

 **UPB**
Universidad Pontificia Bolivariana

**22 y 23 DE
NOVIEMBRE 2023**

Lugar:
Universidad Pontificia
Bolivariana
Campus Laureles
Auditorio PIO XII
Medellín



ENCUENTRO RED CYTED 

**PERSPECTIVAS
DEL HIDRÓGENO**

Prof. Dra. Liliana Mogni

Departamento Caracterización de Materiales
Gerencia de Investigación Aplicada
Instituto de Nanociencia y Nanotecnología
Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Atómico Bariloche, Río Negro, Argentina

PILAS DE COMBUSTIBLE DE ALTA TEMPERATURA DESAFÍOS PARA LA CIENCIA DE MATERIALES

mogni@cab.cnea.gov.ar
<https://dcm.cab.cnea.gov.ar/>



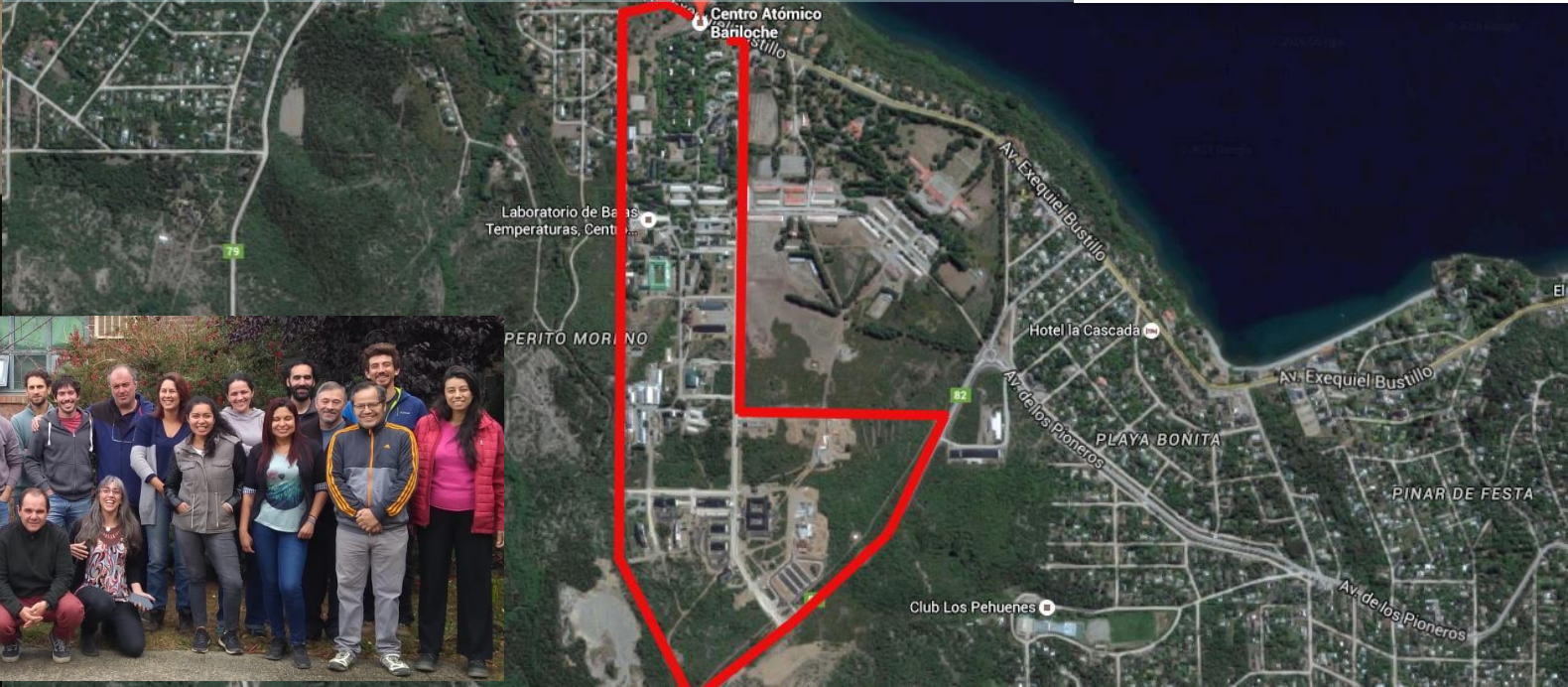
INN CNEA-CONICET
Instituto de Nanociencia y Nanotecnología



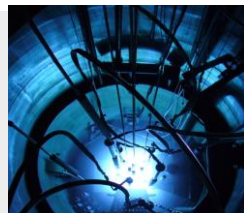
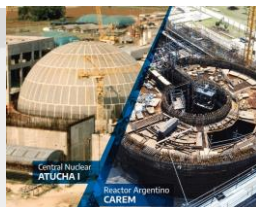


Grupo Caracterización de Materiales

Centro Atómico Bariloche, Argentina



Comisión Nacional de Energía Atómica



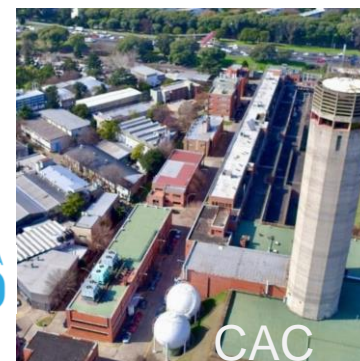
Argentina, un país nuclear y federal

6 Reactores de Investigación <small>1 EN CONSTRUCCIÓN</small>	3 Centros Atómicos Bariloche Ezeiza Constituyentes	3 Centrales en operación <small>ATUCHA 1 ATUCHA 2 EMBALSE</small>	1 SMR CAREM <small>EN CONSTRUCCIÓN Lima</small>
4 Regionales Cuyo (Mendoza), Noroeste (Salta), Centro (Córdoba) y Patagonia (Chubut)	4 Plantas irradiación para usos industriales	2 Plantas conversión Dióxido de U <small>1 EN CONSTRUCCIÓN</small>	1 Complejo Minero Fabril San Rafael
3 Institutos de Formación Académica	1 Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (Enriquecimiento de Uranio)	1 Planta Industrial de Agua Pesada	2 Planta Fabricación Combustibles
9 Minería Uranio <small>Provincias con actividades de exploración</small>	1 Remediación Ambiental <small>Sitio Malargüe</small>	1 Centro de Protonterapia <small>EN CONSTRUCCIÓN</small>	+ Centros de Medicina Nuclear Públicos



