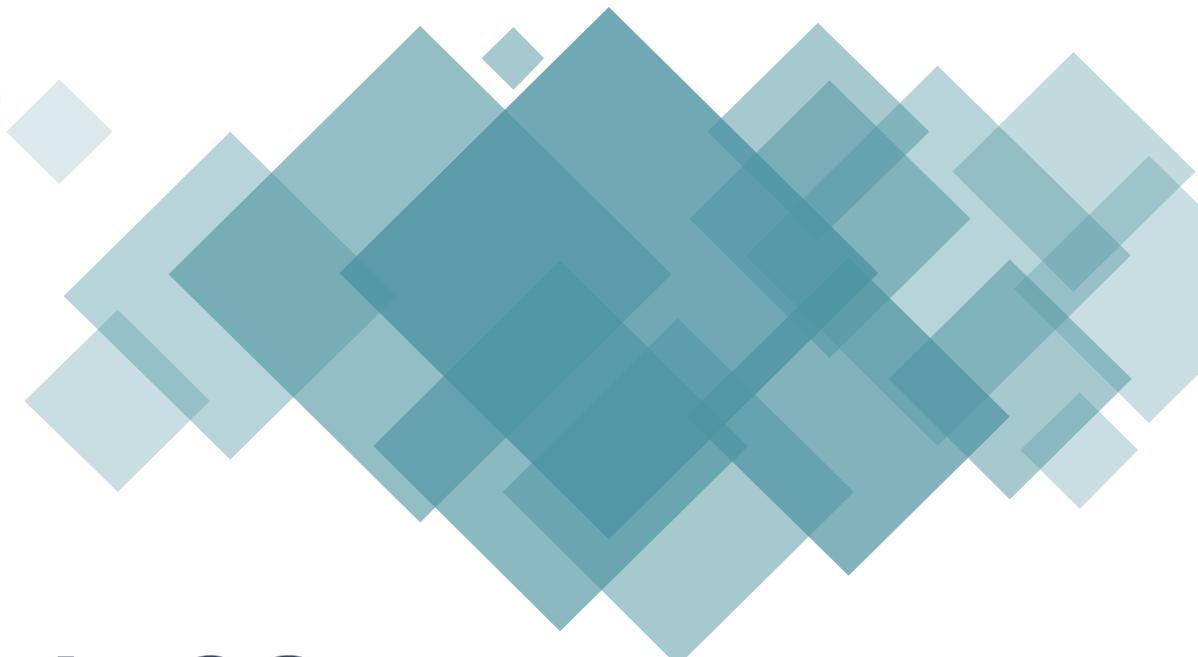




Instituto Universitario de Investigación  
de Ingeniería de Aragón  
**Universidad Zaragoza**

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

Zaragoza, España  
Diciembre 11, 2020



# Conversión de CO<sub>2</sub> en gas natural sintético: Análisis de eficiencia mediante catalizadores basados en sepiolitas

**Andrés Sanz-Martínez<sup>1</sup>, J. Gurauskis<sup>2,3</sup>, V. Gil<sup>2,4</sup>, J. Herguido<sup>1</sup>, J.A. Peña<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Grupo de Catálisis, Separaciones Moleculares e Ingeniería de Reactores (CREG – I3A)

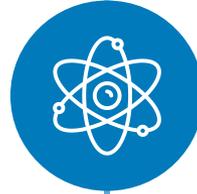
<sup>2</sup> Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y Desarrollo (ARAID)

<sup>3</sup> Instituto de Nanociencia y Material de Aragón (CSIC – Unizar)

<sup>4</sup> Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno de Aragón (FHa)

