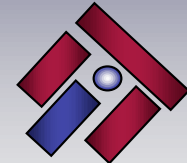




**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**



**Escuela de Ingeniería Química**



Ingeniería Química  
UCV

# **MEJORAS DEL PROCESO DE REFORMACIÓN DE METANO PARA LA PRODUCCIÓN DE GAS DE SÍNTESIS EMPLEANDO CATALIZADORES ESTRUCTURADOS**

**Autores: Ing. Adriana García <sup>(1)</sup>**

**Dra. Mireya de Goldwasser <sup>(2)</sup>**

**Ing. Francisco Yáñez <sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Escuela de Ingeniería Química U.C.V. <sup>(2)</sup> Escuela de Química Facultad de Ciencias U.C.V.

# Planteamiento del problema

Desarrollo de tecnologías



Reformación de Gas Natural



Obtención de gas de síntesis a partir de metano empleando catalizadores a base de óxidos tipo perovskitas

Gas de síntesis

Disminución de  
de síntesis del ca

Proceso **mejorado** de reformación de metano para la obtención de gas de síntesis

n de costos energéticos

# Objetivos



## General

Diseño y desarrollo de catalizadores microestructurados metálicos impregnados con óxidos mixtos tipo perovskitas ( $\text{LaFe}_{0.4}\text{Co}_{0.6}\text{O}_3$  y  $\text{LaFe}_{0.6}\text{Co}_{0.4}\text{O}_3$ ), evaluados en la reacción combinada de metano con  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ , para mejorar el proceso de reformación en la producción de gas de síntesis.

# Objetivos

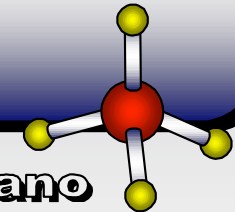


## Específicos

- Estudio de la actividad del catalizador soportado en la estructura, en la reformación combinada de metano.
- Optimización de las relaciones molares  $\text{CH}_4/\text{O}_2/\text{CO}_2$ , para disminuir la cantidad de calor requerida por la reacción.
- Desarrollo de empaque estructurados para su uso como soporte de catalizador.

# Gas Natural

Es una mezcla gaseosa de hidrocarburos parafínicos con pequeñas cantidades de gases inorgánicos (CO<sub>2</sub>). Su componente principal es el **metano** cuya cantidad varía entre **70 y 93%**, dependiendo de su localización.