Dan Beninson
Instituto de Tecnología Nuclear

CAE



INSTITUTO DE TECNOLOGÍA
SABATO

CAC



Instituto Balseiro



2007-CNEA crea Instituto de Nanociencia y Nanotecnología



INN CNEA-CONICET
Instituto de Nanociencia y Nanotecnología



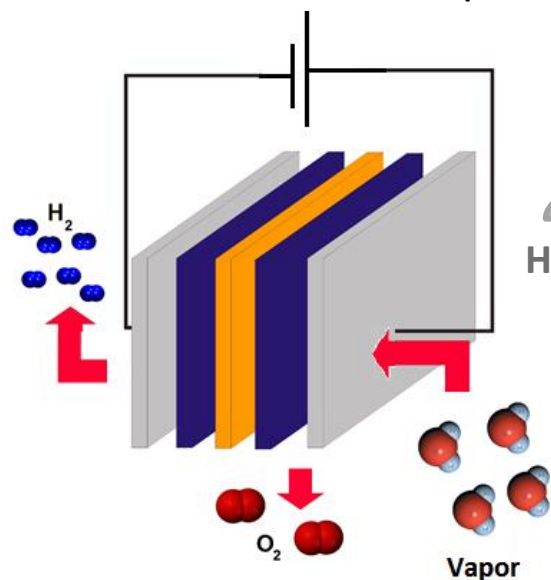
LOS MATERIALES SON LA CLAVE DE LA TRANSICION ENERGETICA....

Y LO SON AUN MAS EN LA CONVERSION ELECTROQUIMICA DE ENERGIA

CONVERSIÓN ELECTROQUÍMICA DE ENERGÍA - EL ROL DE LOS MATERIALES

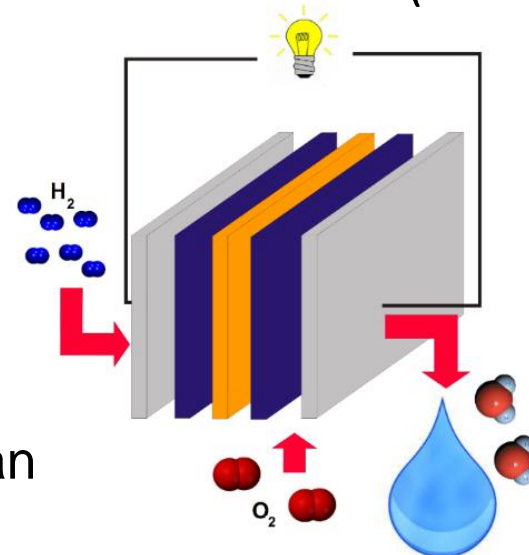
Producción de combustible

Electrolizador (SOEC)

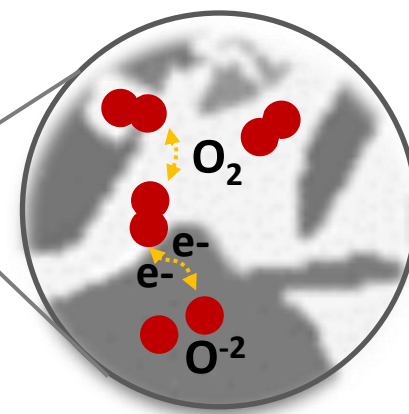
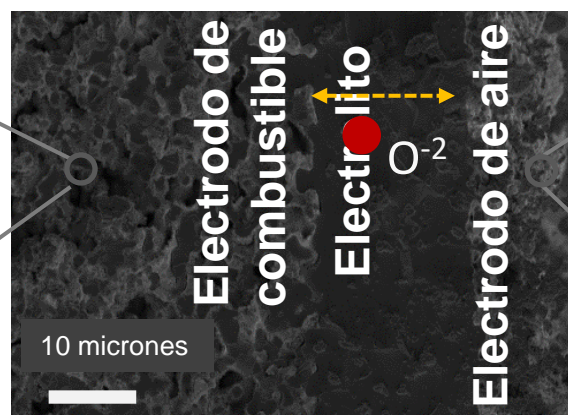
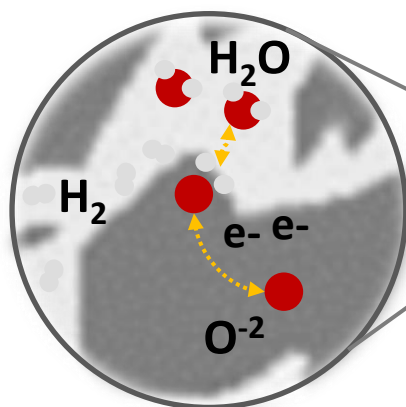


Generación eléctrica

Pila de Combustible (SOFC)



Los **DISPOSITIVOS** están conformados por **MATERIALES**



Fase sólida 1: Conductor electrónico (e⁻)