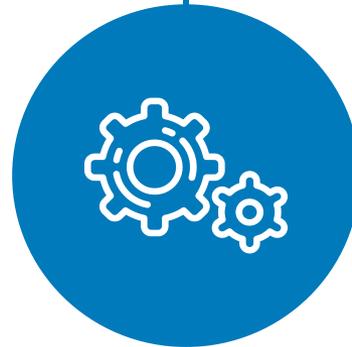
# Introducción

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

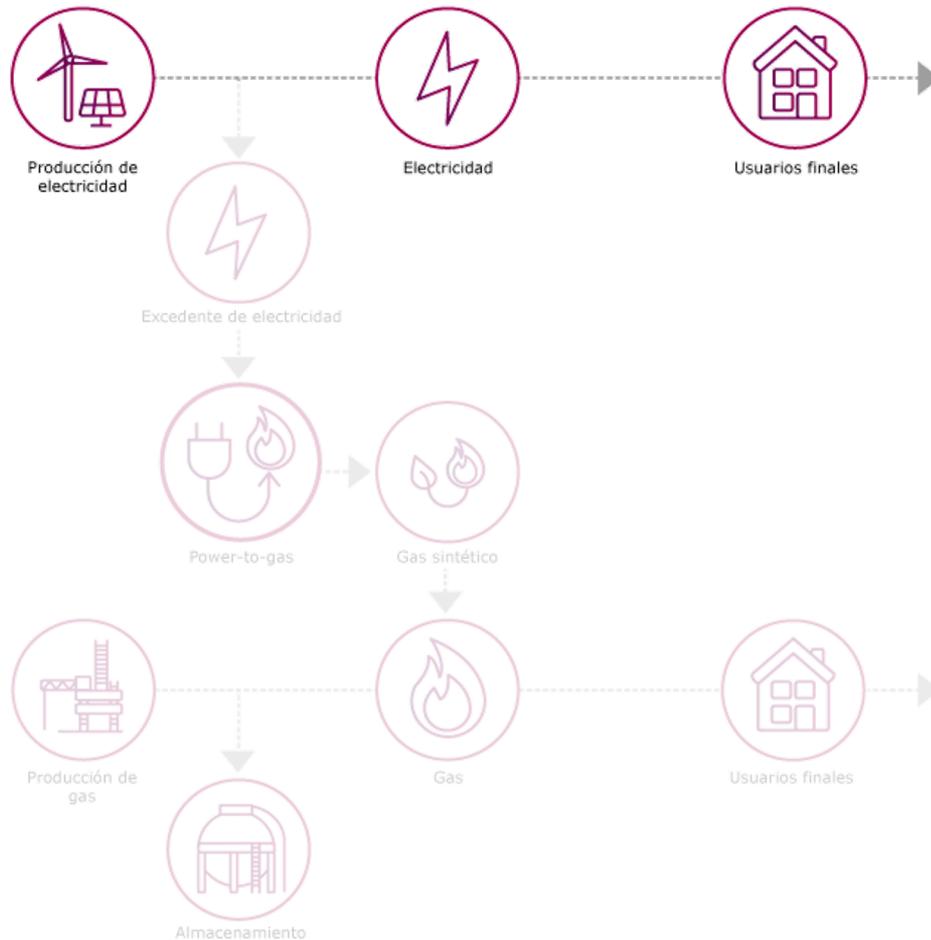
# INTRODUCCIÓN

# **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

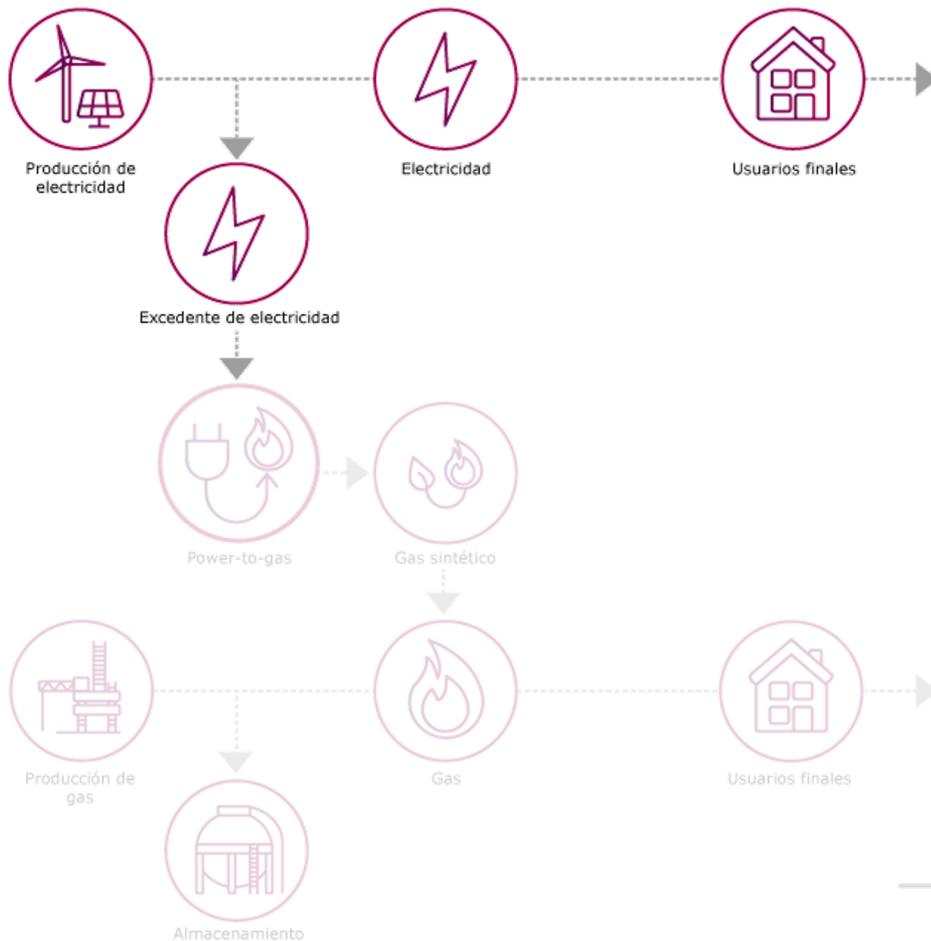
*Power-to-Gas* (PtG o P2G) es una tecnología alternativa que utiliza **energía eléctrica** para producir un **combustible gaseoso**