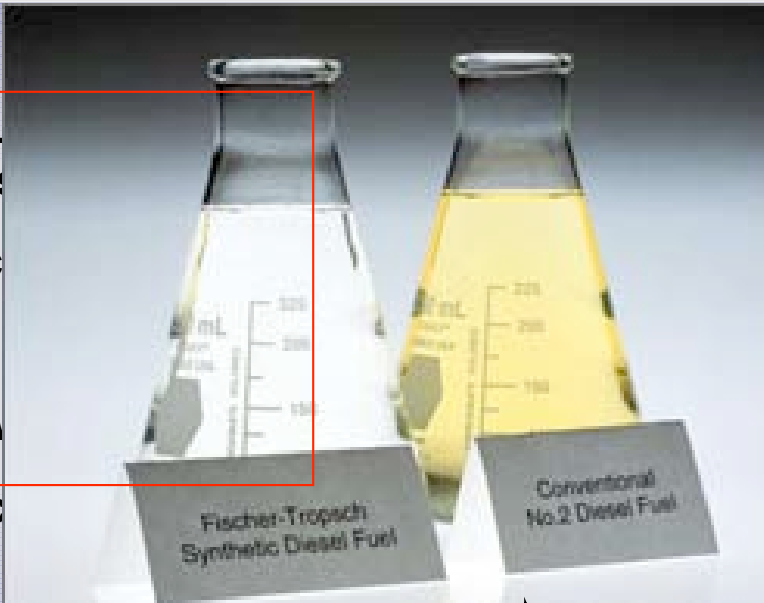


# Proceso : GTL



Actualmente GTL  
transforman el gas

- Fischer-Tropsch
- Metanol
- Dimetil éter (DM
- Gas Natural Lic



Químicos o físicos que

Síntesis ( $\text{CO} + \text{H}_2$ )  
Producción de Gas Natural

70 % del costo total

GN

Reformación

$\text{H}_2 + \text{CO}$

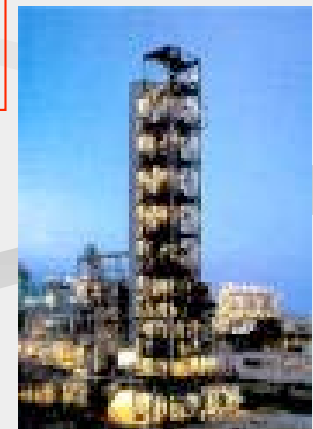
Proceso

Diessel

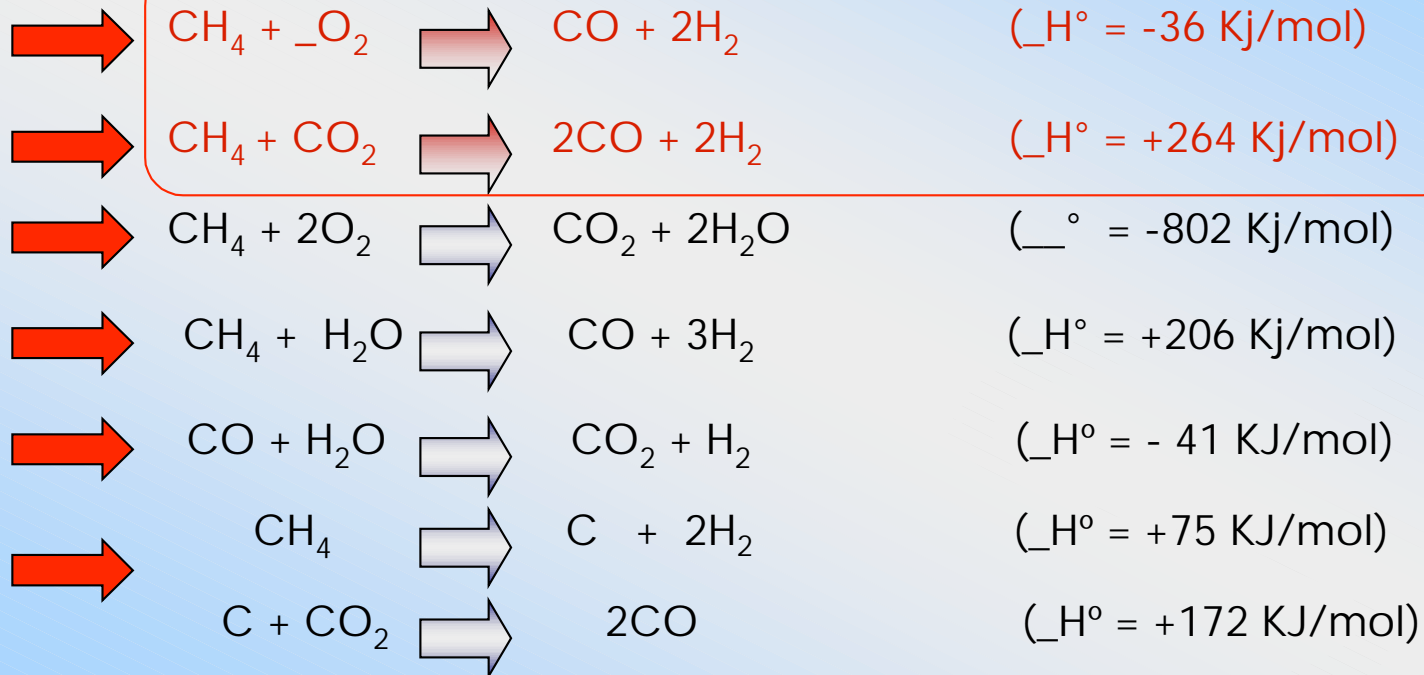
Rentabilidad

# Procesos catalíticos utilizados para obtener gas de síntesis a través de la reformación de metano

- ➔ Reformación de metano con vapor de agua (RMV)
- ➔ Oxidación parcial de metano (OPM)
- ➔ Reformación seca de metano con  $\text{CO}_2$
- ➔ Reformación combinada de metano con  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$



