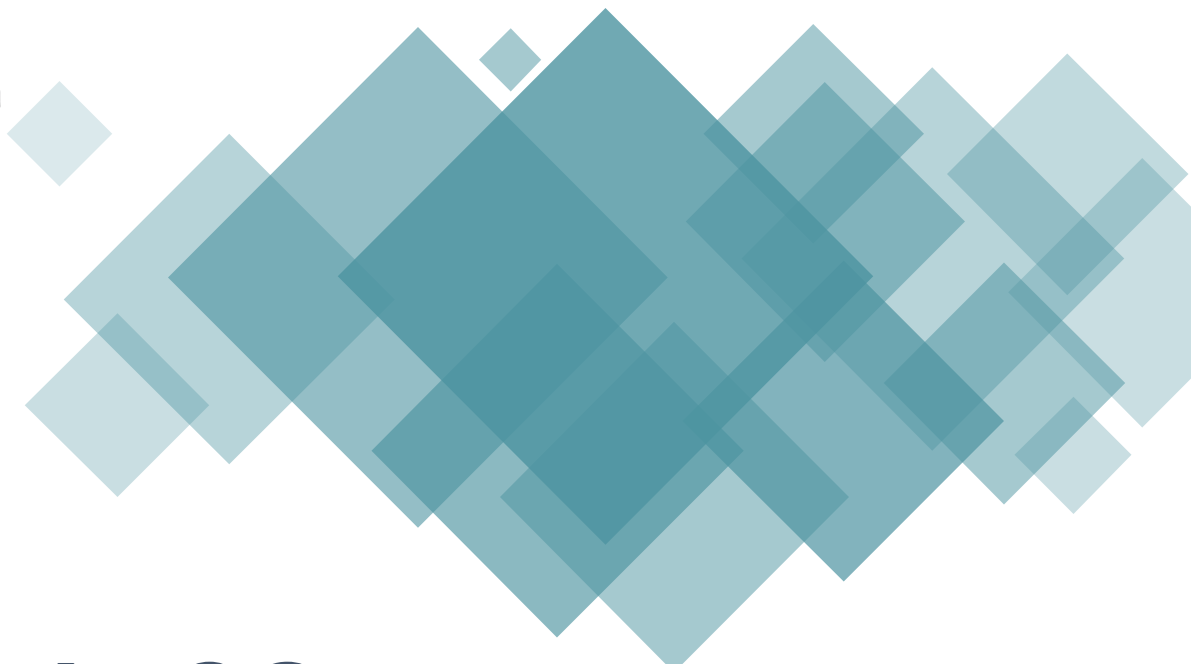




Instituto Universitario de Investigación
de Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

I Jornada I3A – IX Jornada de
Jóvenes Investigadores (IX JJI I3A)

Zaragoza, España
Diciembre 11, 2020



Conversión de CO₂ en gas natural sintético: Análisis de eficiencia mediante catalizadores basados en sepiolitas

Andrés Sanz-Martínez¹, J. Gurauskis^{2,3}, V. Gil^{2,4}, J. Herguido¹, J.A. Peña¹

¹ Grupo de Catálisis, Separaciones Moleculares e Ingeniería de Reactores (CREG – I3A)

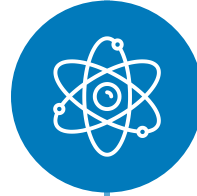
² Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y Desarrollo (ARAID)

³ Instituto de Nanociencia y Material de Aragón (CSIC – Unizar)

⁴ Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno de Aragón (FHa)

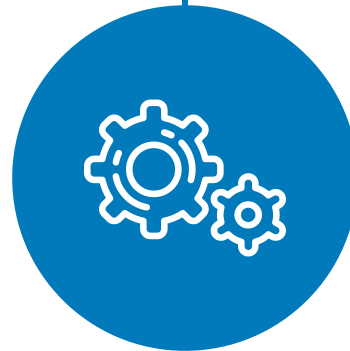
Introducción

Concepto *Power-to-Gas* (PtG) y punto de partida de la investigación



Experimental

Resultados experimentales más trascendentales y sus condiciones de análisis



Conclusiones

Recapitulación de las ideas clave



01

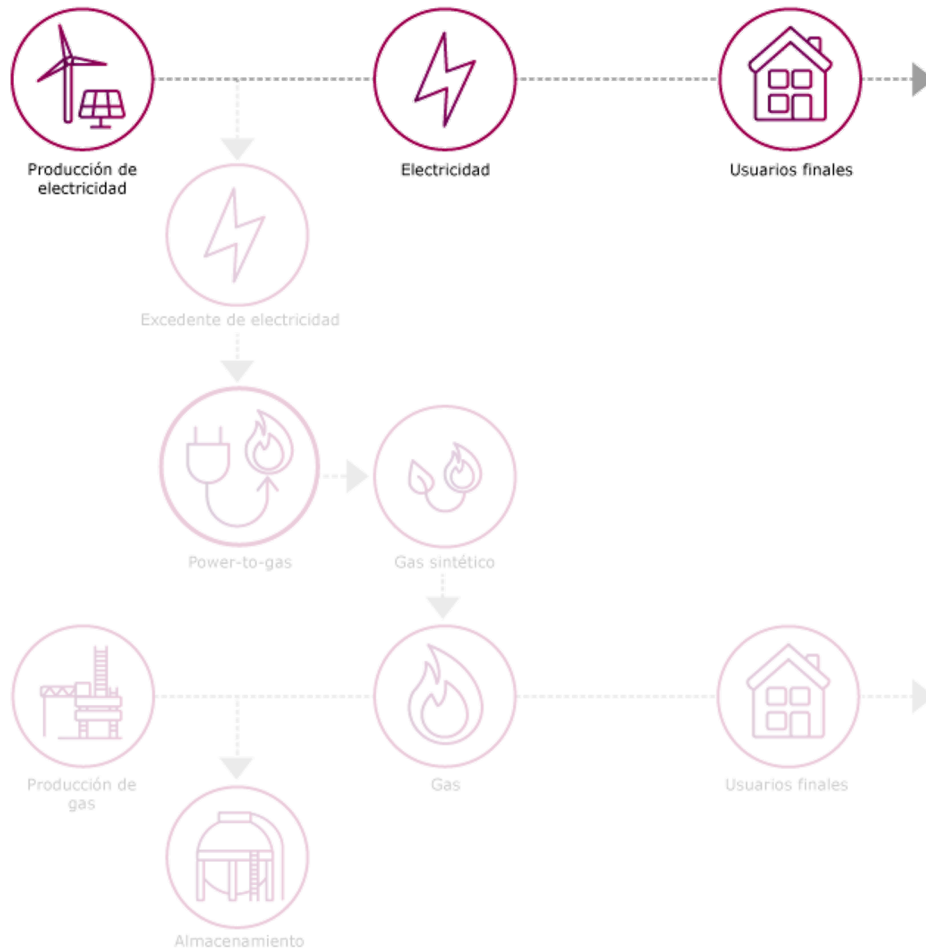
INTRODUCCIÓN

PtG: Binomio electricidad y gas

Power-to-Gas (PtG o P2G) es una tecnología alternativa que utiliza **energía eléctrica** para producir un **combustible gaseoso**

PtG: Binomio electricidad y gas

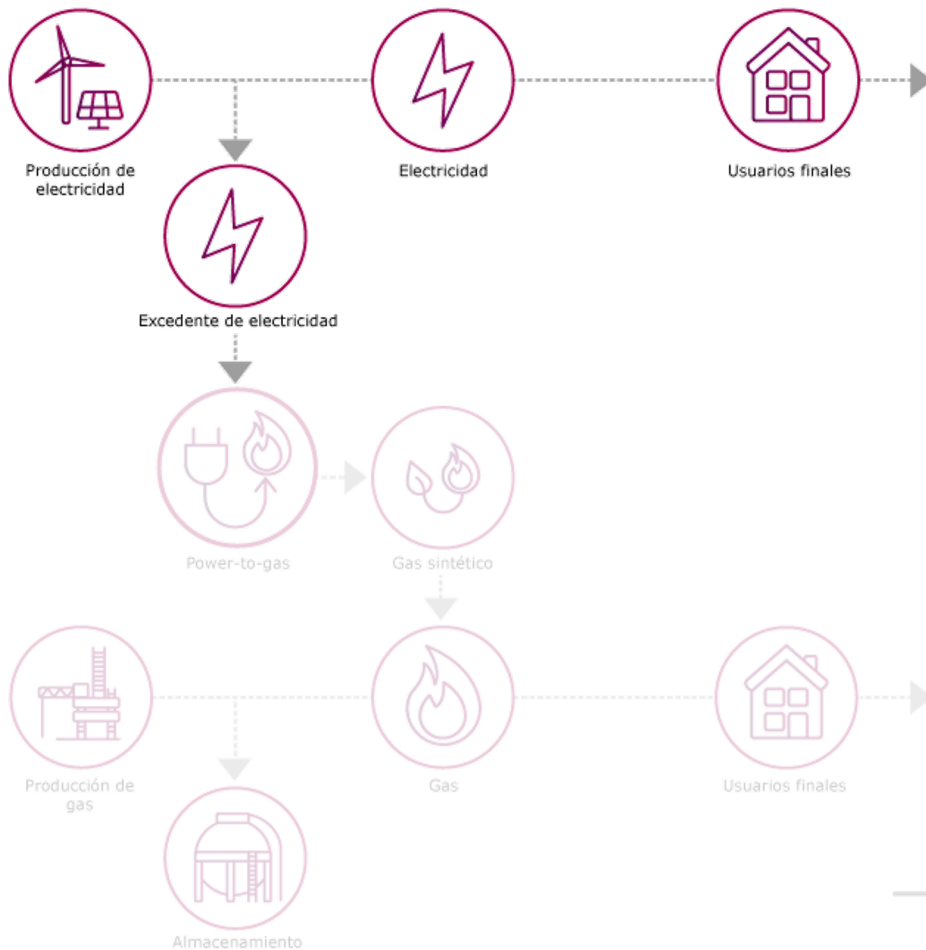
Power-to-Gas (PtG o P2G) es una tecnología alternativa que utiliza **energía eléctrica** para producir un **combustible gaseoso**