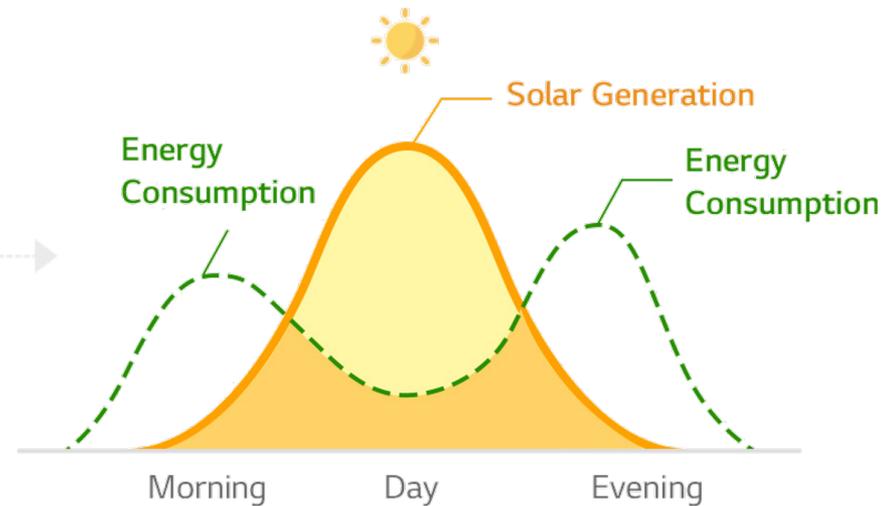
Cadena  
común  
de  
suministro

# PtG: Binomio electricidad y gas

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

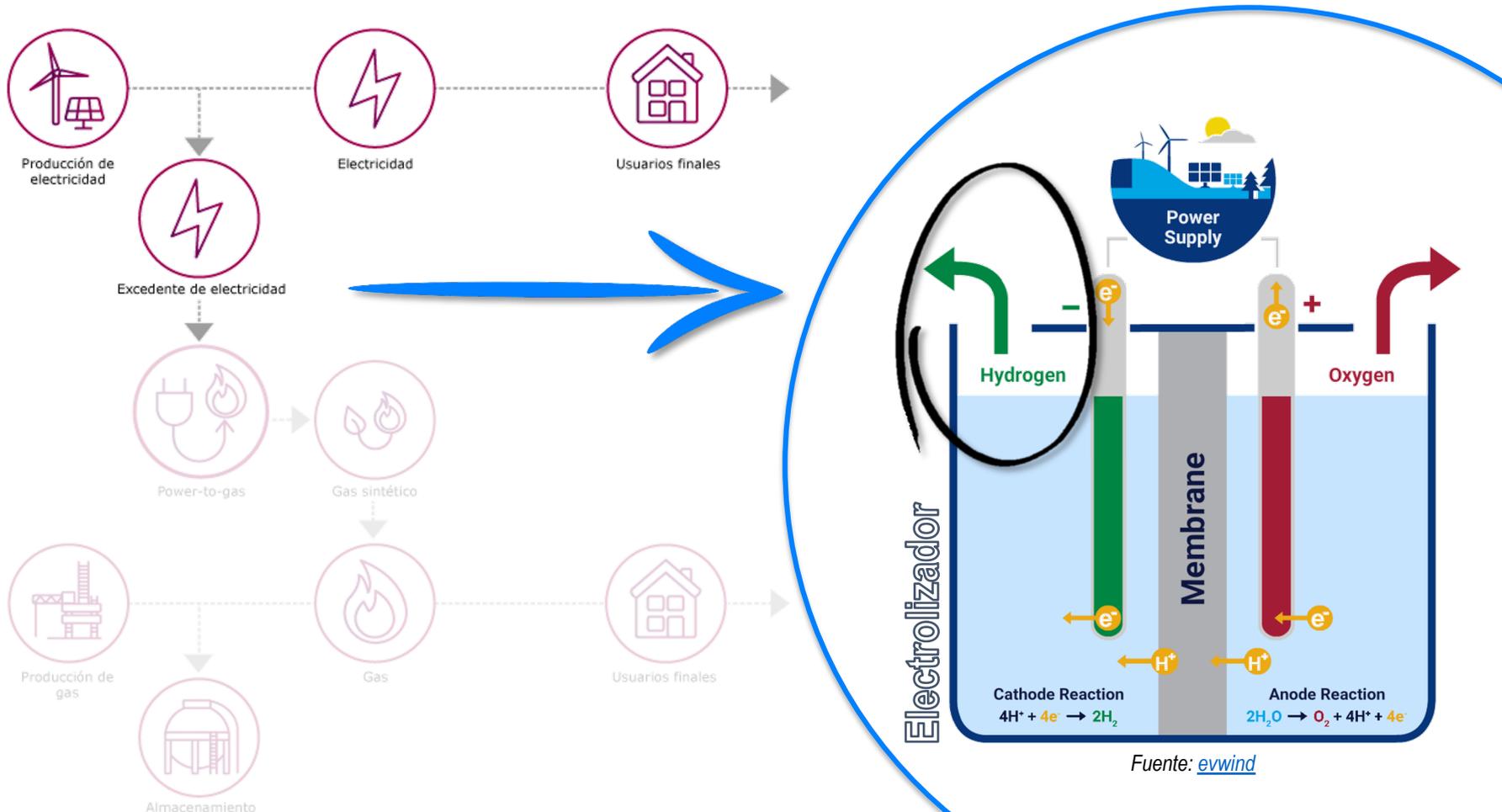


**Oferta**  
↑  
↓  
**Demanda**



# PtG: Binomio electricidad y gas

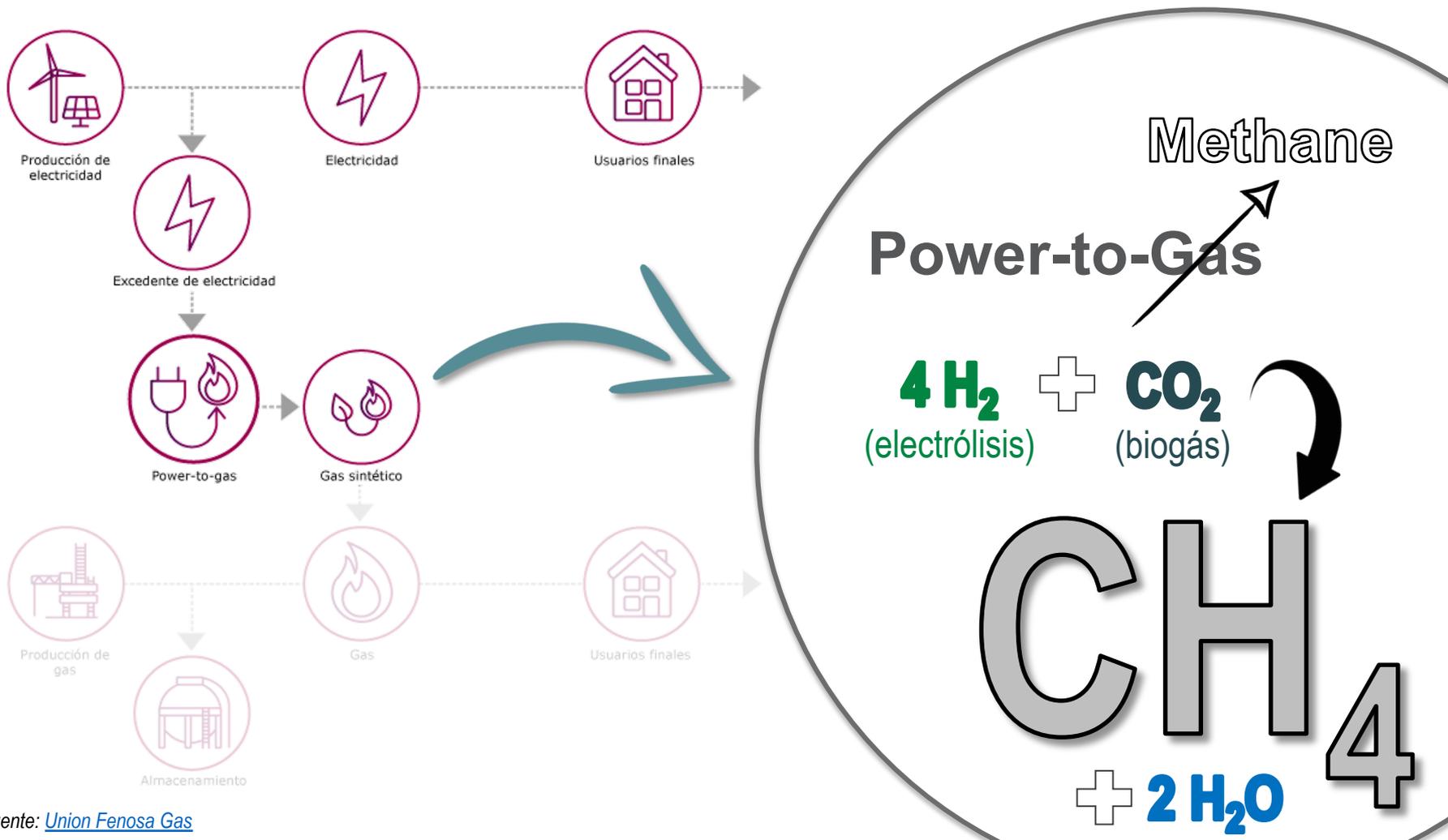
Power-to-Gas (PtG o P2G) es una tecnología alternativa que utiliza **energía eléctrica** para producir un **combustible gaseoso**



Fuente: [ewind](#)

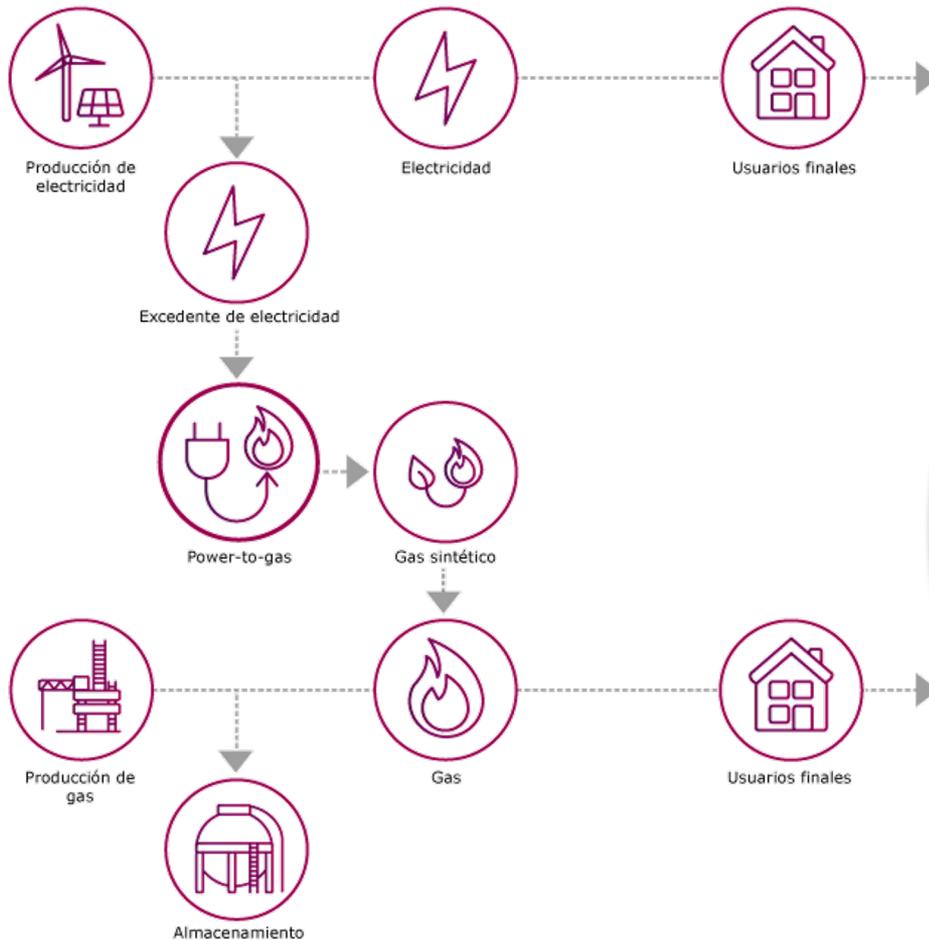
# PtG: Binomio electricidad y gas

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 **CH<sub>4</sub>** 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*.