# Reformación combinada de metano



**Total**

**$\Delta H^\circ = -162 \text{ kJ/mol}$**





# Metodología



**Fase I**

Elaboración y tratamiento de los microestructurados

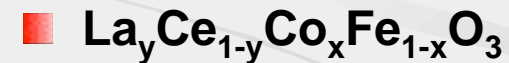
**Fase II**

Perovskitas que se prepararan:  
Síntesis y recubrimiento



**Fase III**

Reacción

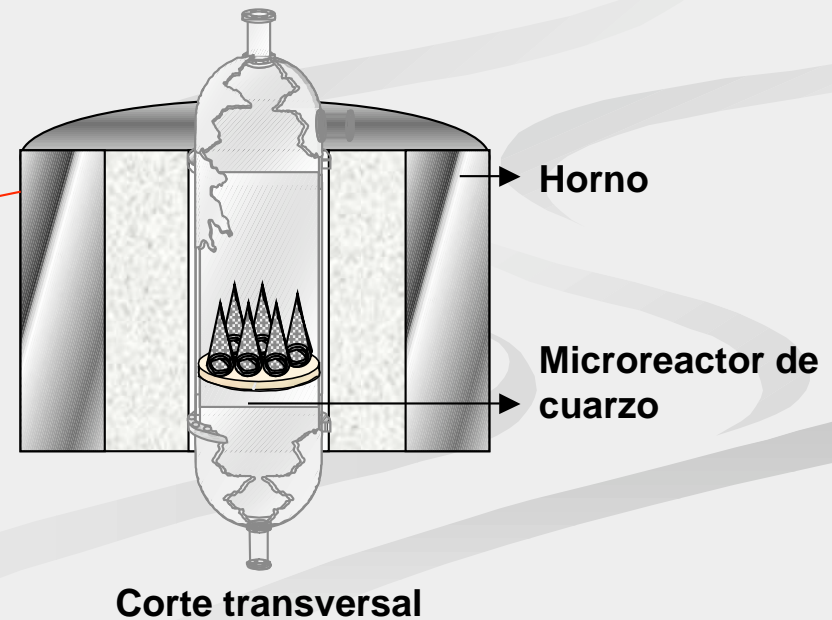
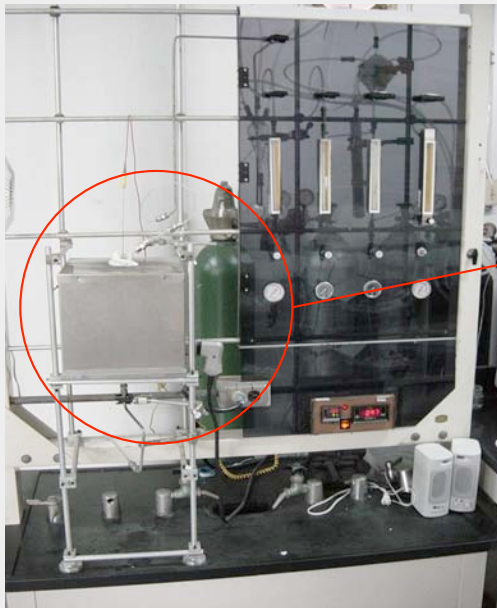


# Reacción



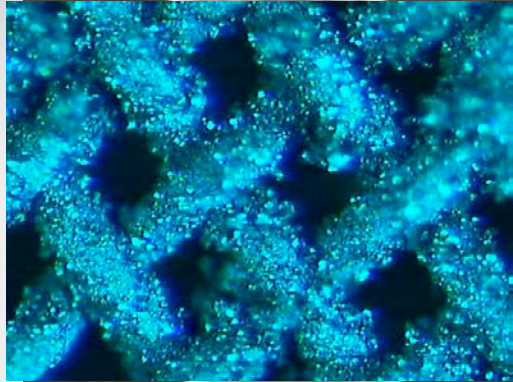
➔ **Pre-Tratamiento** Reducción “in situ”, flujo continuo de  $H_2$  a  $700^\circ C$  por 8 h