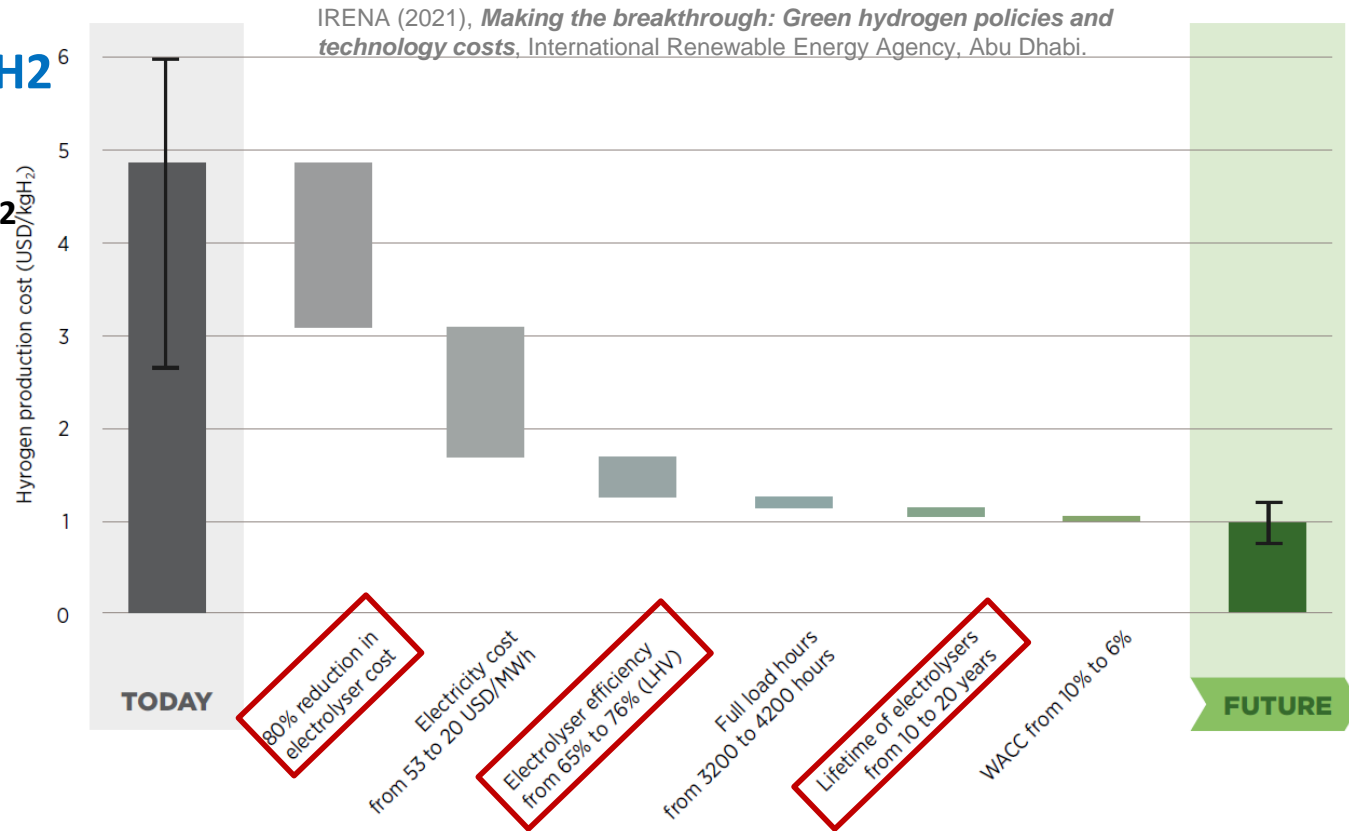
Fase sólida 2: Conductor iónico (H⁺ o O²⁻)

Fase gaseosa (H₂/O₂ + H₂O vap) // Fase Liquida? (H₂O T < 100 °C)

ELECTROLIZADORES & CIENCIA DE MATERIALES

TARGET PARA COSTO DE H₂

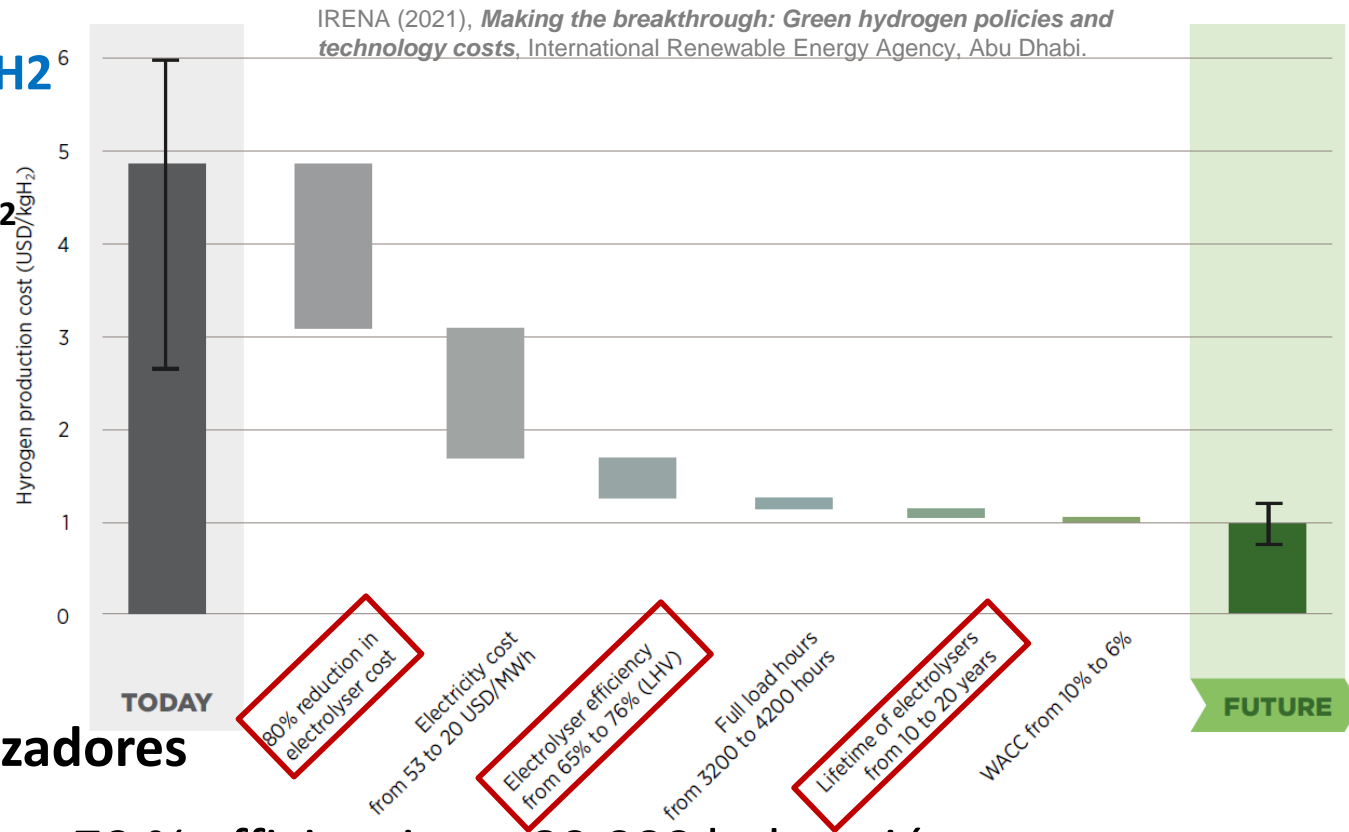
- Production 1 USD/kg H₂
- Delivery 2 USD/kg H₂
- Storage 9 USD/kWh