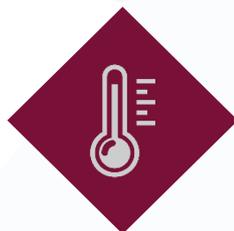
**01**

**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).



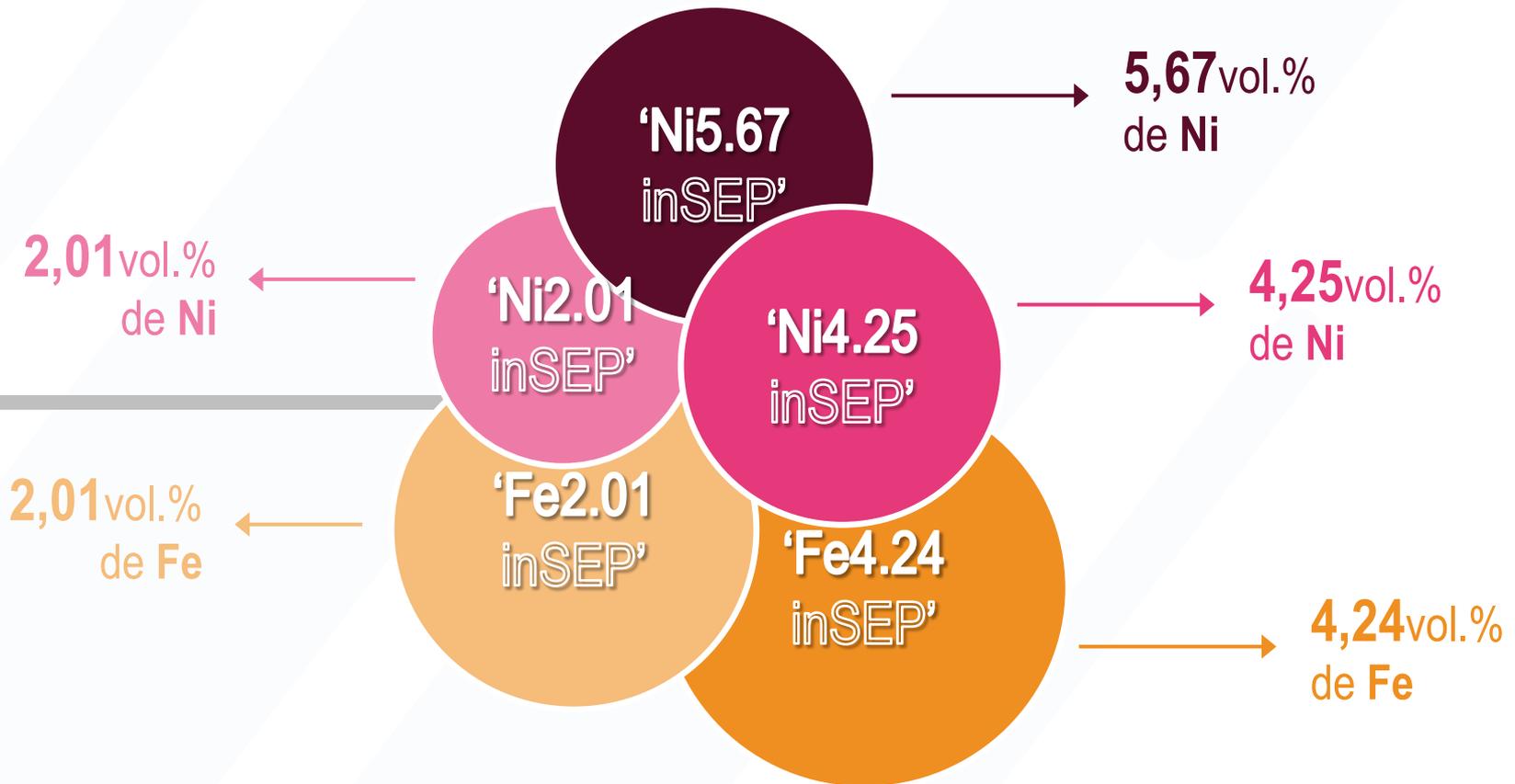
**04**

**Reducción** (400°C, 50vol.% H<sub>2</sub>) 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

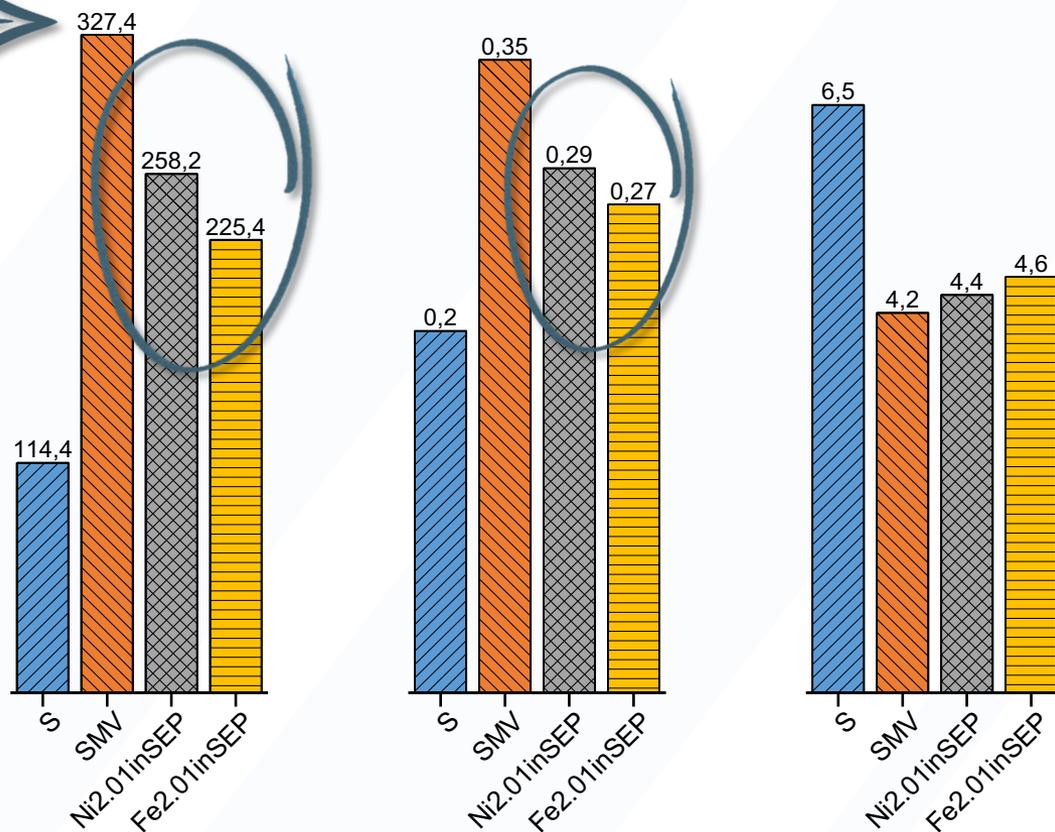
Evaluación de sus propiedades catalítico-adsorbentes (act. y estabilidad)

# Caracterización de los catalizadores

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

## N<sub>2</sub>-adsorption (BET)

Sup. específica (m<sup>2</sup>/g)      Vol. de poro (cm<sup>3</sup>/g)      Tamaño de poro (nm)

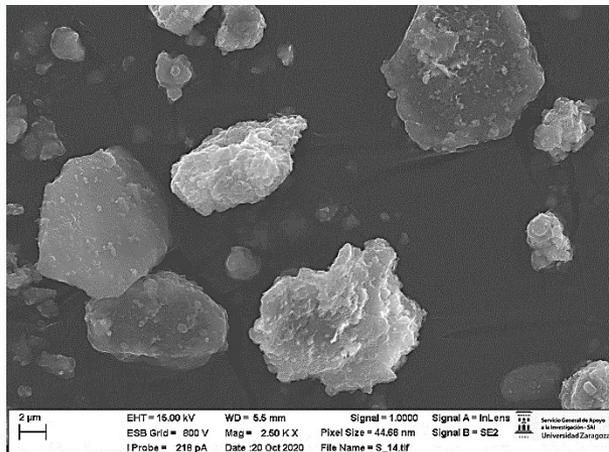
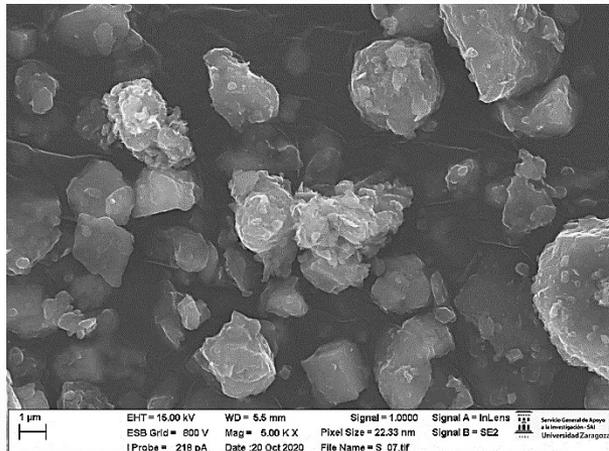


# Caracterización de los catalizadores

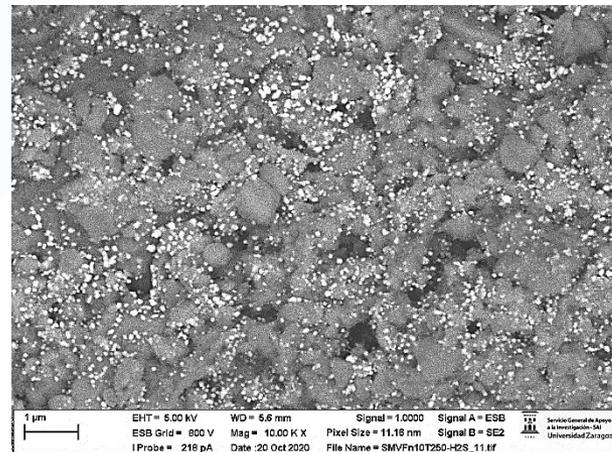
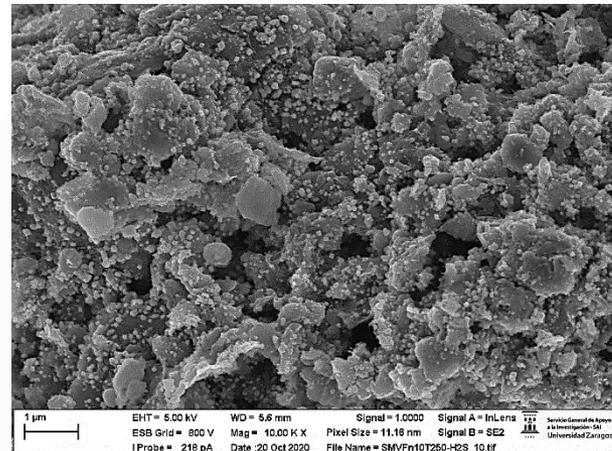
Una vez preparados, se seleccionaron **cuatro sólidos** ('S', 'SMV', 'Ni2.01inSEP' y 'Fe2.01inSEP') representativos, para su **caracterización físico-química**.

