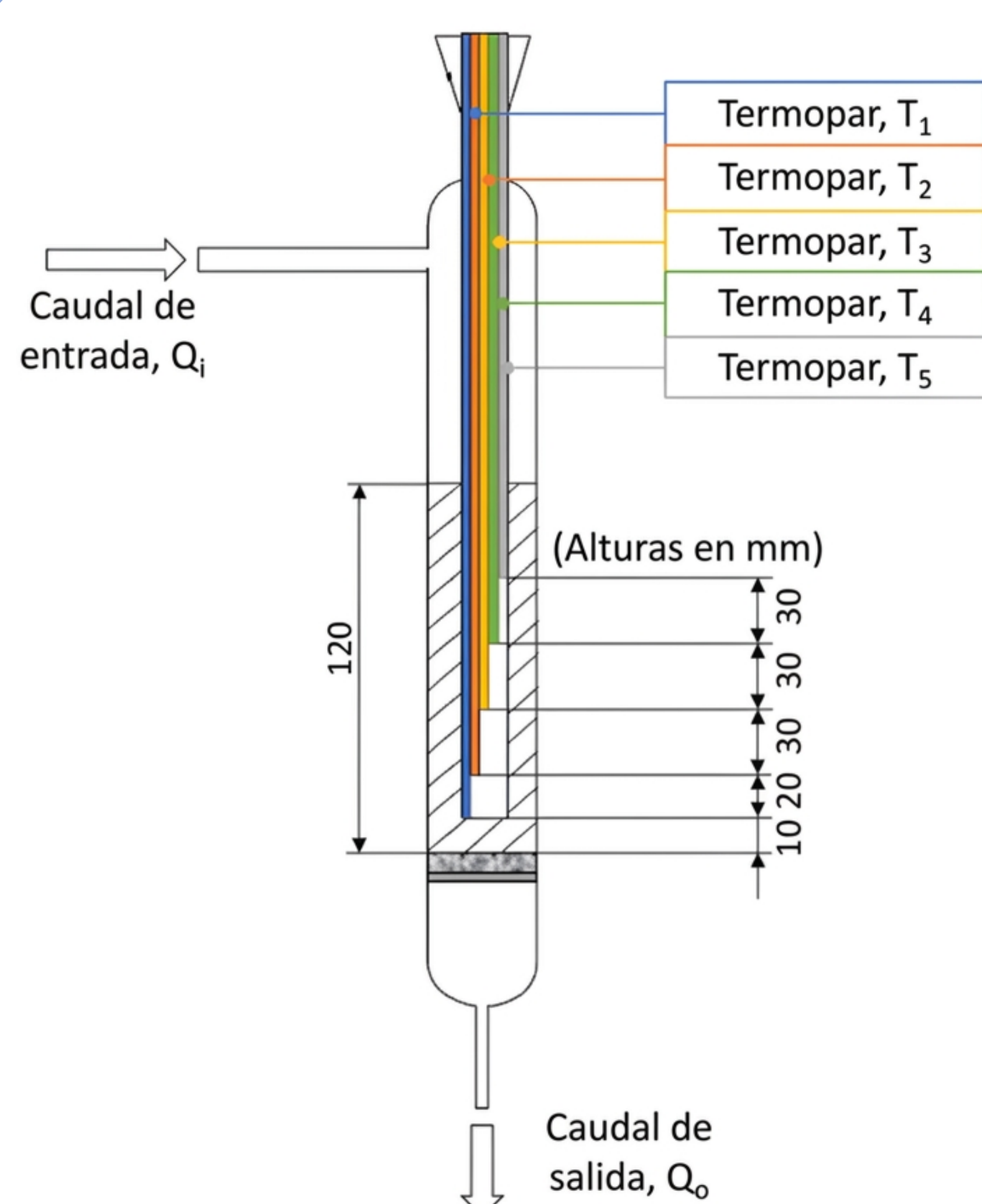
Este estudio está englobado en el concepto **Power to Methane** que consiste en transformar los excedentes de energía eléctrica, procedente de fuentes renovables, en hidrógeno verde, para, posteriormente, transformar el CO₂ del biogás mediante la reacción de Sabatier (r.1) en Gas Natural Sintético (SNG). Esta tecnología es una posible solución ante la intermitencia de la generación de energía renovable y los problemas de almacenamiento asociados.