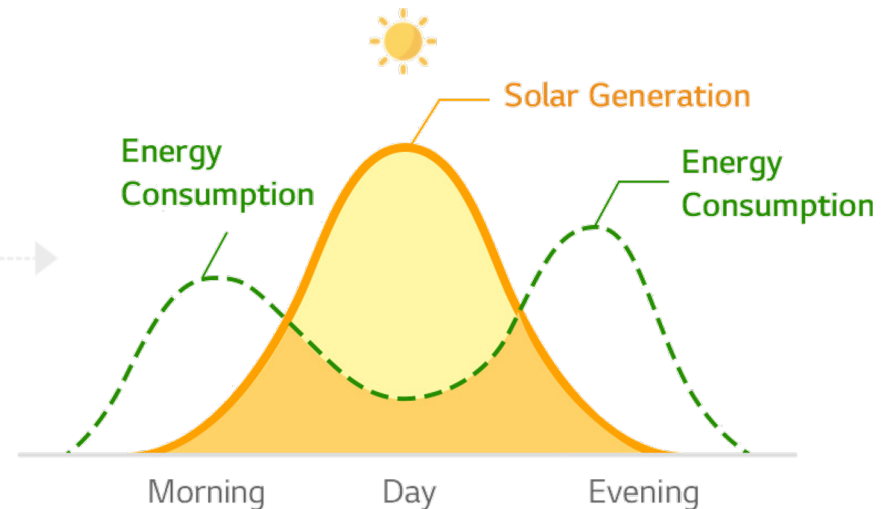
Cadena
común
de
suministro

PtG: Binomio electricidad y gas

Power-to-Gas (PtG o P2G) es una tecnología alternativa que utiliza **energía eléctrica** para producir un **combustible gaseoso**