ELECTROLIZADORES & CIENCIA DE MATERIALES

TARGET PARA COSTO DE H₂

- Production 1 USD/kg H₂
- Delivery 2 USD/kg H₂
- Storage 9 USD/kWh



→ TARGETs Electrolizadores

150 USD/kW - >70 % eficiencia - > 80.000 h duración

Comprender que mecanismos controla el **rendimiento, costo, y durabilidad**



- Reducir los costos de capital (CAPEX)
- Mejorar eficiencia (OPEX).
- Aumentar la vida media.

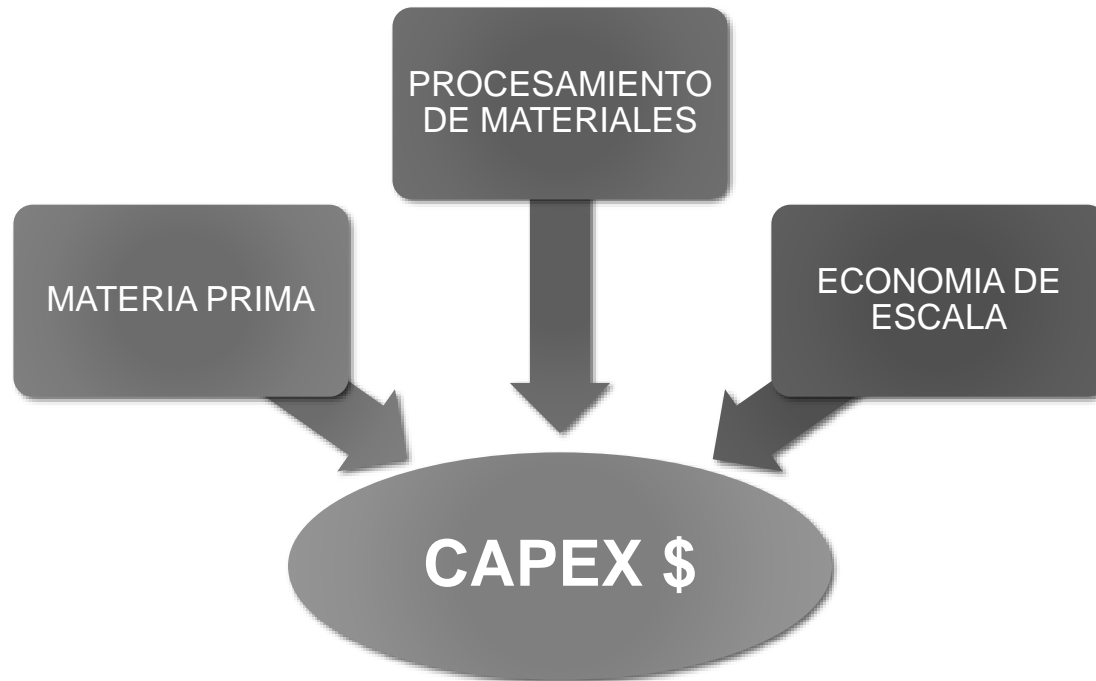
DESAFIOS PARA LA CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

DESAFIOS PARA LA CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

Comprender que mecanismos controla el **rendimiento, costo, y durabilidad**



- REDUCIR LOS COSTOS DE CAPITAL DE EQUIPOS**
- Mejorar eficiencia
- Aumentar la vida media.

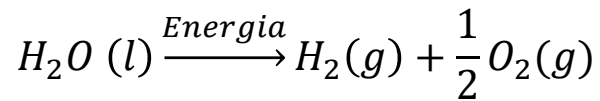


DESAFIOS PARA LA CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

Comprender que mecanismos controla el **rendimiento, costo, y durabilidad**



- REDUCIR LOS COSTOS DE CAPITAL DE EQUIPOS**
- MEJORAR EFICIENCIA**
- Aumentar la vida media.**



$$(V - V^{\text{rev}}) = I_{H_2} \times (R_{\text{electrolito}} + R_{\text{ohmic}} + R_{\text{anodo}} + R_{\text{catodo}})$$

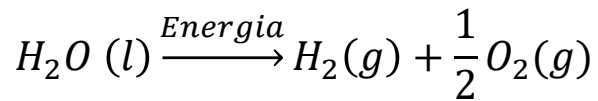
$$(\text{DEMANDA ELECTRICA}) = (\text{TASA DE PRODUCCION DE H}_2) \times (\text{TECNOLOGIA DEL ELECTROLIZADOR})$$