➔ **Reformación combinada de metano**

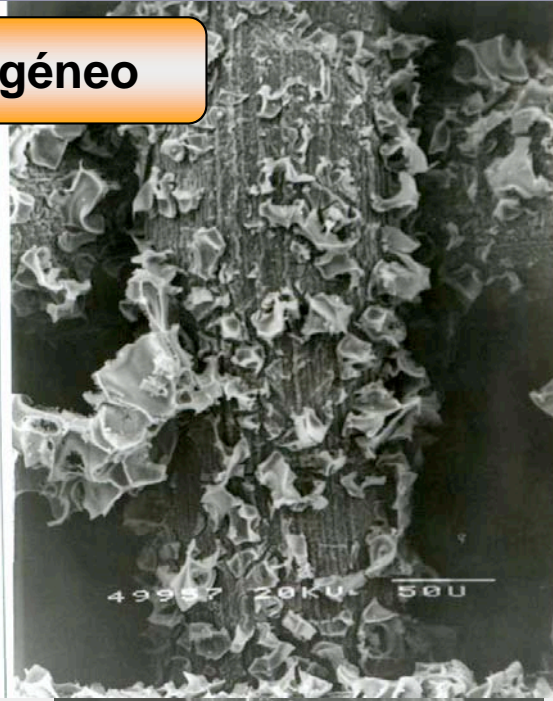


# Anclaje del sólido en la estructura

Recubrimiento homogéneo



Malla virgen



Tratamiento acido



Tratamiento acido y térmico

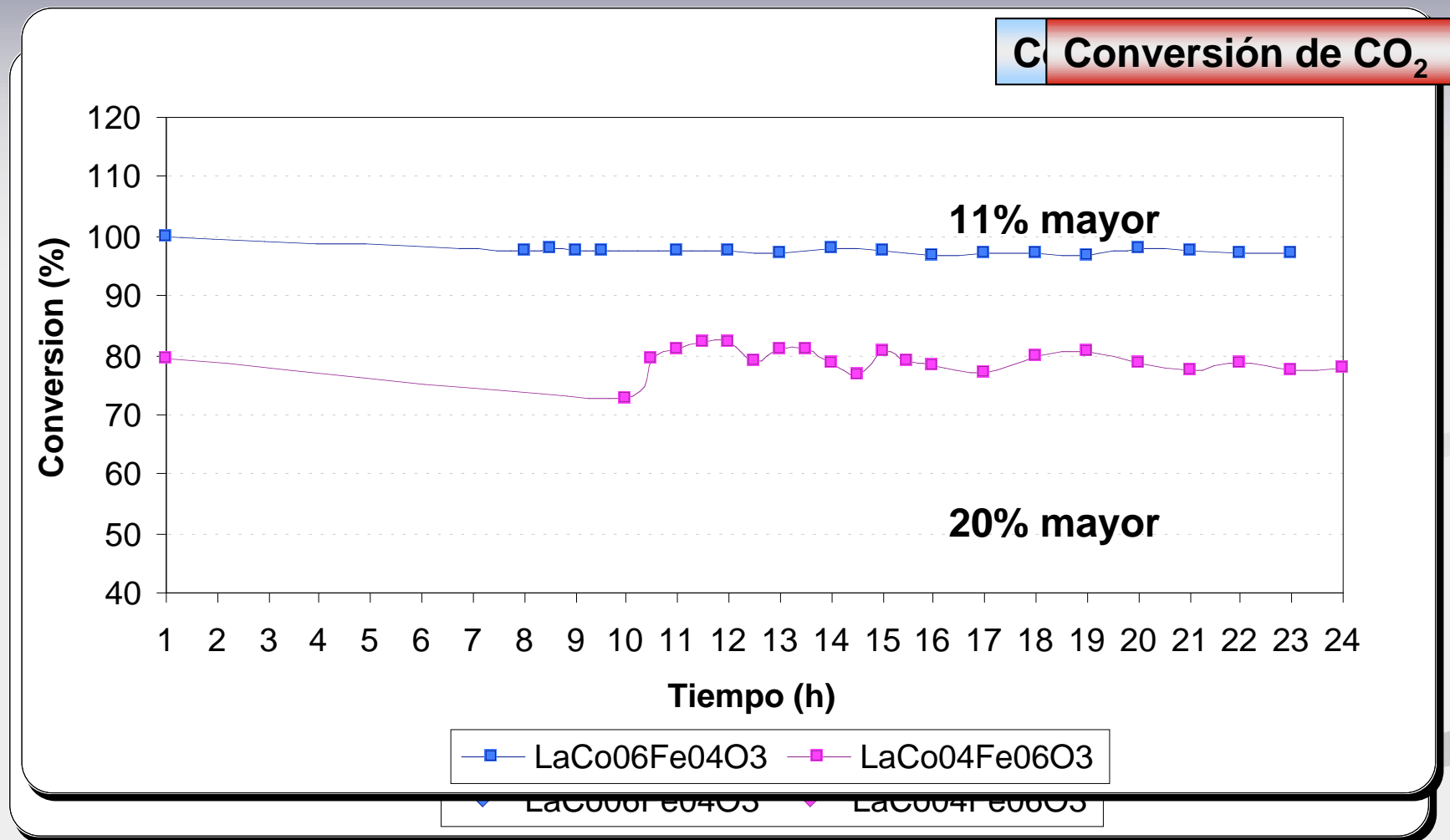


15-60 mg de catalizador por estructura