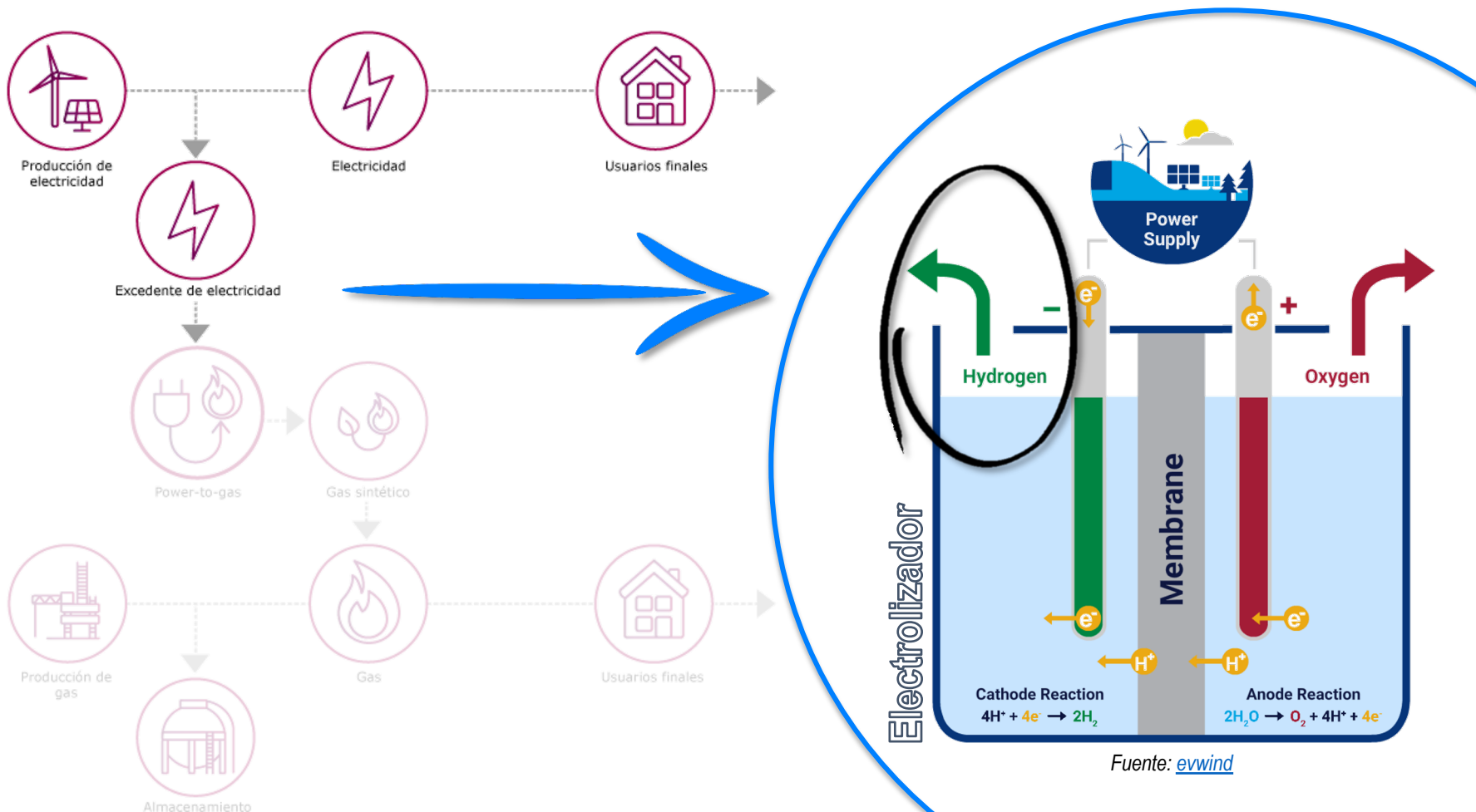


Oferta
↑
↓
Demanda



PtG: Binomio electricidad y gas

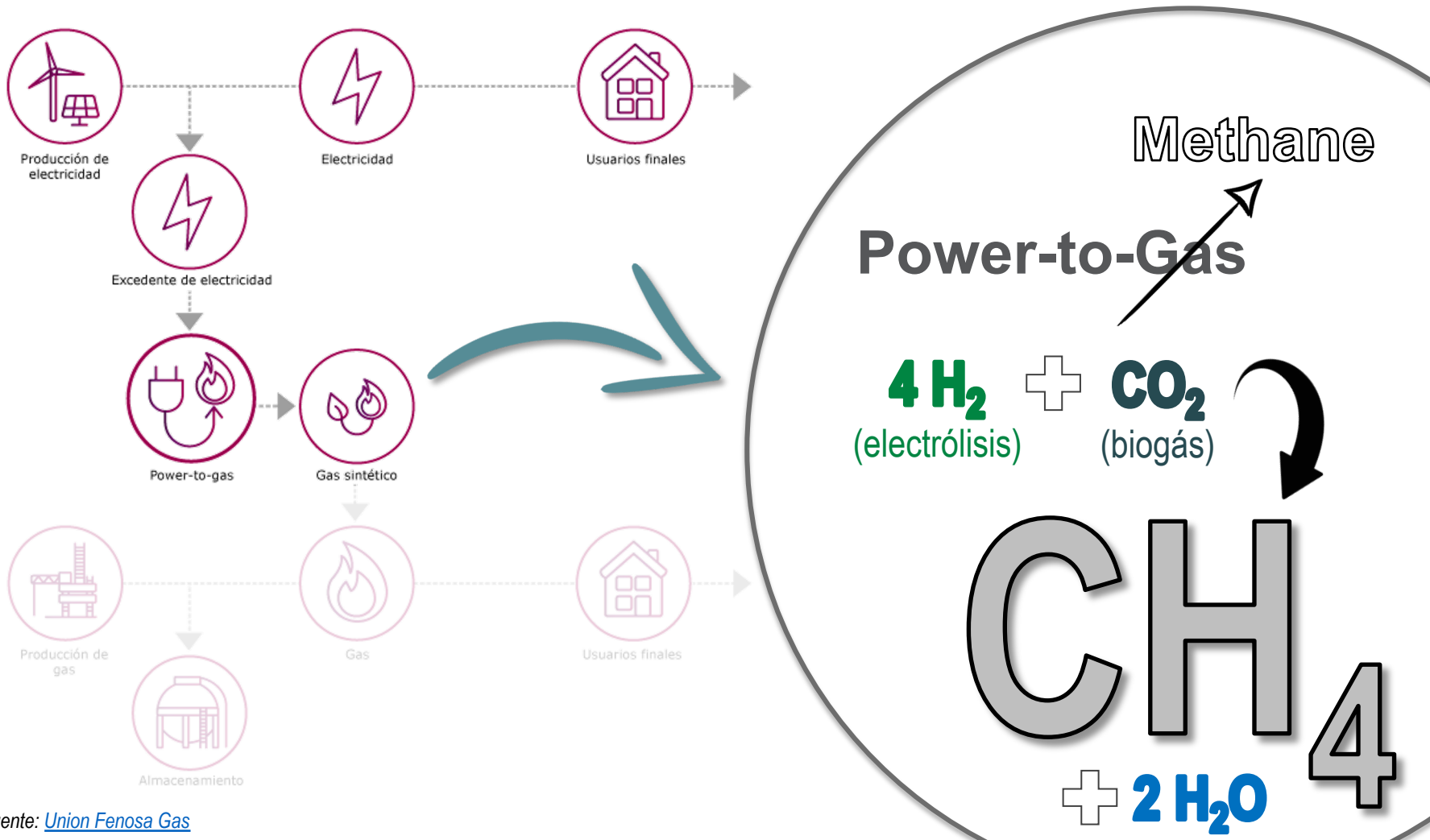
Power-to-Gas (PtG o P2G) es una tecnología alternativa que utiliza **energía eléctrica** para producir un **combustible gaseoso**



Fuente: [ewind](#)

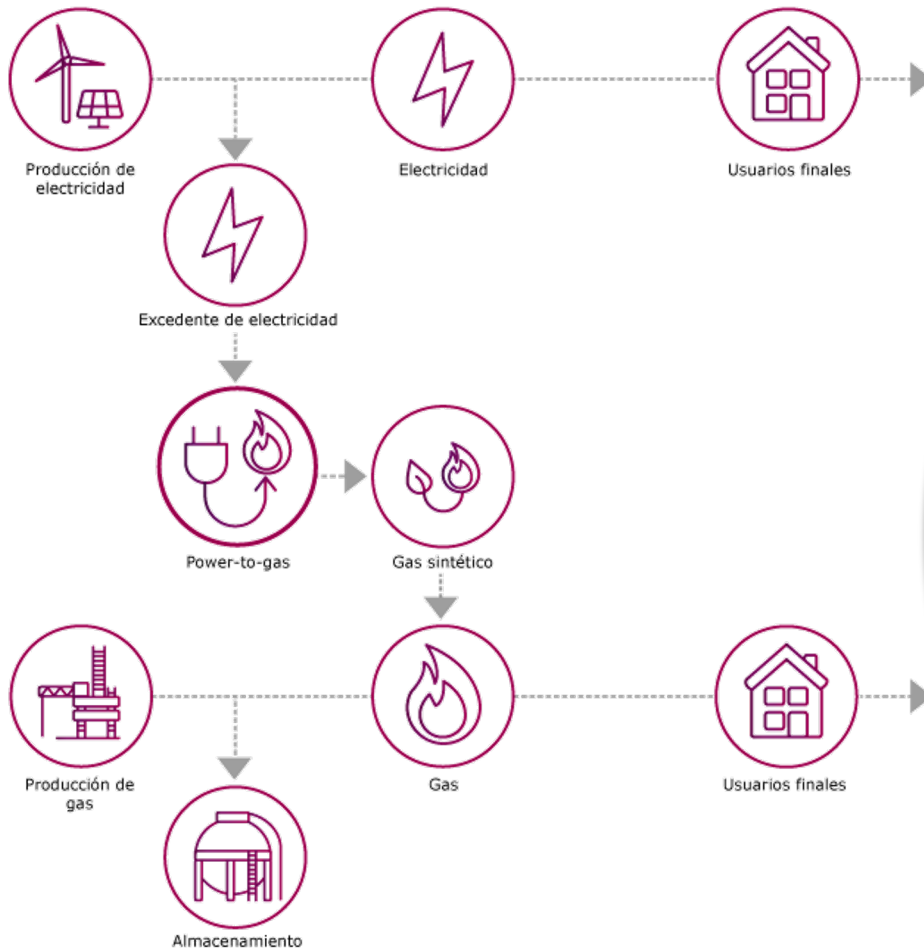
PtG: Binomio electricidad y gas

Power-to-Gas (PtG o P2G) es una tecnología alternativa que utiliza **energía eléctrica** para producir un **combustible gaseoso**



PtG: Binomio electricidad y gas

Power-to-Gas (PtG o P2G) es una tecnología alternativa que utiliza **energía eléctrica** para producir un **combustible gaseoso**



El **CH₄** producido se inyecta directamente en la red de gas existente (controlando su composición) y se mezcla con gas natural como una forma de **almacenamiento indirecto de energía**.



Escenario de partida

Sep



Termodinámica

De acuerdo con el equilibrio termodinámico, $T^{\text{as}} > 400 \text{ }^{\circ}\text{C}$ favorecen formación de CO (*R-WGS*)

Calor de reacción

Sabatier reaction:



$$\Delta H_r^0 = -165.1 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_r^0 = -165.1 \text{ kJ/mol}$$

Catalizador(es)

Catalizadores sólidos basados en metales soportados (Ni y Ru)

M.A.A. Aziz et al., *Green Chem.*,
vol. 17, 2647-2663, 2015



02

EXPERIMENTAL

STEP 02

Caracterización de los sólidos preparados

STEP 01

Preparación de los catalizadores basados en sepiolitas

STEP 03

Evaluación de sus propiedades catalítico-adsorbentes (act. y estabilidad)



STEP 02

Caracterización de los sólidos preparados



STEP 01

Preparación de los catalizadores basados en sepiolitas



STEP 03

Evaluación de sus propiedades catalítico-adsorbentes (act. y estabilidad)



Preparación de los catalizadores

Un total de **5 catalizadores** (2 de Fe + 3 de Ni) fueron desarrollados por *INMA** partiendo de **sepiolita natural** proporcionada por el *Grupo SAMCA*.

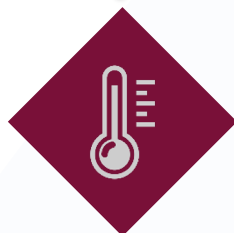
01

Pre-tratamiento ácido de la sepiolita natural para mejorar sus propiedades como soporte.



03

Secado, calcinado (400°C) y **tamizado** (100-500 μm) de los 5 catalizadores.



02

Funcionalización de la sepiolita con nanopartículas de las especies catalíticas activas (Fe o Ni).