DESAFIOS PARA LA CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

Comprender que mecanismos controla el **rendimiento, costo, y durabilidad**

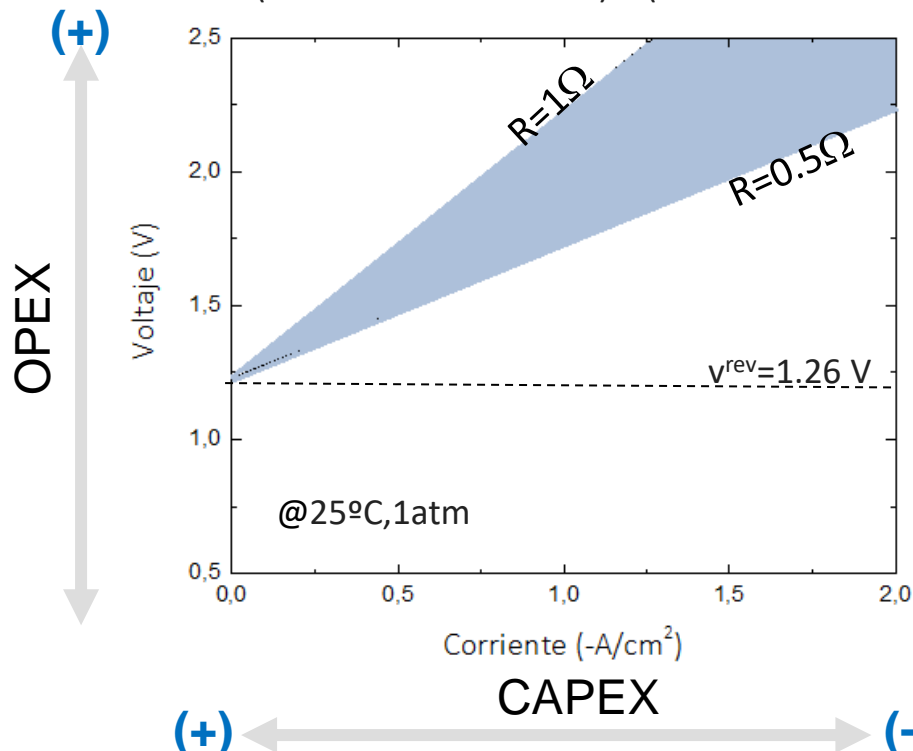


- REDUCIR LOS COSTOS DE CAPITAL DE EQUIPOS**
- MEJORAR EFICIENCIA**
- Aumentar la vida media.**



$$(V - V^{\text{rev}}) = I_{H_2} \times (R_{\text{electrolito}} + R_{\text{ohmic}} + R_{\text{anodo}} + R_{\text{catodo}})$$

(DEMANDA ELECTRICA) = (TASA DE PRODUCCION DE H2) x (TECNOLOGIA DEL ELECTROLIZADOR)



DESAFIOS PARA LA CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES

Comprender que mecanismos controla el **rendimiento, costo, y durabilidad**



- REDUCIR LOS COSTOS DE CAPITAL DE EQUIPOS
- Mejorar eficiencia
- AUMENTAR LA VIDA MEDIA.

$$(V - V^{\text{rev}}) = I_{\text{H}_2} \times (R_{\text{electrolyte}} + R_{\text{ohmic}} + R_{\text{anode}} + R_{\text{cathode}})$$



Aumenta con el tiempo!!

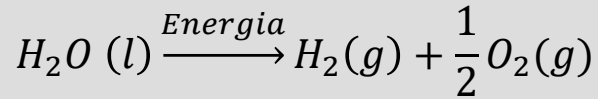


CONVERSIÓN ELECTROQUÍMICA DE ENERGÍA - EL ROL DE LOS MATERIALES

MEJOR EFICIENCIA



MENOR RESISTENCIAS (o sobrepotenciales)



$$(V - V^{\text{rev}}) = I_{H_2} \times (R_{\text{electrolito}} + R_{\text{ohmic}} + R_{\text{anodo}} + R_{\text{catodo}})$$

(DEMANDA ELECTRICA) = (TASA DE PRODUCCION DE H2) x (TECNOLOGIA DEL ELECTROLIZADOR)

ELECTROLIZADORES



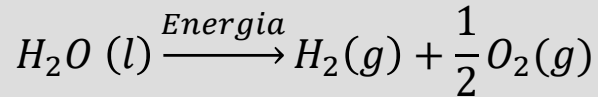
MAYOR PRODUCCION DE H2 (a = demanda eléctrica)

CONVERSIÓN ELECTROQUÍMICA DE ENERGÍA - EL ROL DE LOS MATERIALES

MEJOR EFICIENCIA



MENOR RESISTENCIAS (o sobrepotenciales)



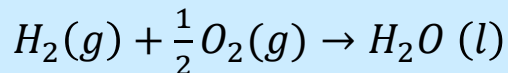
$$(V - V^{\text{rev}}) = I_{H_2} \times (R_{\text{electrolito}} + R_{\text{ohmic}} + R_{\text{anodo}} + R_{\text{catodo}})$$

(DEMANDA ELECTRICA) = (TASA DE PRODUCCION DE H2) x (TECNOLOGIA DEL ELECTROLIZADOR)

ELECTROLIZADORES



MAYOR PRODUCCION DE H2 (a = demanda eléctrica)



$$\text{POTENCIA} = P = I.V = [I \times V^{\text{rev}}] - [I^2 \times (R_{\text{electrolito}} + R_{\text{ohmic}} + R_{\text{anodo}} + R_{\text{catodo}})]$$

(POTENCIA ELECTRICA ENTREGADA) = (POTENCIA IDEAL O MAXIMA) - (PERDIDAS DE POTENCIA POR SOBREPOTENCIALES)
TECNOLOGIA DE LA PILA