## Microscopía electrónica de barrido (SEM)

'S' (Sepiolita natural)



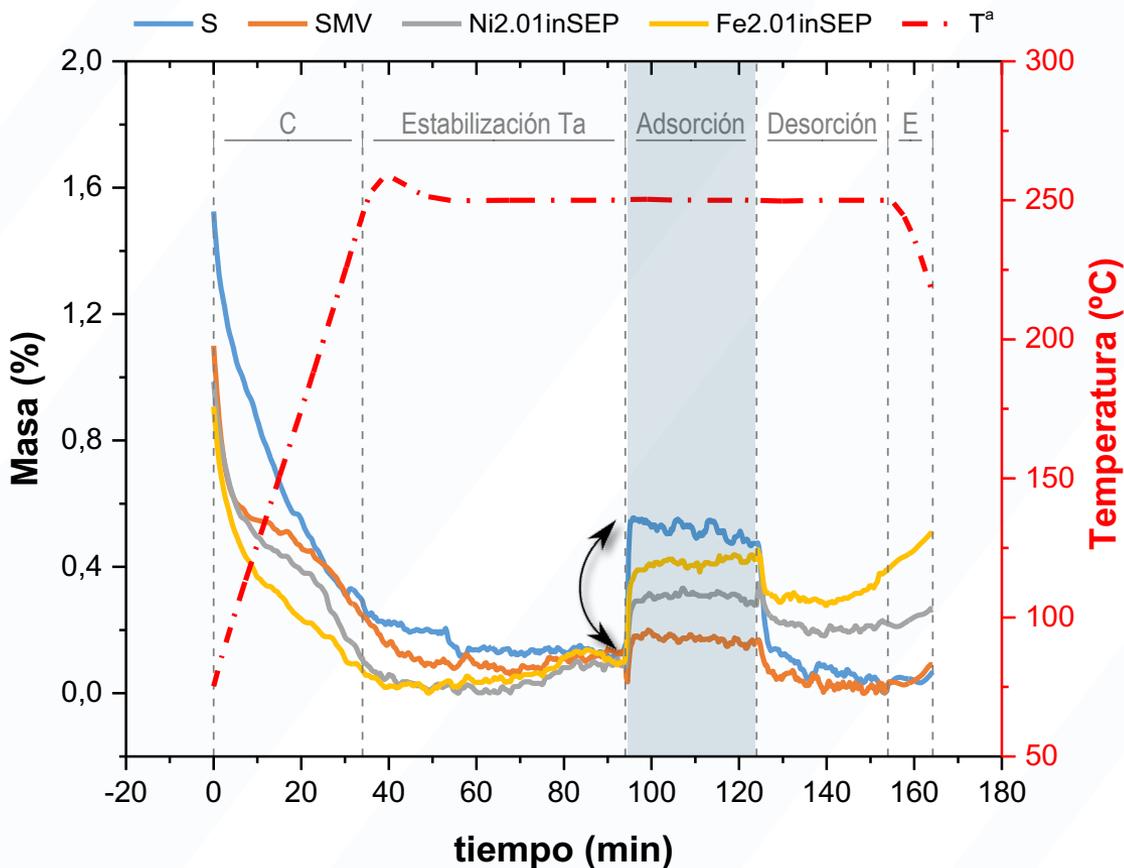
'Ni2.01inSEP' (Sep. Con Ni)



# Caracterización de los catalizadores

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

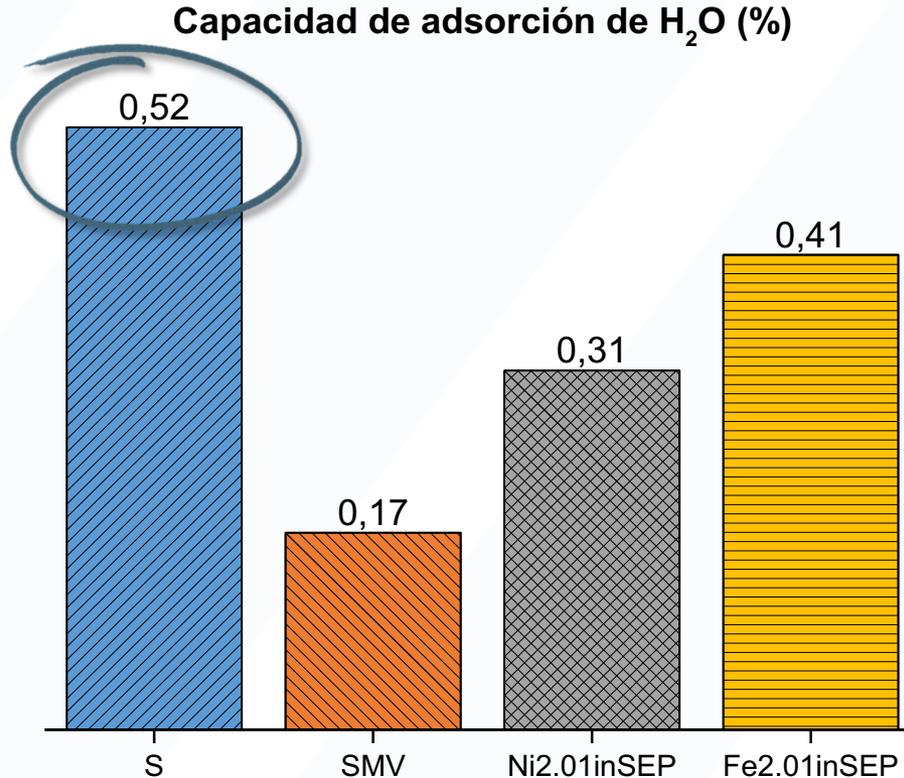
## Análisis termogravimétrico (TGA)