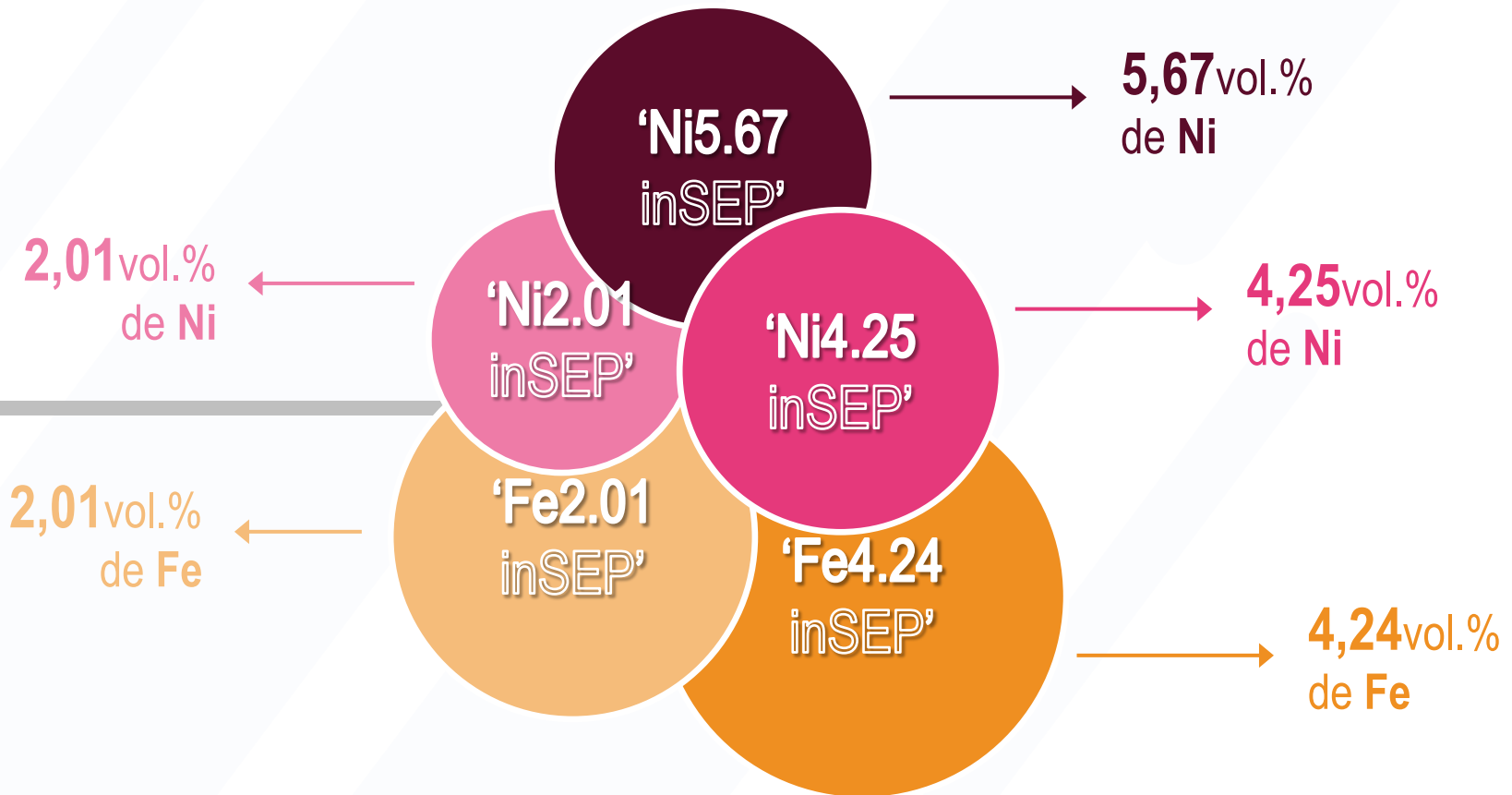
04

Reducción (400°C, 50vol.% H_2) de los catalizadores (para obtener su forma activa)



Preparación de los catalizadores

Un total de **5 catalizadores** (2 de Fe + 3 de Ni) fueron desarrollados por *INMA** partiendo de **sepiolita natural** proporcionada por el *Grupo SAMCA*.



STEP 02

Caracterización de los sólidos preparados

STEP 01

Preparación de los catalizadores basados en sepiolitas



STEP 03

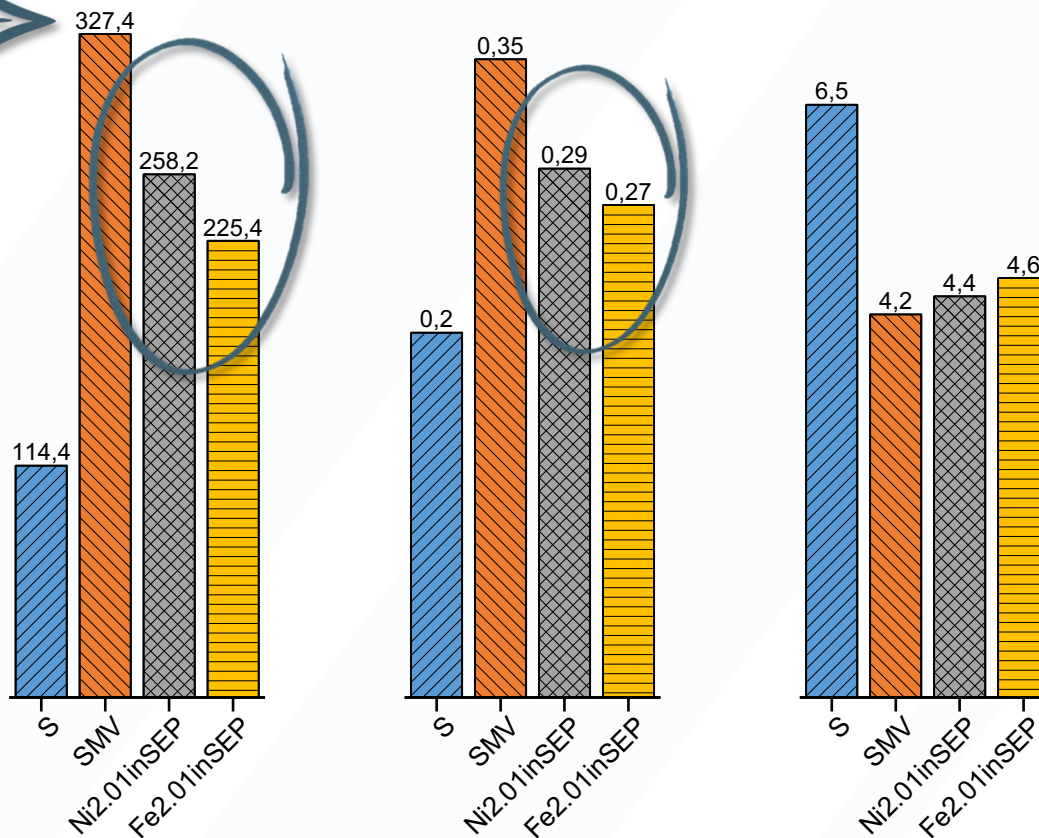
Evaluación de sus propiedades catalítico-adsorbentes (act. y estabilidad)

Caracterización de los catalizadores

Una vez preparados, se seleccionaron **cuatro sólidos** ('S', 'SMV', 'Ni2.01inSEP' y 'Fe2.01inSEP') representativos, para su **caracterización físico-química**.

N₂-adsorption (BET)

Sup. específica (m²/g) Vol. de poro (cm³/g) Tamaño de poro (nm)

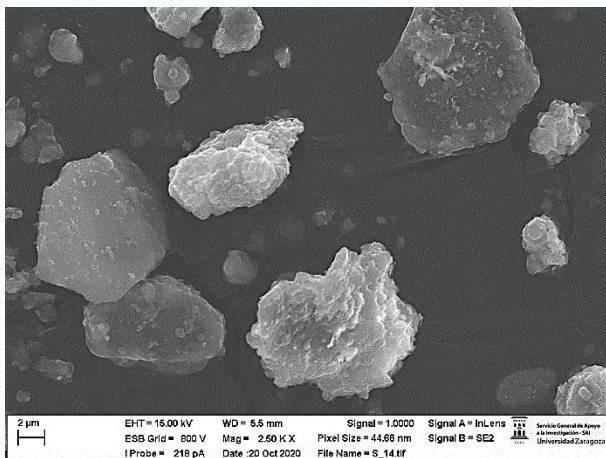
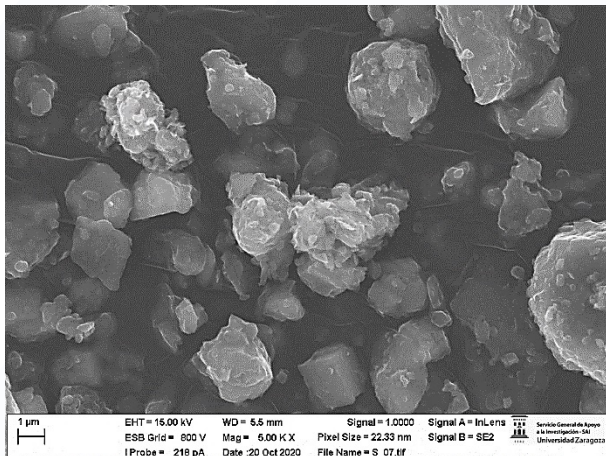


Caracterización de los catalizadores

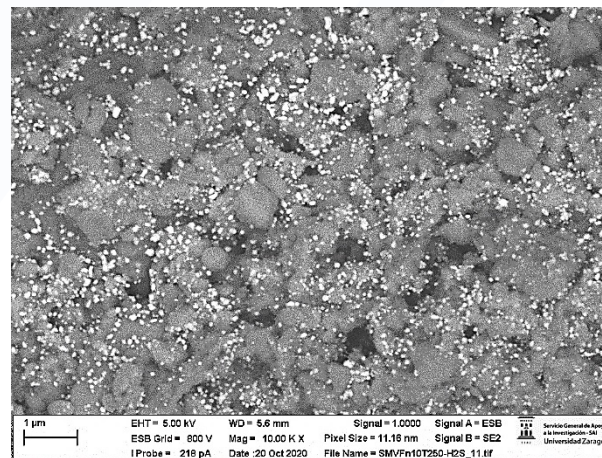
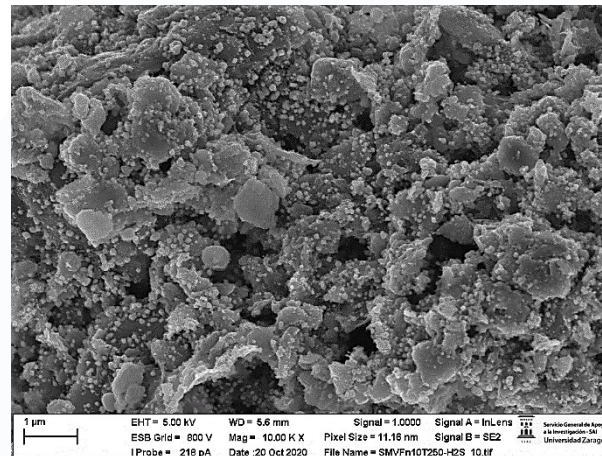
Una vez preparados, se seleccionaron **cuatro sólidos** ('S', 'SMV', 'Ni2.01inSEP' y 'Fe2.01inSEP') representativos, para su **caracterización físico-química**.