PILAS DE COMBUSTIBLE



MAYOR POTENCIA ELETRICA

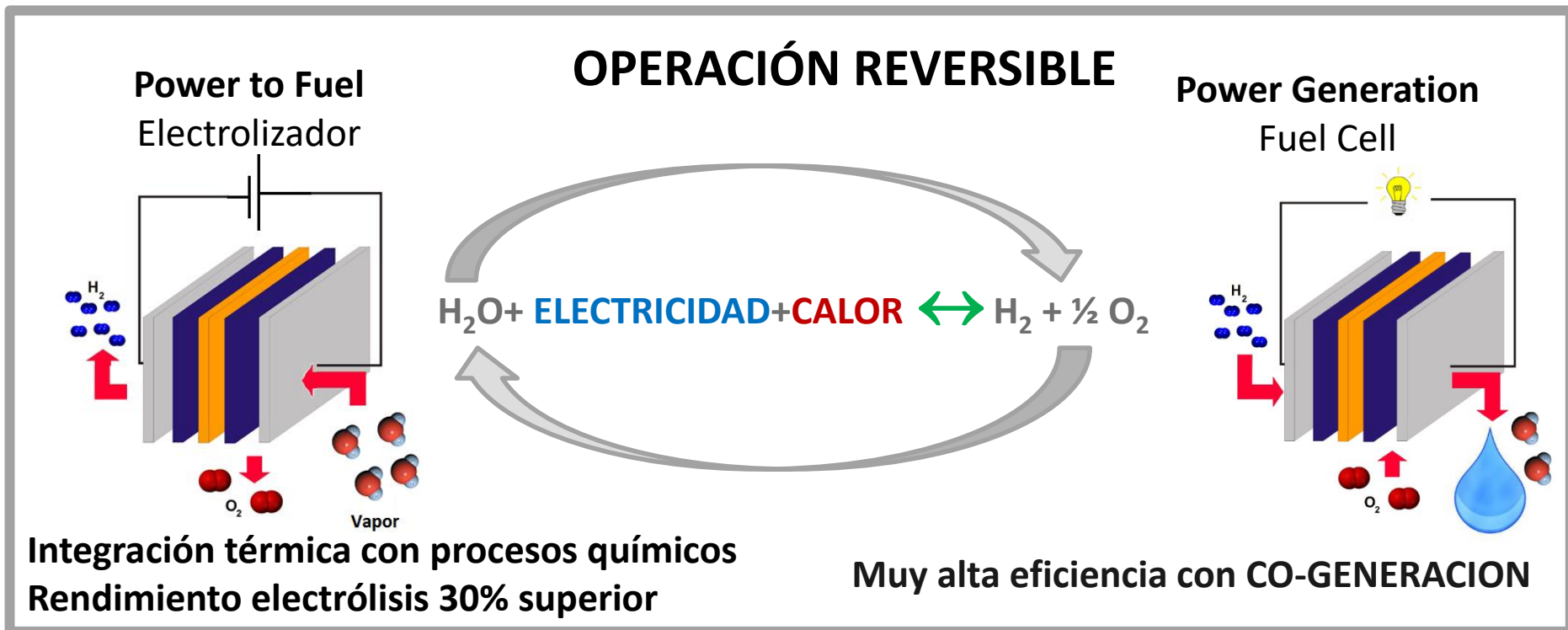
LAS PILAS (Y ELECTROLIZADORES) DE OXIDO SOLIDO

SOFC/SOEC

SOLID OXIDE ELECTROLYZER CELL (SOEC)- FUEL CELL (SOFC)



SOLID OXIDE ELECTROLYZER CELL (SOEC)- FUEL CELL (SOFC)



MATERIALES CERAMICOS

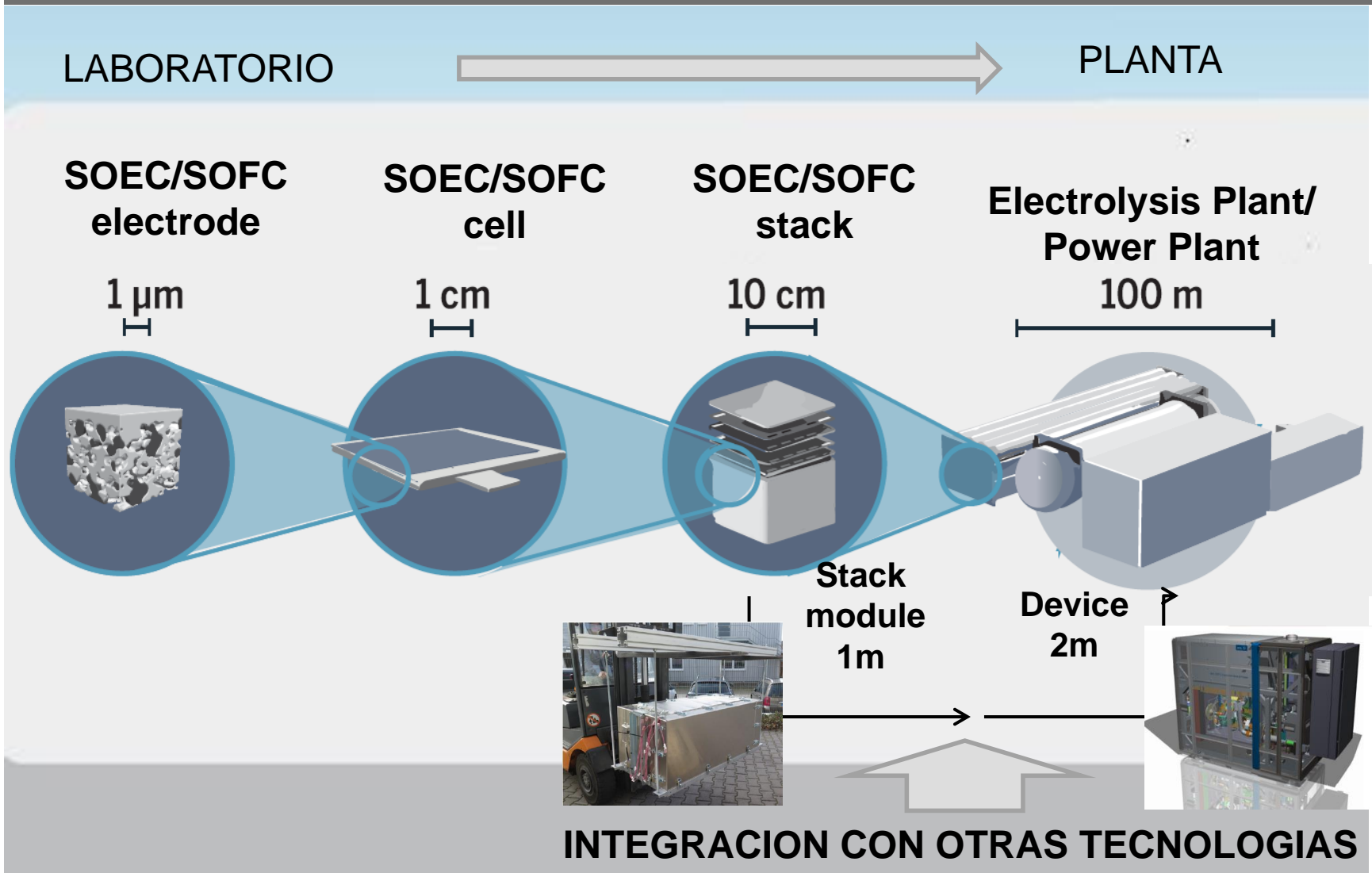
Materia prima abundante, low-cost, completamente solido, $T_{op} > 600^\circ\text{C}$