# Condiciones de reacción

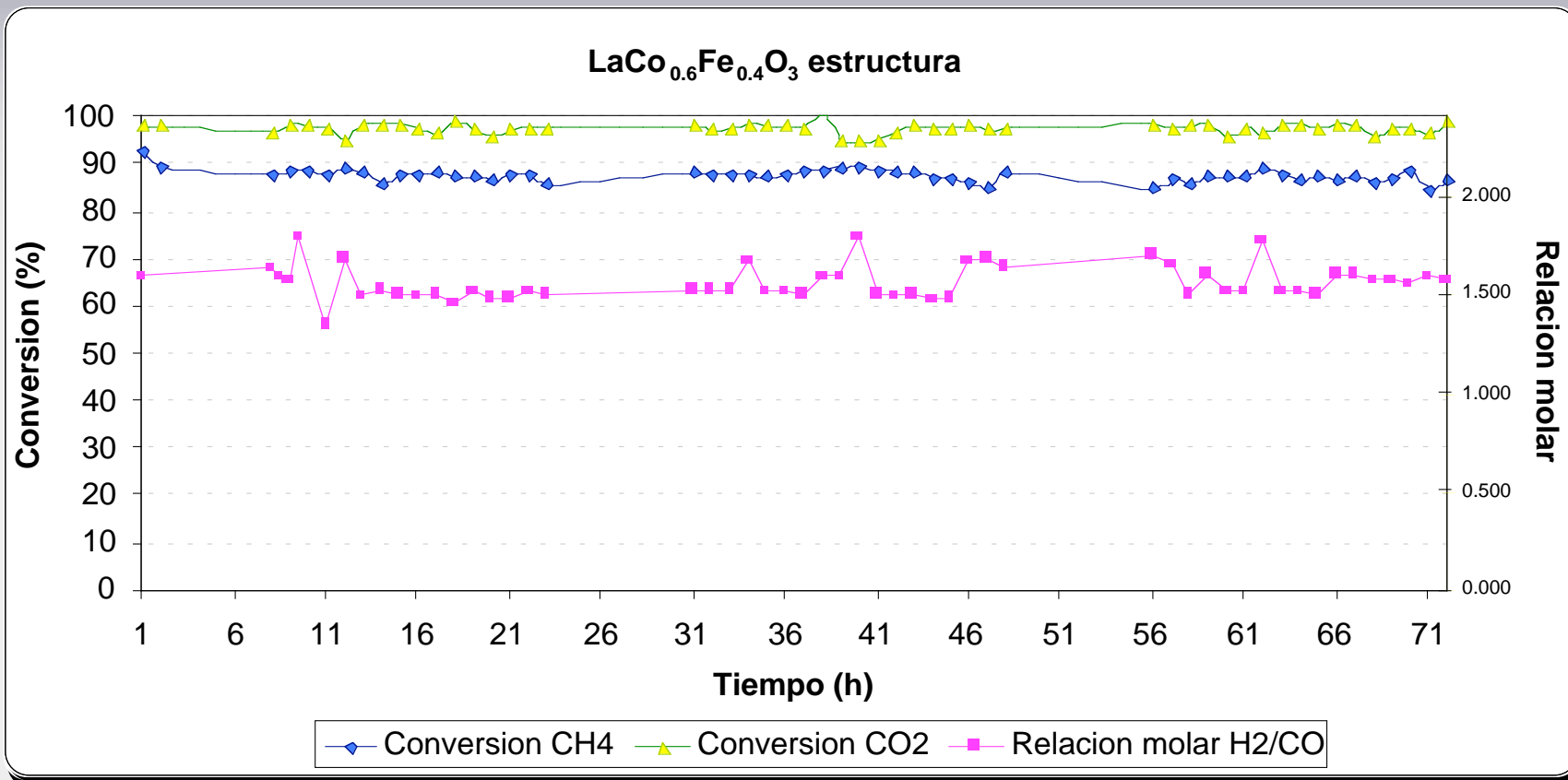
- **Temperatura = 850°C**
- **Presión = 1 atm**
- **Relación molar CH<sub>4</sub> / CO<sub>2</sub> / O<sub>2</sub>: 6 / 1 / 3**
- **Gas diluyente : Argón**
- **Masa de catalizador: 200 mg**