Microscopía electrónica de barrido (SEM)

'S' (Sepiolita natural)



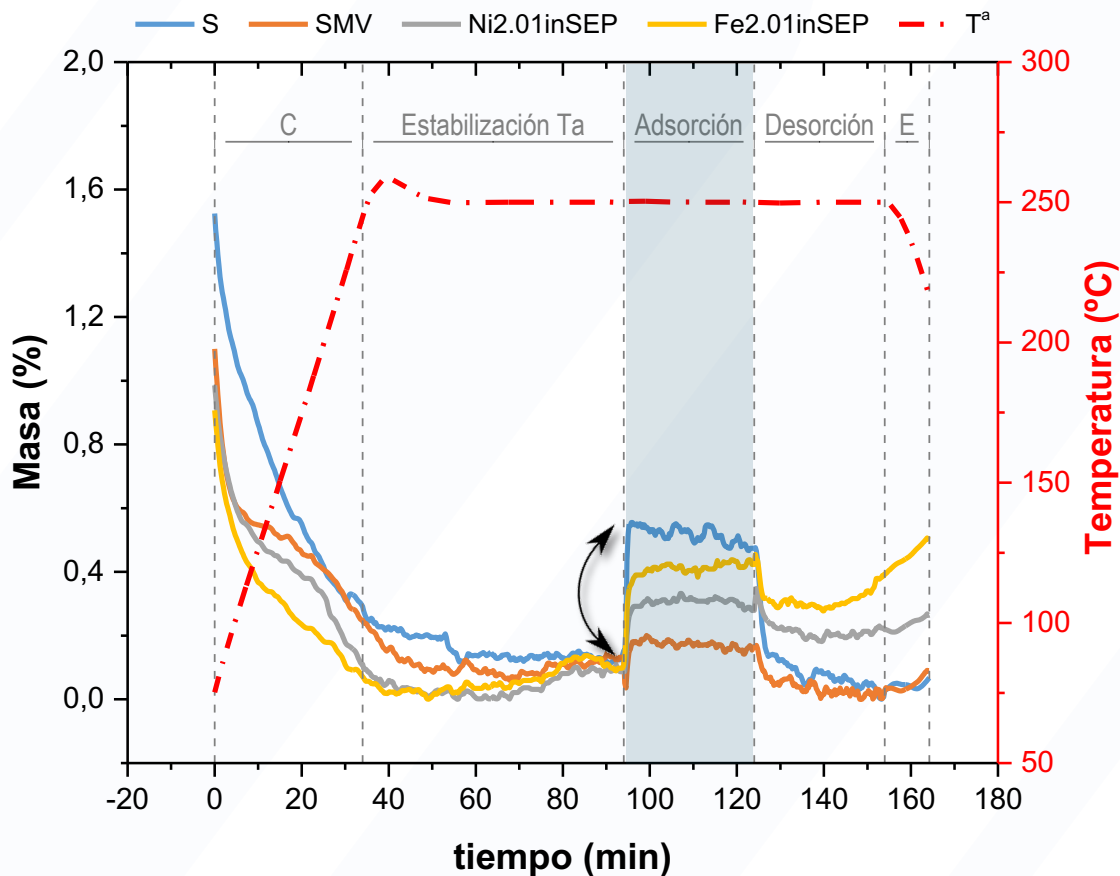
'Ni2.01inSEP' (Sep. Con Ni)



Caracterización de los catalizadores

Una vez preparados, se seleccionaron **cuatro sólidos** ('S', 'SMV', 'Ni2.01inSEP' y 'Fe2.01inSEP') representativos, para su **caracterización físico-química**.

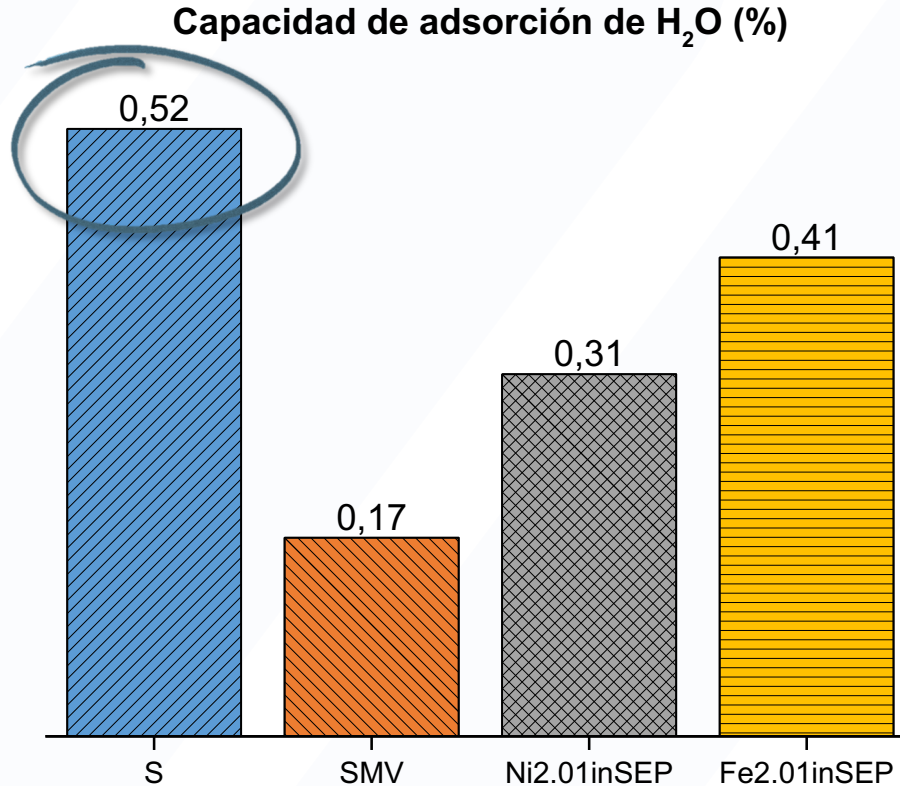
Análisis termogravimétrico (TGA)



Caracterización de los catalizadores

Una vez preparados, se seleccionaron **cuatro sólidos** ('S', 'SMV', 'Ni2.01inSEP' y 'Fe2.01inSEP') representativos, para su **caracterización físico-química**.

Análisis termogravimétrico (TGA)



STEP 02

Caracterización de los sólidos preparados

STEP 01

Preparación de los catalizadores basados en sepiolitas

STEP 03

Evaluación de sus propiedades catalítico-adsorbentes (act. y estabilidad)