FUEL-FLEXIBLE

Modo Fuel cell: H_2 , GN, Biofuel, NH_3 , metanol
Modo Electrolizador: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2$, $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}$

SOEC / SOFC Doble Propósito: Producción H_2 / Producción Electricidad

SOFC/SOEC R+D+i: de la nanoscala a la macroescala



DISEÑO Y OPTIMIZACION DE MATERIALES

SOFC/SOEC

Scientific network SOFC/SOEC Argentina & Latin America

Departamento Caracterización de Materiales-Gerencia de Investigación Aplicada, Centro Atómico Bariloche, CNEA



Laboratorio de Cristalografía Aplicada, ITECA-ECyT-UNSAM-CONICET, San Martin Buenos Aires



Grupo "Desarrollo de Materiales para el campo de la energía"-Universidad Nacional de San Luis INTEQUI-CONICET. San Luis



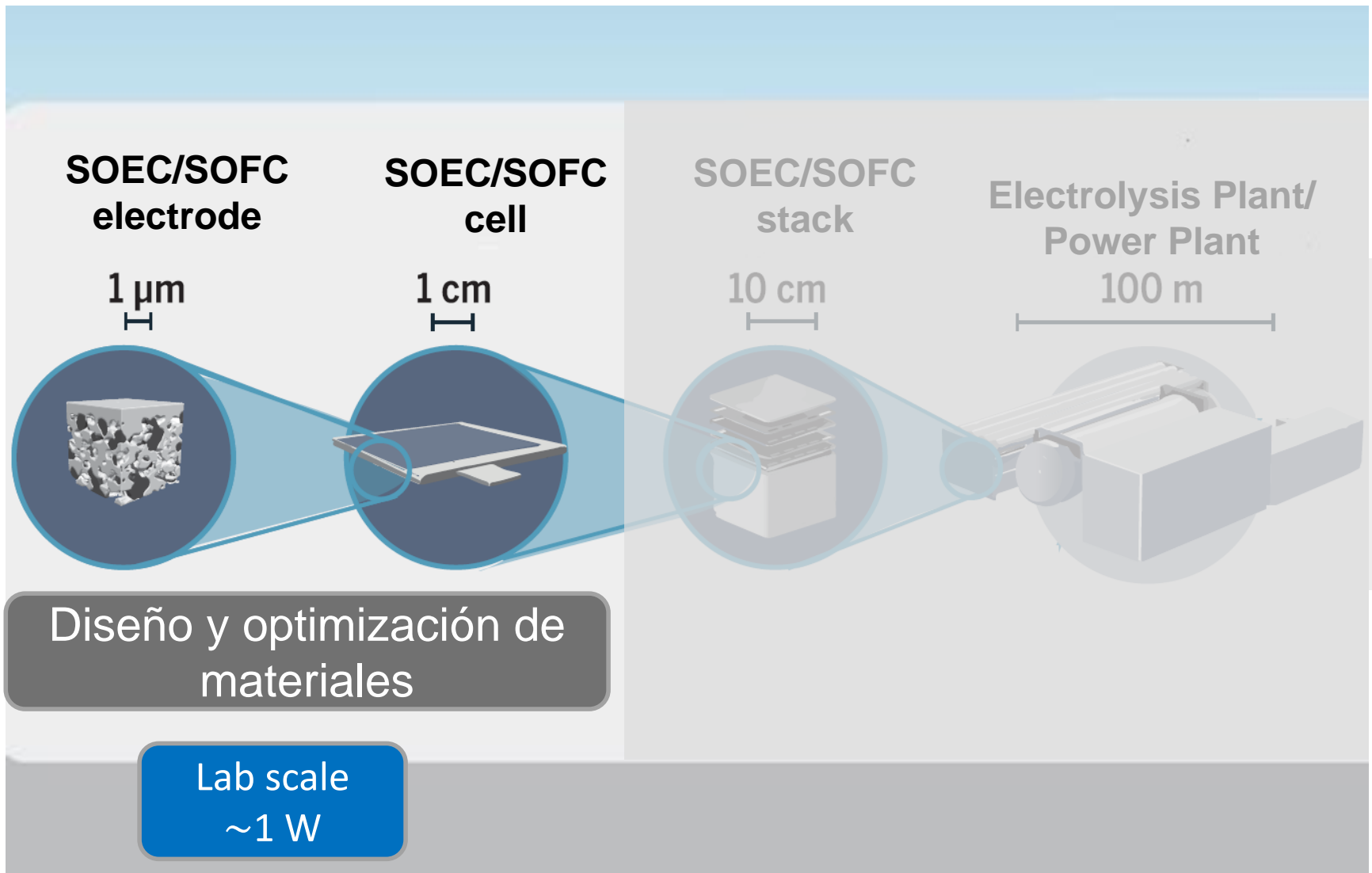
Grupo "Materiales Cerámicos para la conversión de energía", IFISUR- CONICET. Bahía Blanca



Laboratorio de materiales cerámicos avanzados para celdas de óxido sólido y catalizadores -Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF).UNIDEF-CONICET-MINDEF