Objetivo

El objetivo de este trabajo es evaluar el uso de sólidos multifuncionales mezclados mecánicamente (MM), los cuales combinan la función catalítica (7,5%^{wt} Ni 2,5%^{wt} Fe/Al₂O₃) y de adsorción de CO₂ (10%^{wt} Na₂O/Al₂O₃), en la separación del CO₂ de una corriente de biogás endulzado y posteriormente su valorización a través de la metanación del CO₂ (r.1) adsorbido. Se estudia el efecto del CH₄ al alimentar la corriente de biogás en la etapa de adsorción.

Experimental



- Los experimentos se llevaron a cabo en un reactor de lecho fijo.
- Todos los sólidos utilizados se sintetizaron con el método de impregnación por humedad incipiente.
- El lecho está compuesto por 8,5 g de Na₂O y 2 g de NiFe. Activación durante 2 h a 450°C con 50% de H₂.
- El caudal de todos los experimentos es 150 mL(SATP)/min.

Tabla 1. Condiciones experimentales.

	Etapas	Alimentación
Metanación de Biogás	Adsorción (45 min)	12 % ^v CO ₂ + 28 % ^v CH ₄
	Purga (30 min)	5 % ^v N ₂ + 95 % ^v Ar
	Hidrogenación (2h)	5 % ^v H ₂
Metanación de CO ₂	Adsorción (45 min)	12 % ^v CO ₂
	Purga (30 min)	5 % ^v N ₂ + 95 % ^v Ar
	Hidrogenación (2h)	5 % ^v H ₂

Resultados

En la Figura 1 se demuestra que el CO₂ en la etapa de adsorción no solo se adsorbe si no que también reacciona, ya que hay una producción de CO. En la Tabla 2 se comprueba que cuando únicamente se alimenta CO₂ no se produce CO. El reformado seco de metano se considera una posible hipótesis para la presencia de CO en esta etapa. Comparando los resultados de la Tabla 2 y la Tabla 3 la presencia de CH₄ no afecta en el rendimiento a CH₄ respecto al CO₂ efectivo en la etapa de hidrogenación, el mayor rendimiento se obtiene a 400°C.