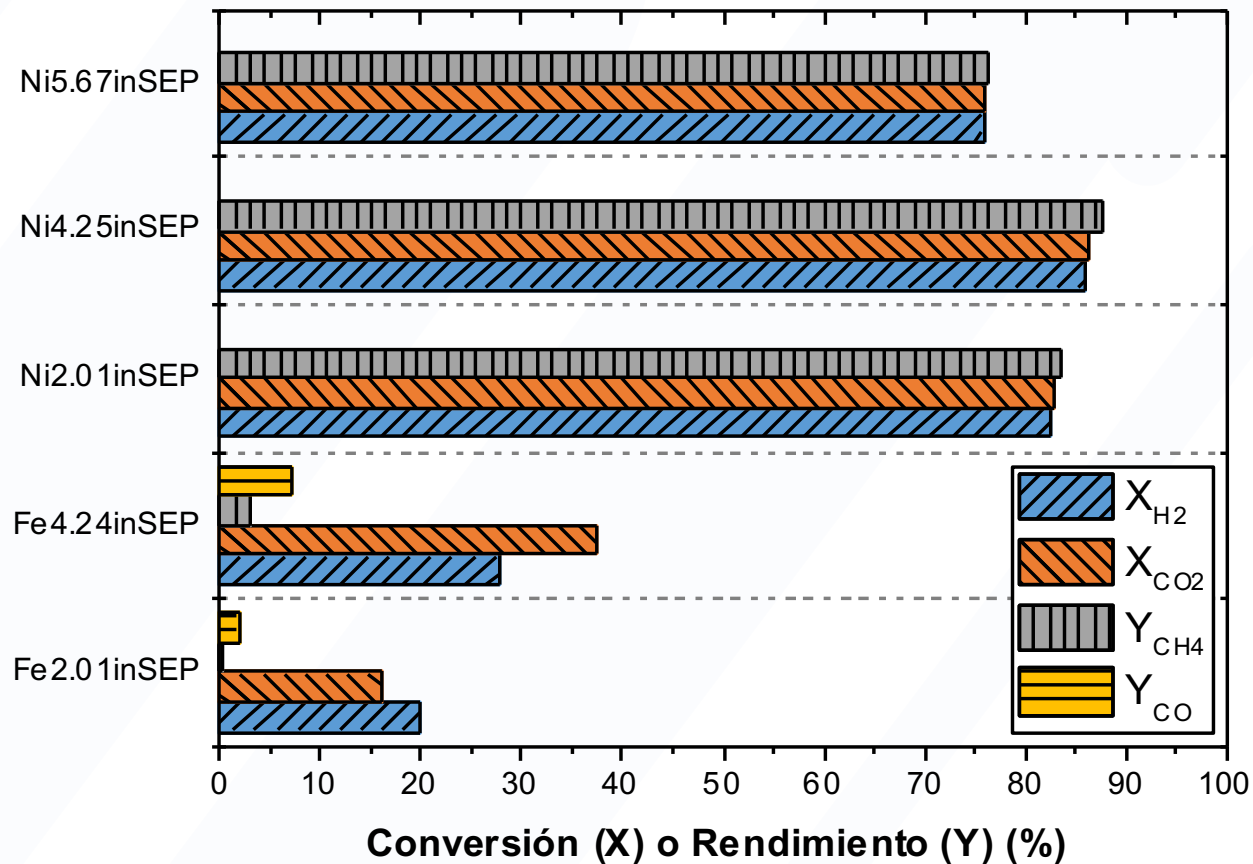


Testeo catalítico de los catalizadores

Experimentos en reactor de lecho fijo (FBR, d.i. 13 mm), con los **5 catalizadores preparados**. En todos los casos: 3 g de sólido, 400 o 250 °C y $H_2:CO_2 = 4:1$.

Testeo catalítico de los catalizadores

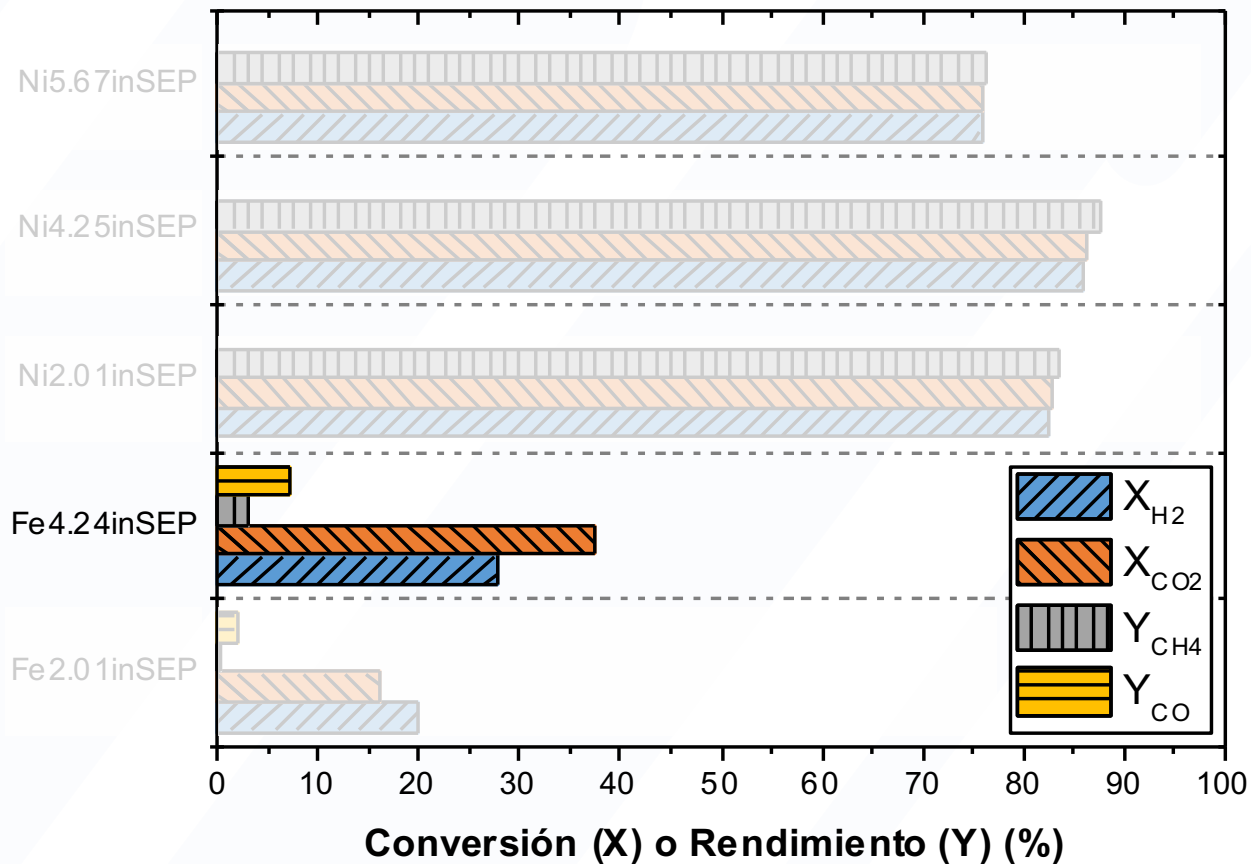
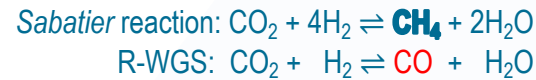
Experimentos en reactor de lecho fijo (FBR, d.i. 13 mm), con los 5 catalizadores preparados. En todos los casos: 3 g de sólido, 400 o 250 °C y $H_2:CO_2=4:1$.



400 °C

Testeo catalítico de los catalizadores

Experimentos en reactor de lecho fijo (FBR, d.i. 13 mm), con los 5 catalizadores preparados. En todos los casos: 3 g de sólido, 400 o 250 °C y $H_2:CO_2=4:1$.

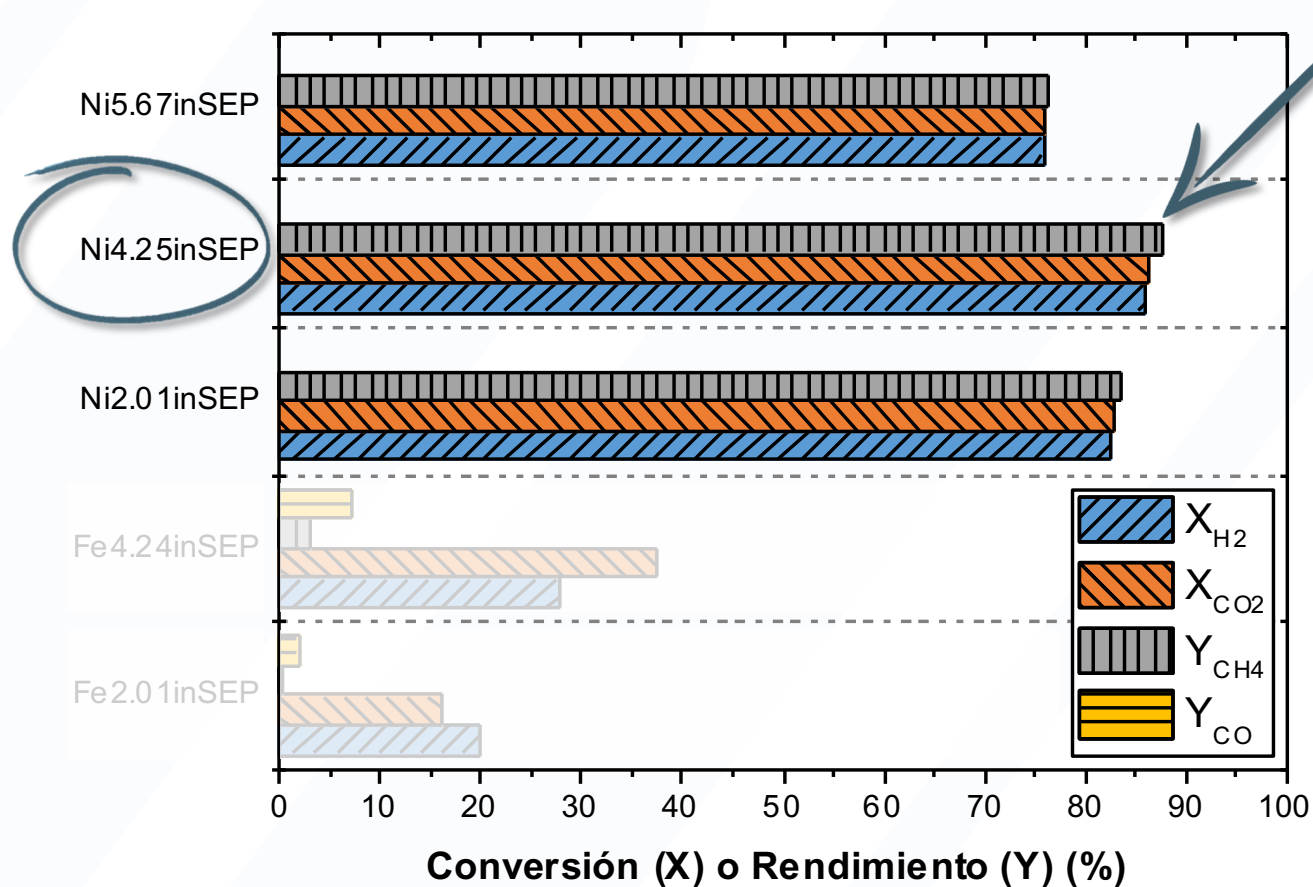


400 °C

Testeo catalítico de los catalizadores

Experimentos en reactor de lecho fijo (FBR, d.i. 13 mm), con los 5 catalizadores preparados. En todos los casos: 3 g de sólido, 400 o 250 °C y $H_2:CO_2=4:1$.