## Catalizadores estructurados $\text{LaCo}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ y $\text{LaCo}_{0.4}\text{Fe}_{0.6}\text{O}_3$



850 C, 200 mg de catalizador, Gas diluyente: Argón, 0,6 factor de dilución, CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> = 6/1/3

# Estabilidad



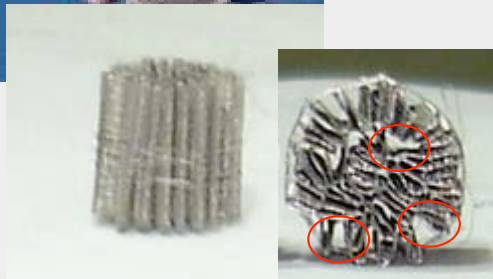
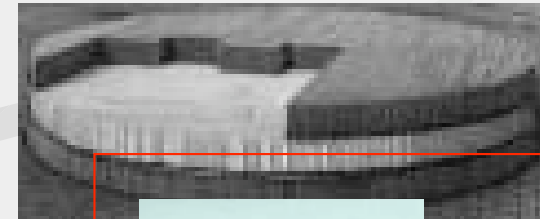
850 C, 200 mg de catalizador, Gas diluyente: Argón. 0,6 factor de dilución. CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> = 6/1/3

# Estructura similar a empaque comercial

Favorecer el contacto entre los fluidos para mejorar transferencia de masa y de calor