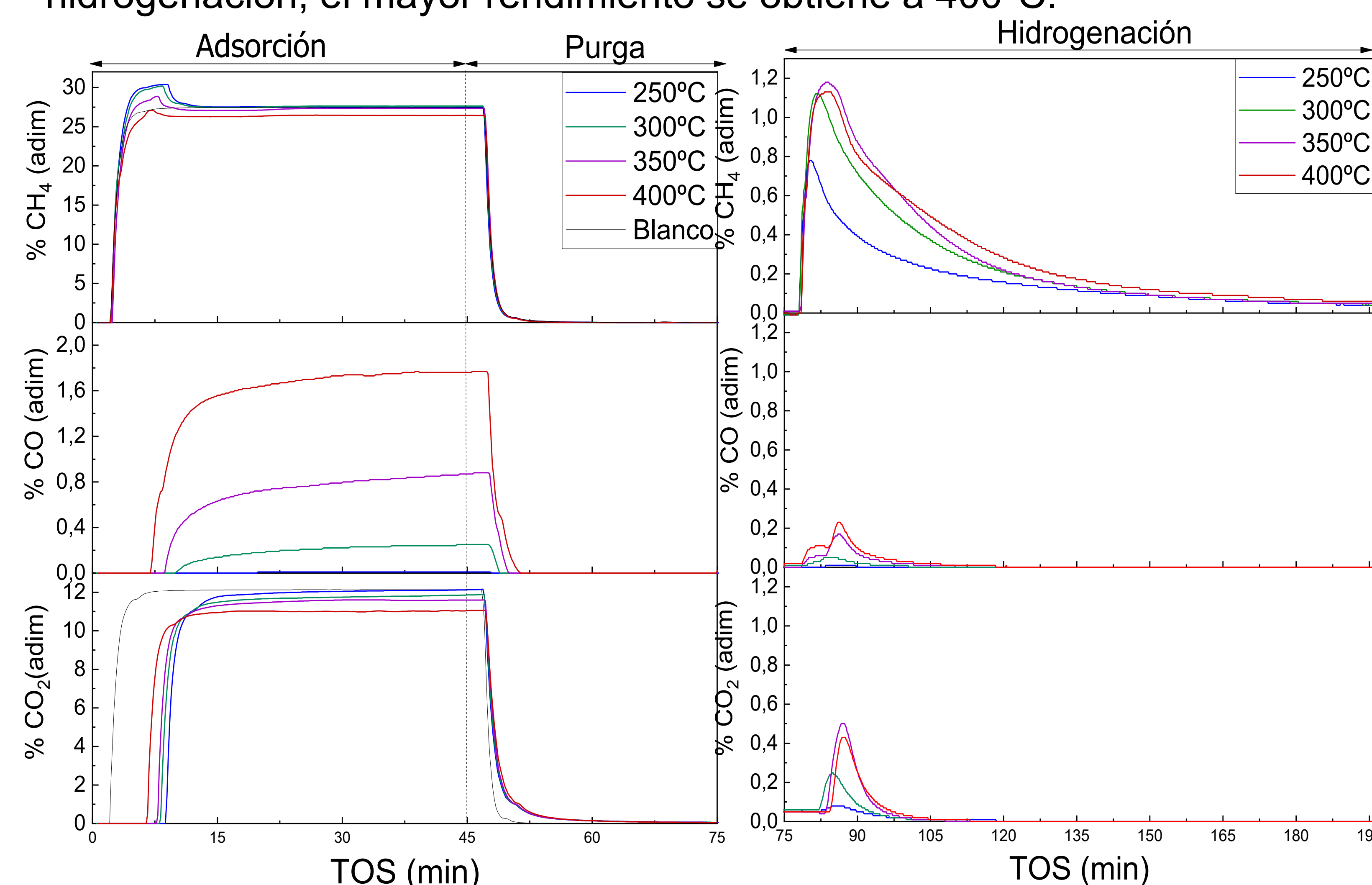


Figura 1. Evolución temporal de los porcentajes de CO₂, CO y CH₄ con la temperatura en la metanación de biogás, etapa de adsorción y purga

Figura 2. Evolución temporal de los porcentajes de CO₂, CO y CH₄ con la temperatura en la metanación de biogás, etapa de hidrogenación.

Tabla 2. Metanación de biogás (CH₄:CO₂ ratio = 7:3); [μmol/min·g_{cat}].

T (°C)	Adsorción /purga		Hidrogenación			
	CO _{2,efectivo}	CO	CH ₄	CO	CO ₂	Y _{CH₄} (%)
400	1739	2091	1086	70	96	62
350	2100	916	1008	46	103	48
300	2473	215	908	16	60	37
250	2336	0	612	0	32	26

Tabla 3. Metanación de CO₂; [μmol/min·g_{cat}].

T (°C)	Adsorción /purga		Hidrogenación			
	CO _{2,efectivo}	CO	CH ₄	CO	CO ₂	Y _{CH₄} (%)
400	1744	0	1091	106	143	63
350	2077	0	1055	43	128	51
300	2307	0	930	19	74	40
250	2277	0	630	0	45	28

Conclusiones

El estudio valida el uso de MM que combinan un catalizador y un adsorbente de CO₂ en etapas alternas de adsorción-metanación para la producción de SNG a partir de biogás. Este enfoque permite la separación de SNG de una corriente del biogás, al mismo tiempo que convierte el CO₂ capturado en SGN adicional. Cabe destacar que el CH₄ en la etapa de adsorción no actúa como un componente inerte; sin embargo, no altera la capacidad del lecho para adsorber el CO₂.

[1]FERRARI, G., et al., 2024. From biogas to biomethane: Comparison of sustainable scenarios for upgrading plant location based on greenhouse gas emissions and cost assessments. *Journal of Cleaner Production*, vol. 478, 143936. ISSN 0959-652

[2]NOUSSAN, M, et al., 2023, The potential role of biomethane for the decarbonization of transport: An analysis of 2030 scenarios in Italy. *Applied Energy*. vol. 355, 122322. ISSN 0306-2619.

[3]MERCADER, V. D. et al., 2025. Intensifying synthetic natural gas production by functionalization of a NiFe/γ-Al₂O₃ catalyst with alkaline and alkaline-earth materials. *Fuel*. vol. 406, 136698. ISSN 0016-2361.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Programa de Becas y Ayudas del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A).

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).