Actividad catalítica: Ni cercano al equilibrio

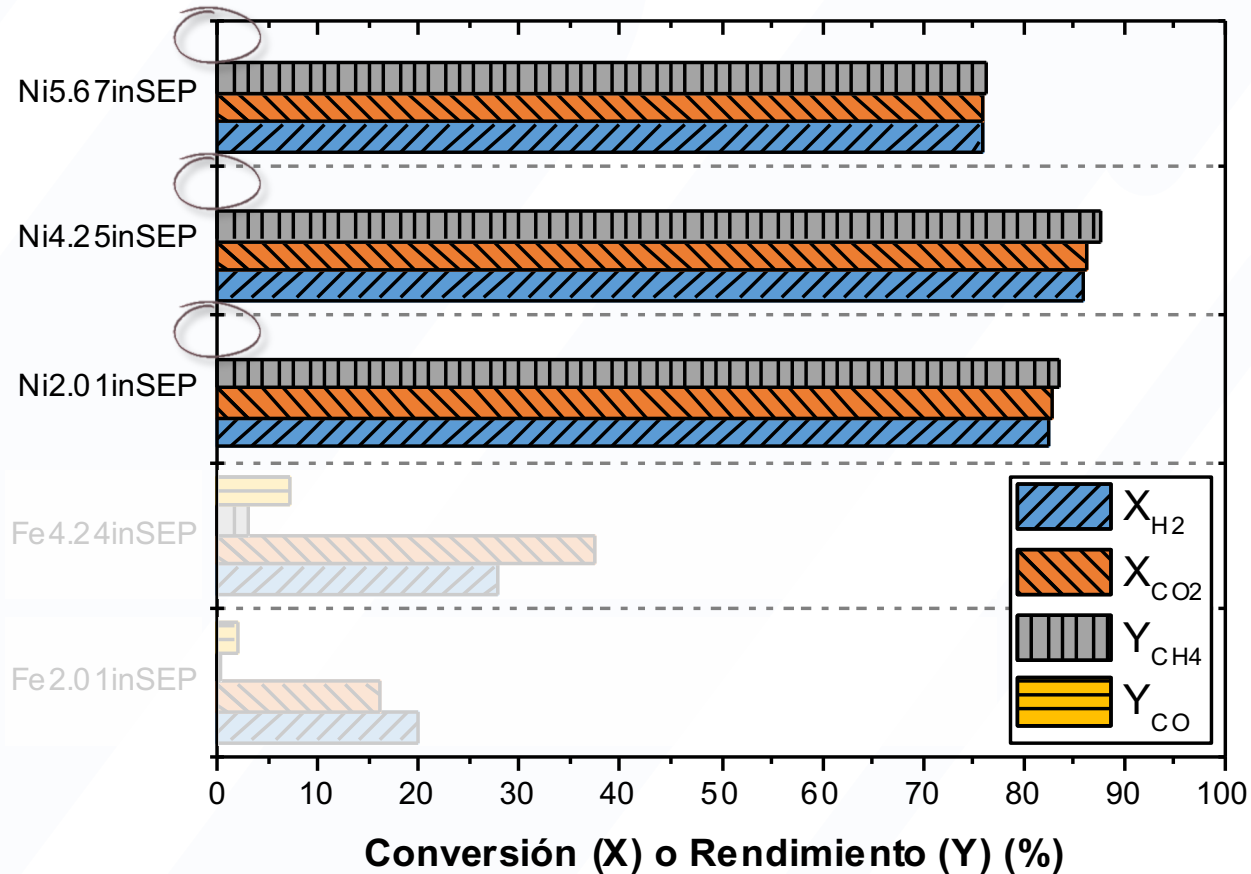


400 °C

Testeo catalítico de los catalizadores

Experimentos en reactor de lecho fijo (FBR, d.i. 13 mm), con los 5 catalizadores preparados. En todos los casos: 3 g de sólido, 400 o 250 °C y $H_2:CO_2=4:1$.

Actividad catalítica: No formación de CO, ni coque

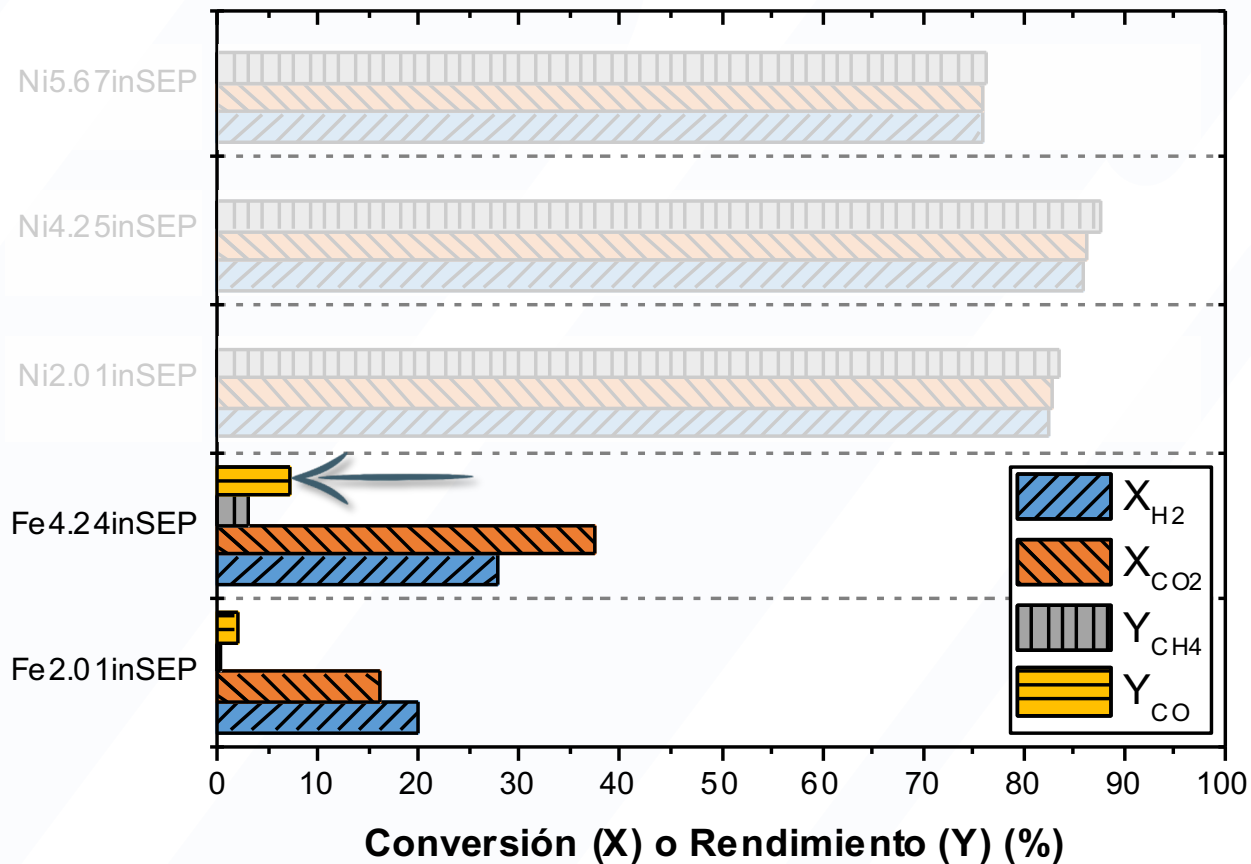


400°C

Testeo catalítico de los catalizadores

Experimentos en reactor de lecho fijo (FBR, d.i. 13 mm), con los 5 catalizadores preparados. En todos los casos: 3 g de sólido, 400 o 250 °C y $H_2:CO_2=4:1$.