# 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)

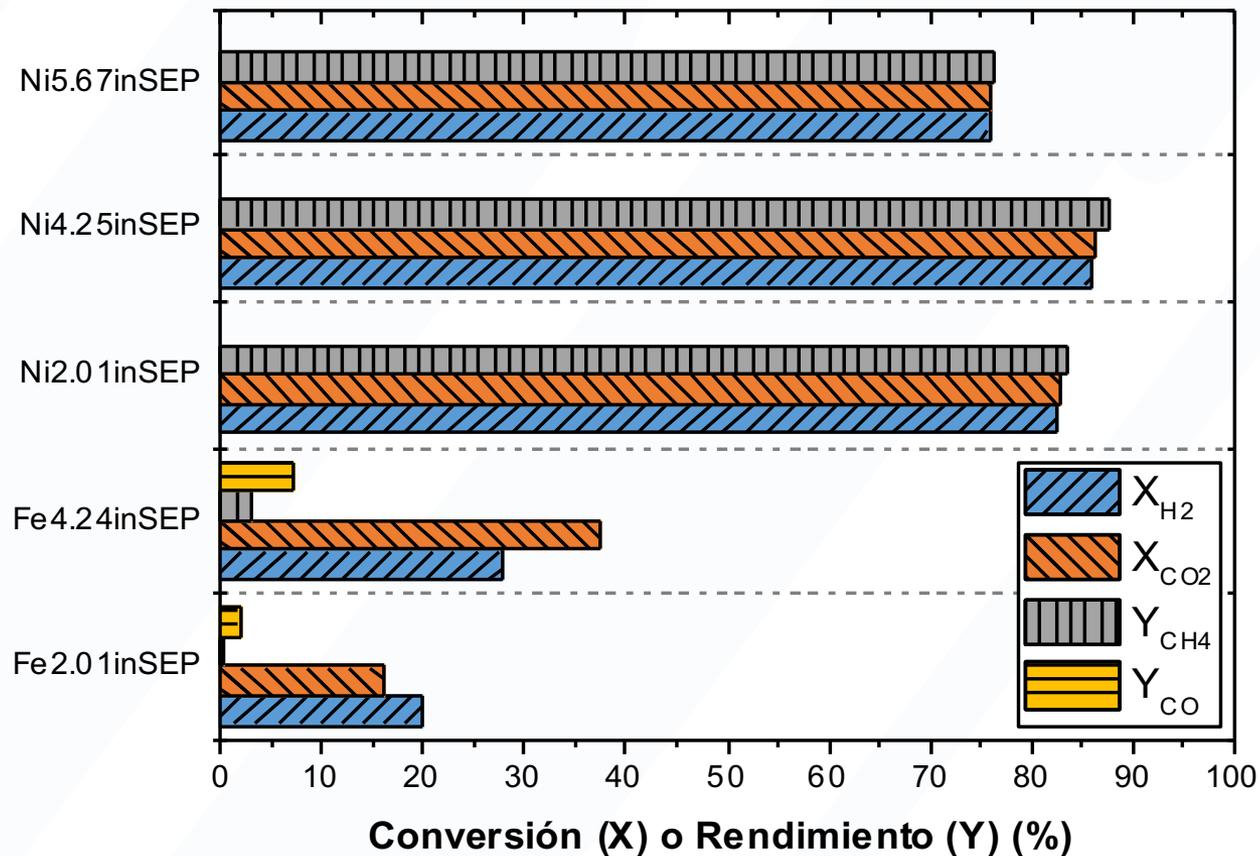


# Testeo catalítico de los catalizadores

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

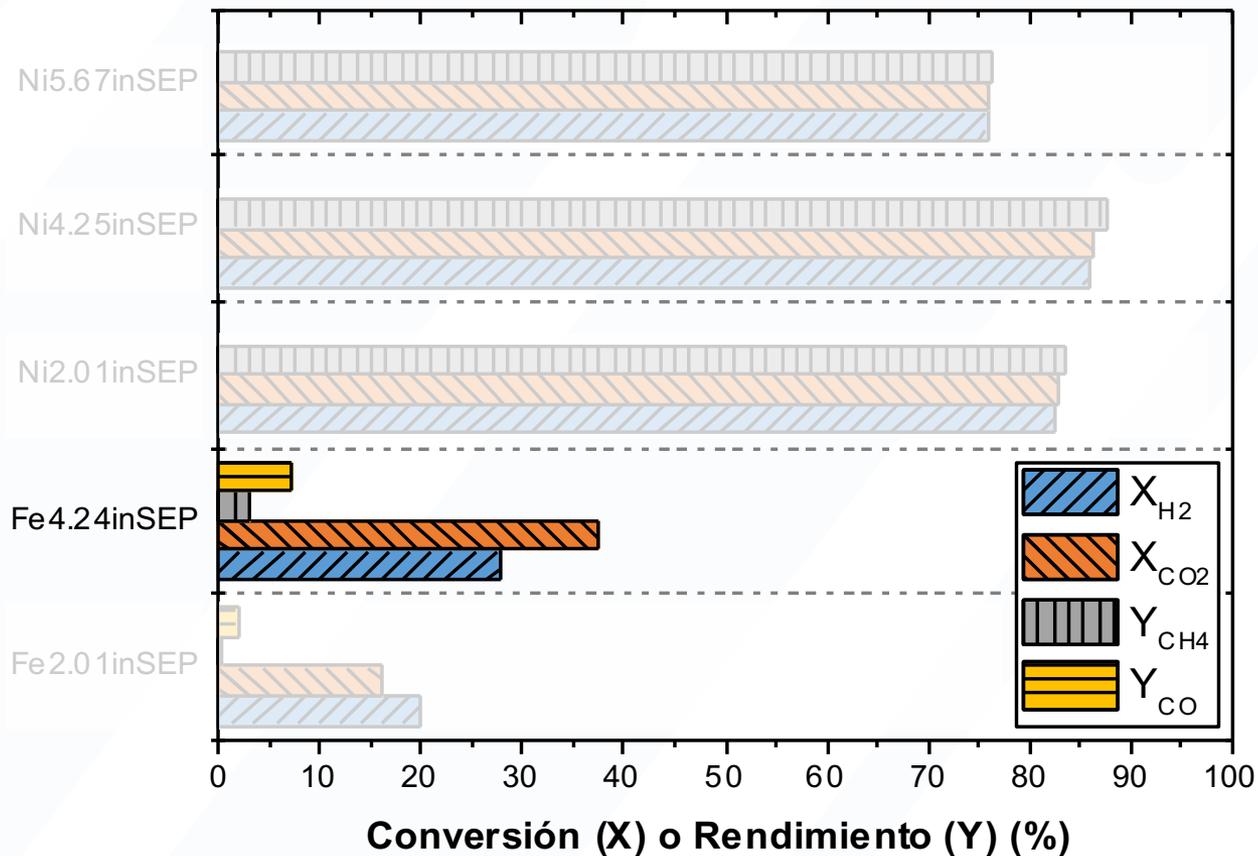
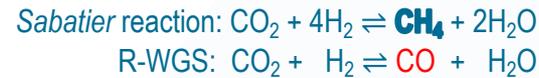
Experimentos en reactor de lecho fijo (FBR, d.i. 13 mm), con los 5 catalizadores preparados. En todos los casos: 3 g de sólido, 400 o 250 °C y  $H_2:CO_2=4:1$ .



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<sub>2</sub>:CO<sub>2</sub>= 4:1.