## Empaques estructurados



**Cilindro corrugado**



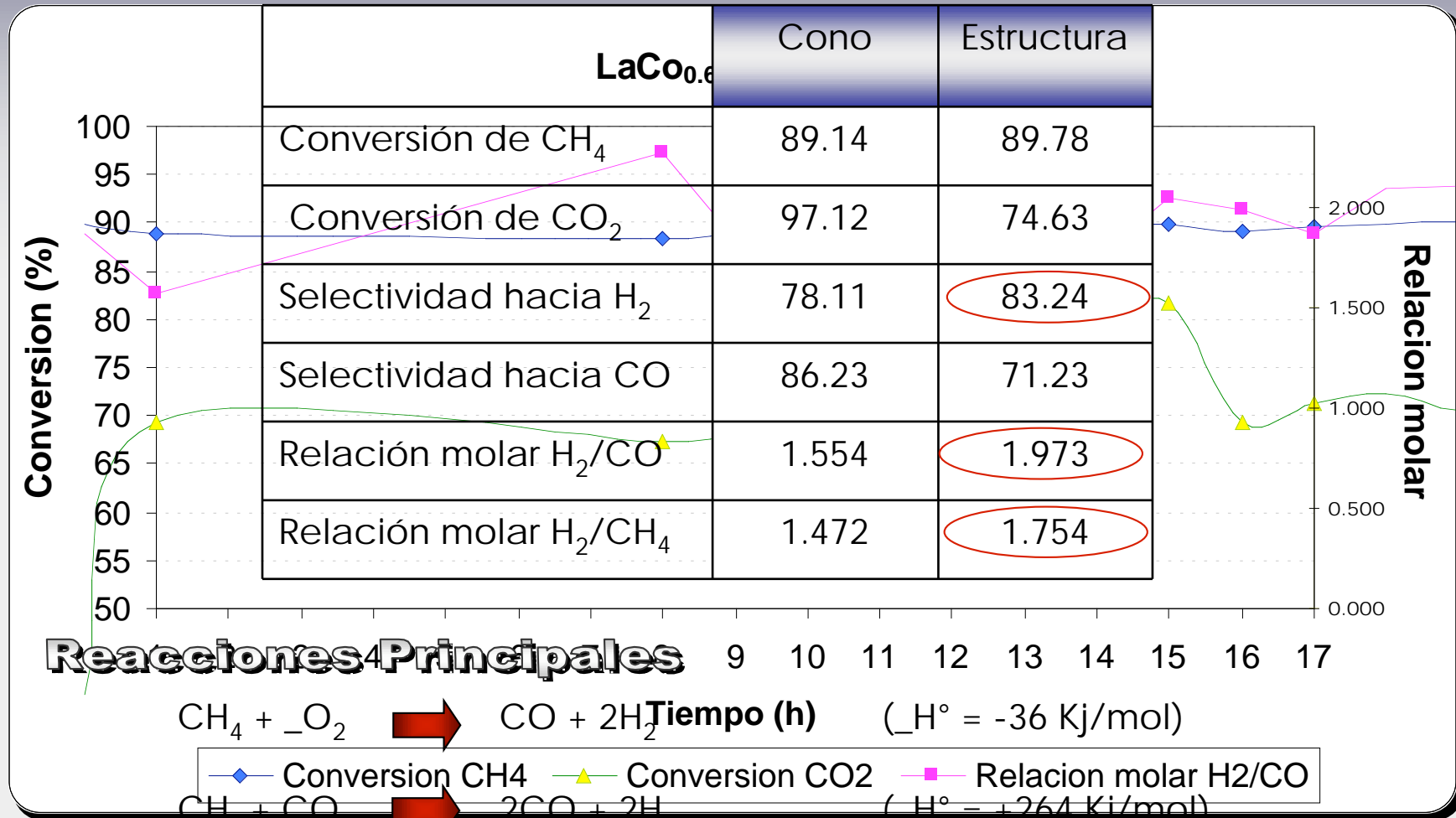
**Cilindro inclinado**



**Discos corrugados**



# Estructura similar a empaque comercial



850 C, 200 mg de catalizador, Gas diluyente: Argón, 0,6 factor de dilución, CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> = 6/1/3

# Conclusiones



**El pretratamiento con ácido y con temperatura tienen un efecto positivo en el anclaje del sólido a la estructura**



**Dentro del rango de variables estudiadas las condiciones que reportaron los mejores resultados fueron una temperatura de 850° C y una relación molar CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> de 6.**



**Los catalizadores que presentaron mayor actividad y selectividad hacia hidrógeno y monóxido fueron los que contenían mayor cantidad de cobalto.**



**Al emplear una estructura parecida a un empaque comercial, disminuyen las reacciones colaterales de la reformación combinada de metano.**



# Gracias por su atención

# Ciclo de preguntas