Actividad catalítica: $Fe \ll Ni$

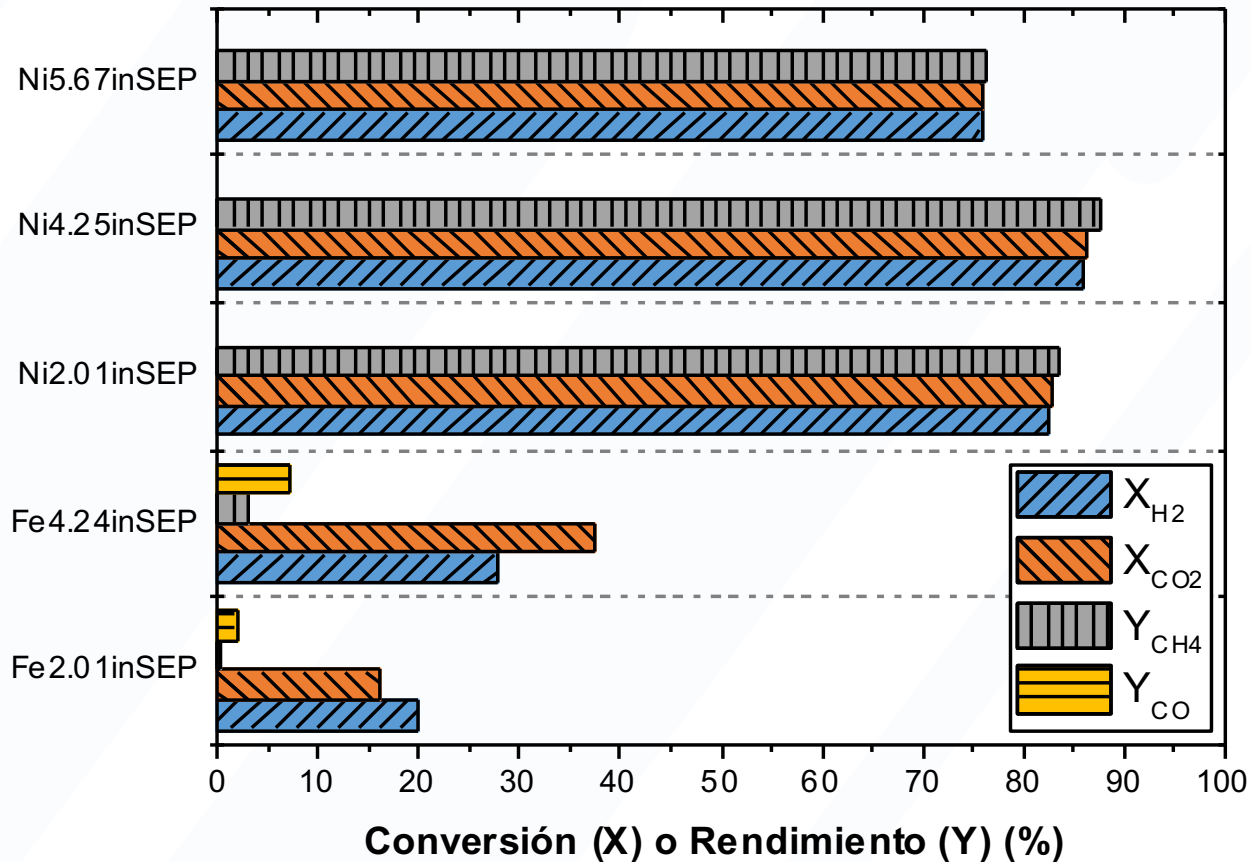


400 °C

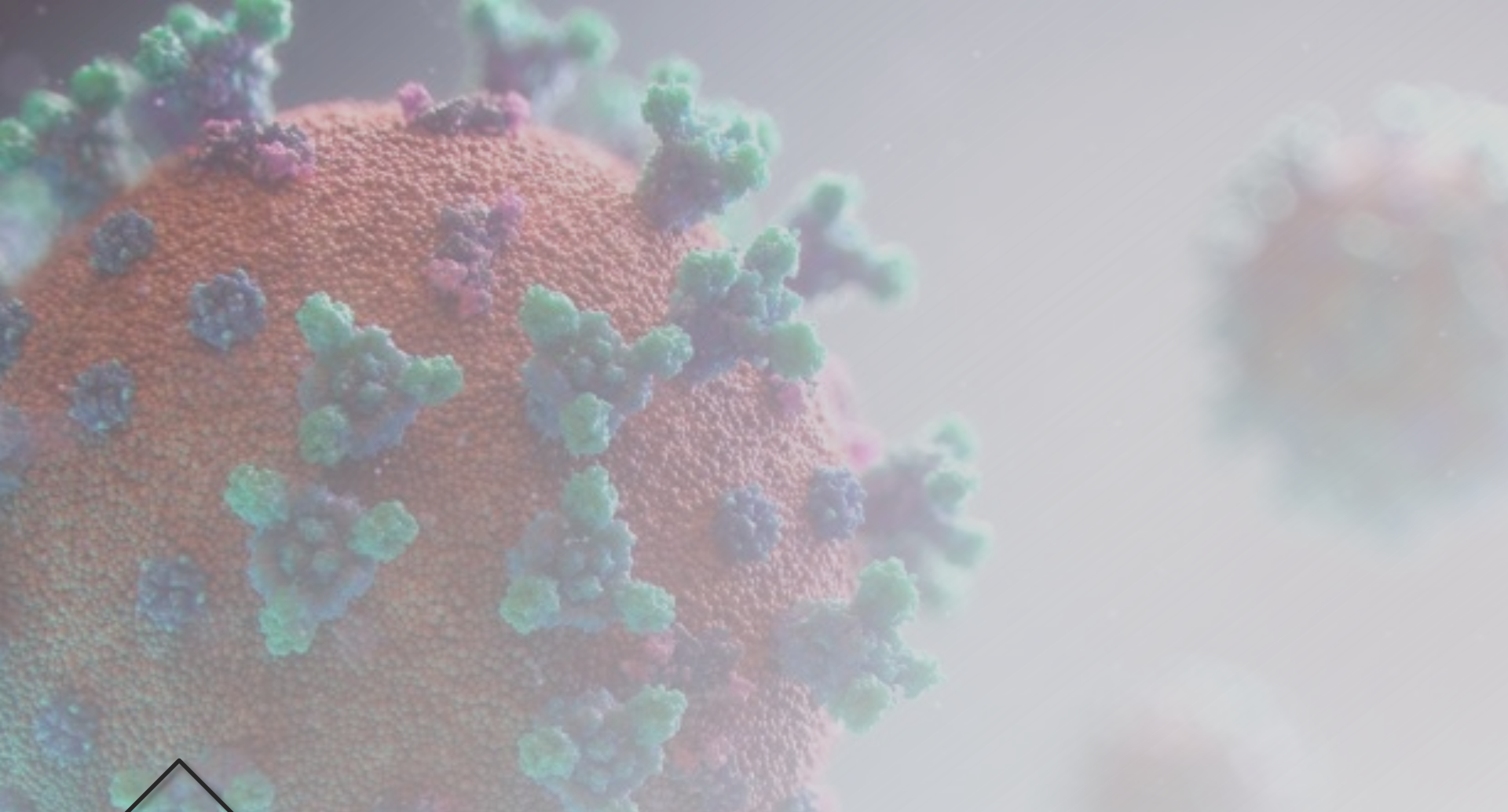
Testeo catalítico de los catalizadores

Experimentos en reactor de lecho fijo (FBR, d.i. 13 mm), con los 5 catalizadores preparados. En todos los casos: 3 g de sólido, 400 o 250 °C y $H_2:CO_2=4:1$.

Estabilidad: Ni (estable), Fe (inestable)



400 °C



03

CONCLUSIONES

Sepiolita

1. Material alternativo como **soporte catalítico** en la reacción de *Sabatier*.
2. **Inapreciable intensificación** de la reacción por desplazamiento del equilibrio vía adsorción de H_2O .

A large, bold, yellow 3D letter 'S' is positioned on the right side of the slide. The letter has a slight shadow and a gradient, giving it a three-dimensional appearance. It is set against a white background that is part of a larger graphic design with dark, textured borders on the left and right sides.

Níquel

1. **Elevada actividad**, con tasas de producción de CH_4 muy cercanas al equilibrio (máximo admisible).
2. **Estabilidad** (~ 22 h de operación continua).

Ni

Hierro

1. No cumple con las expectativas dado su **bajo rendimiento a CH₄** (y alto a CO) y **desactivación por coquización**.

Fe



THANK YOU.



Andrés Sanz-Martínez



sanza@unizar.es



Laboratorio de Tecnologías del H₂ (CREG), UNIZAR (ES)



I Jornada I3A – IX Jornada de Jóvenes Investigadores
(IX JJI I3A), Zaragoza