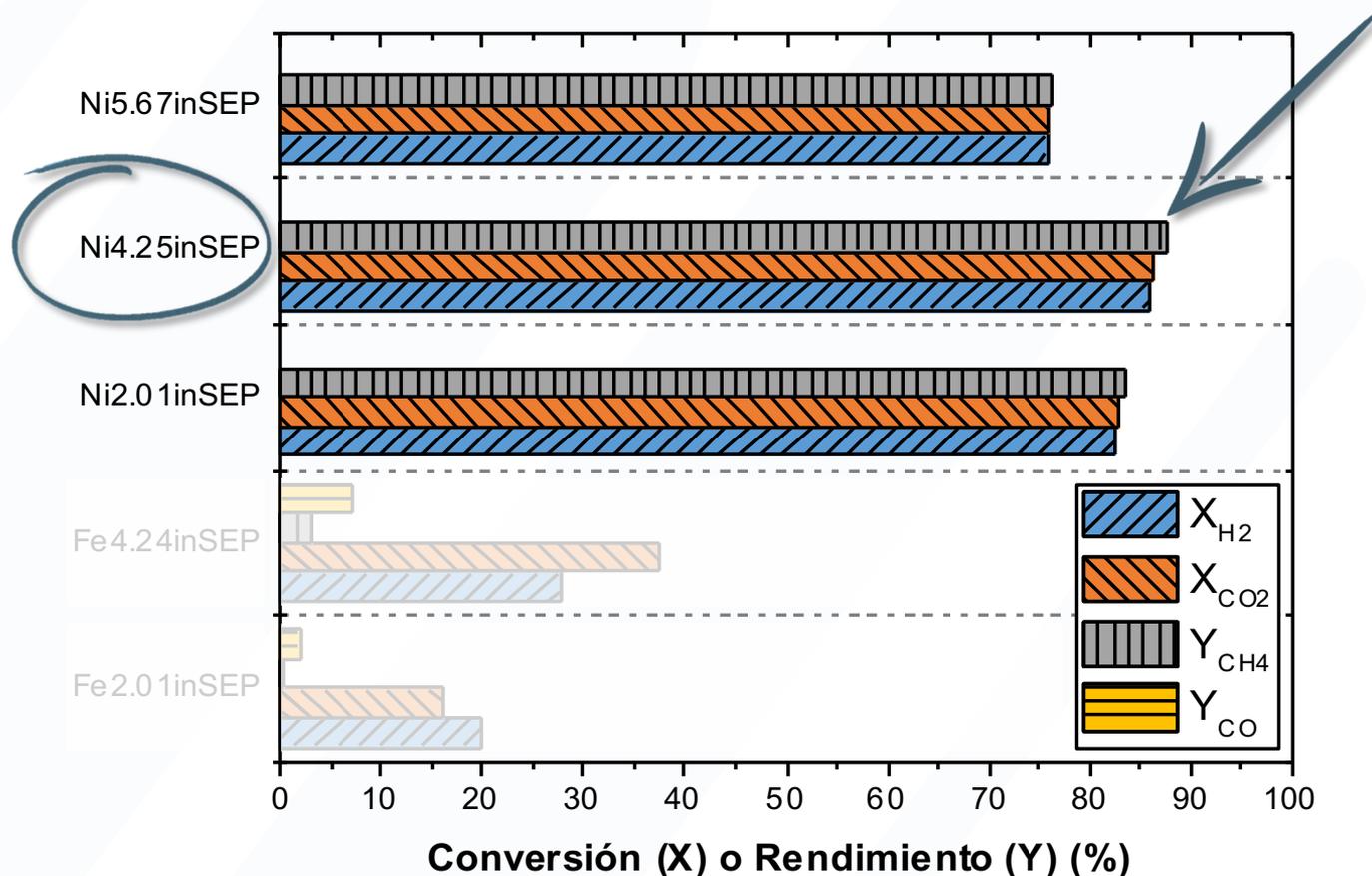


400 °C

# 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  $H_2:CO_2=4:1$ .

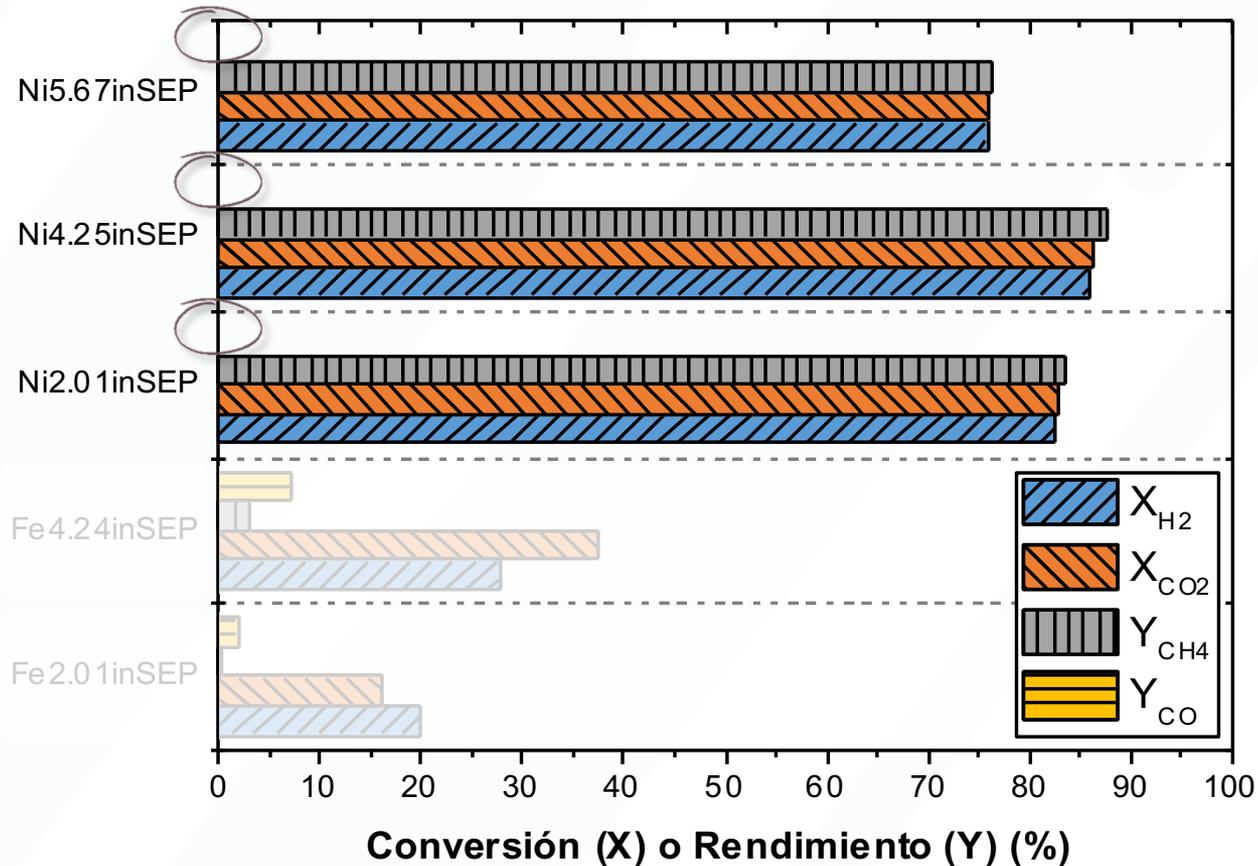
Actividad catalítica: Ni cercano al equilibrio



# 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

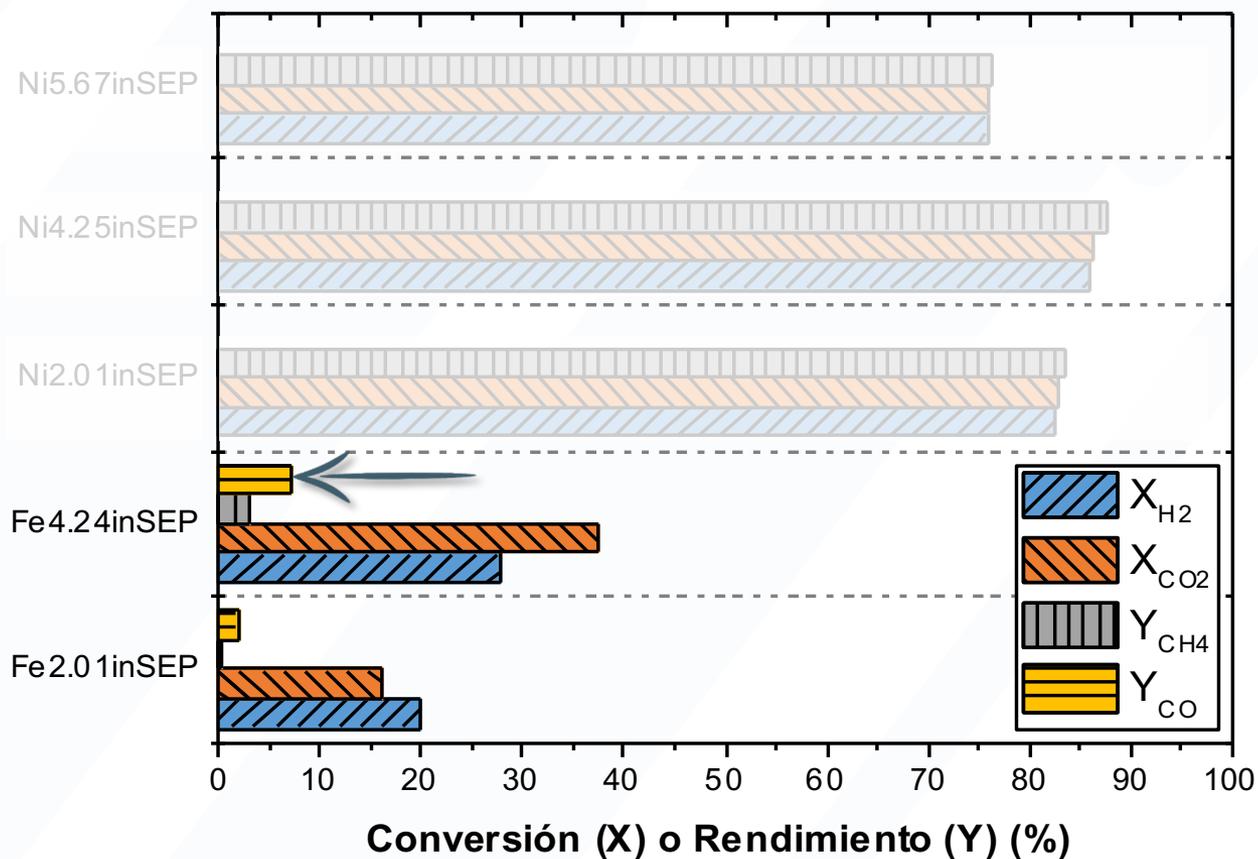


400°C

# 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:  $Fe \ll Ni$

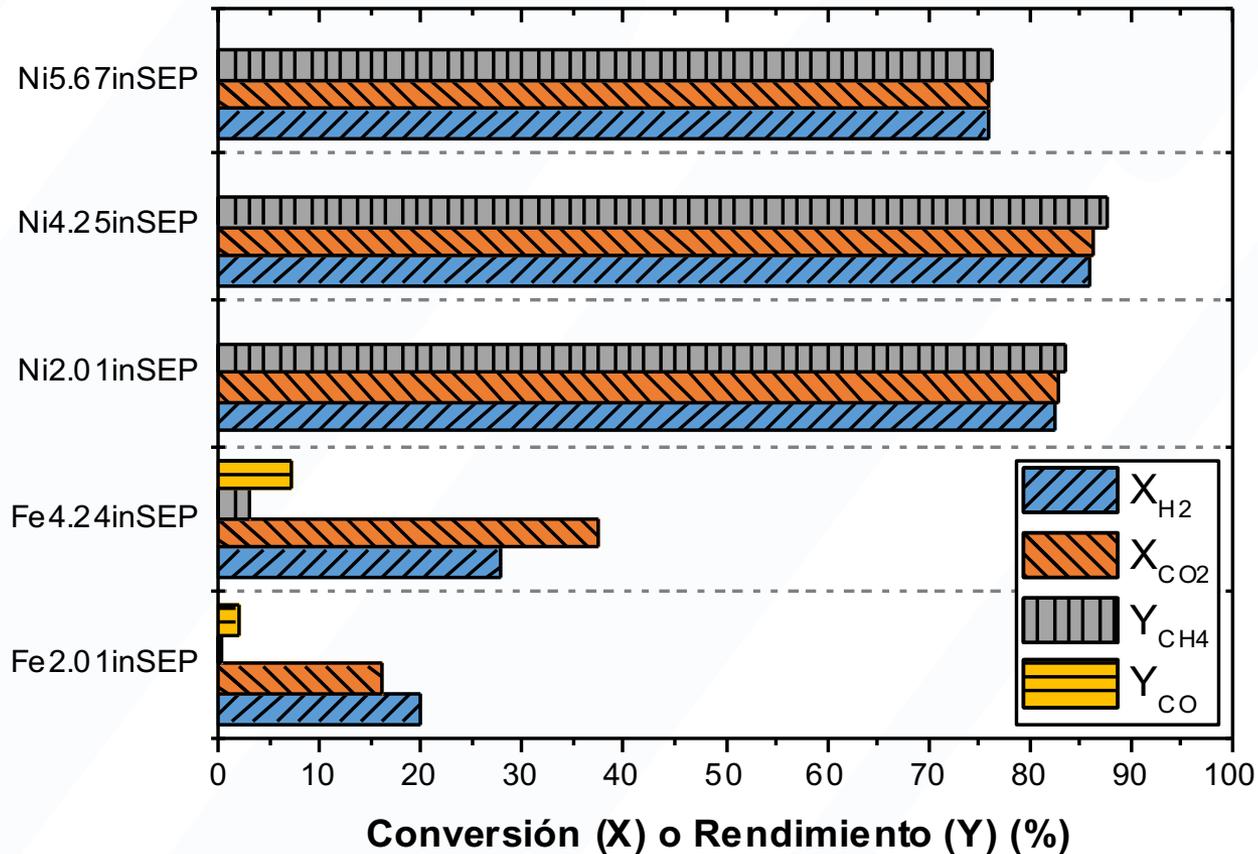


400°C

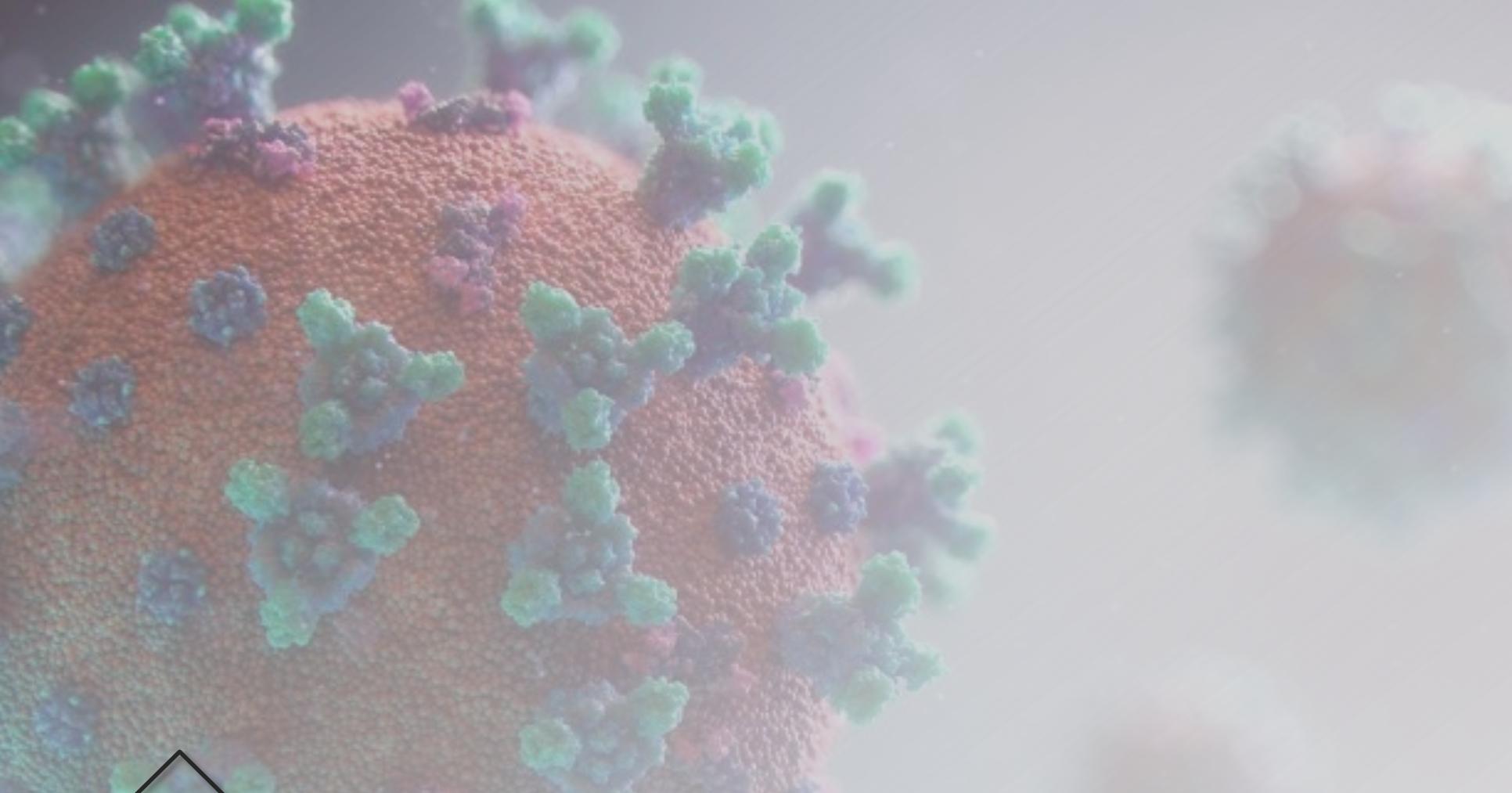
# Testeo catalítico de los catalizadores

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  $\text{CH}_4$  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 CH<sub>4</sub>** (y alto a CO) y **desactivación por coquización**.

Fe



# THANK YOU.



**Andrés Sanz-Martínez**



[sanza@unizar.es](mailto:sanza@unizar.es)



Laboratorio de Tecnologías del H<sub>2</sub> (CREG), UNIZAR (ES)



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