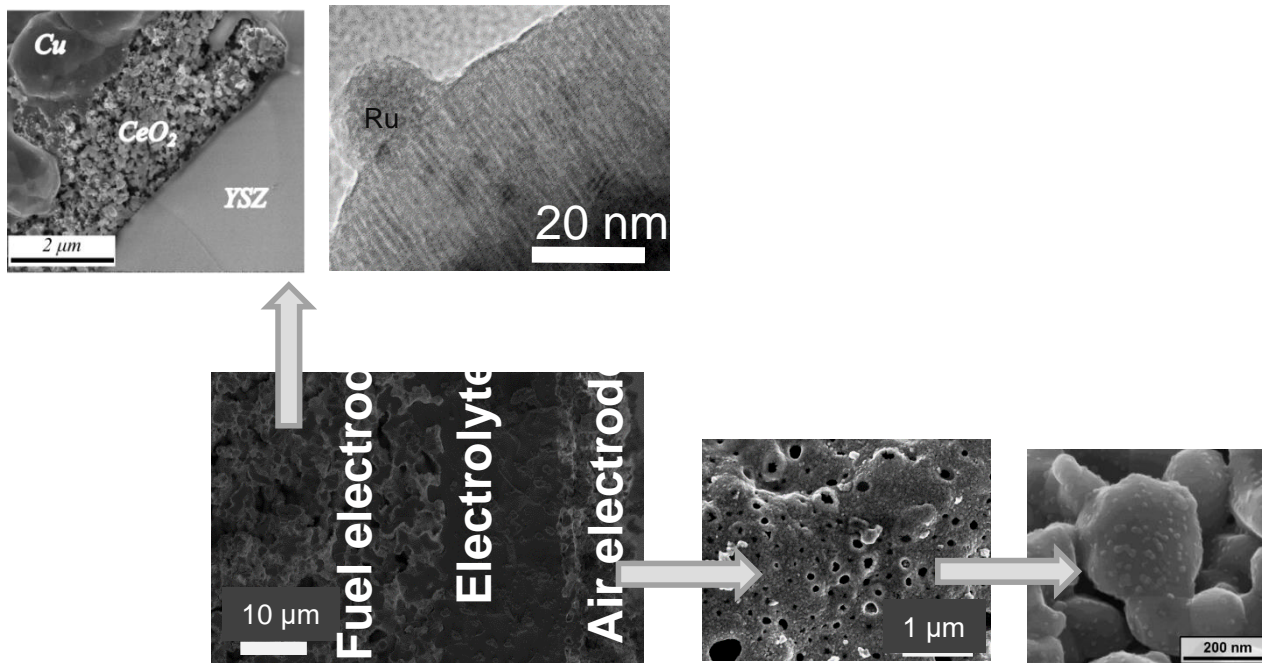
Dto. Mat. Nucleares-GIA-Centro Atómico Bariloche, CNEA
Dto. Física de Mat. Condensada-GlyA-Centro Atómico Constituyentes CNEA.
CETMIC, UNLP-CONICET, La Plata. Y-TEC, La Plata,
Universidad Austral de Chile, Universidad de la Republica Uruguay

SOFC/SOEC R&D&i



Diseño y optimización de materiales para SOEC/SOFC

Disminuir la temperatura de operación. Electrodo y electrolitos mas eficientes.
Materiales mas robustos. Disminuir problemas de degradacion y extender vida útil



Electrodos de Aire y Combustible:

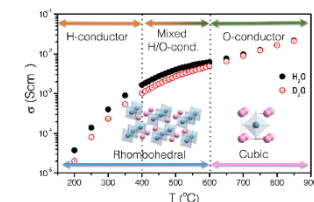
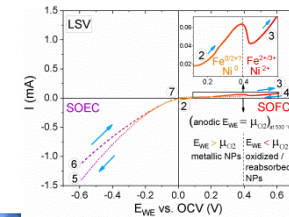
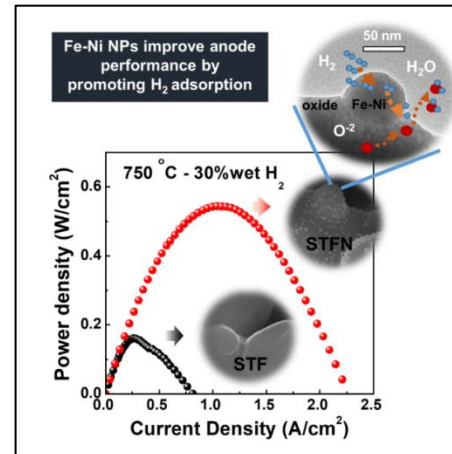
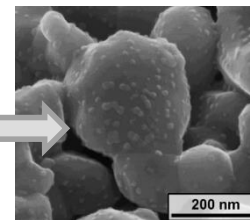
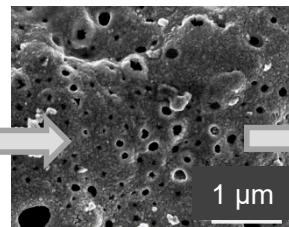
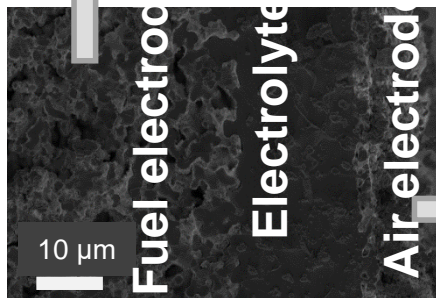
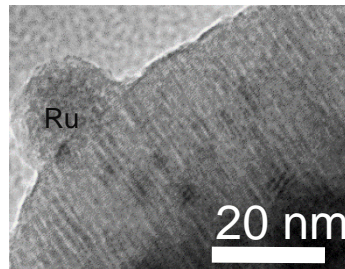
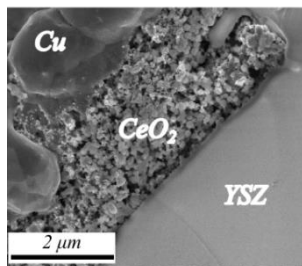
- Composites metal-oxide
- Electrodos conductores mixtos iónicos y electrónicos
- Funcionalización de la Superficie con nanoparticulas
- Nanoingeniería de estructuras de electrodos.

Electrolitos:

- Electrolitos ultradelgado tipo ZrO₂
- Oxidos conductores Protónicos

Diseño y optimización de materiales para SOEC/SOFC

Disminuir la temperatura de operación. Electrodo y electrolitos mas eficientes.
Materiales mas robustos. Disminuir problemas de degradacion y extender vida útil

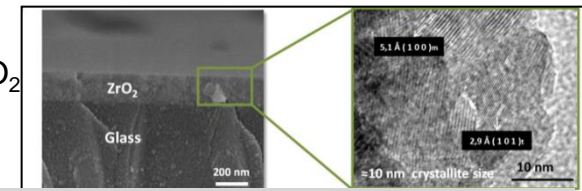


Electrodos de Aire y Combustible:

- Composites metal-oxide
- Electrodos conductores mixtos iónicos y electrónicos
- Funcionalización de la Superficie con nanoparticulas
- Nanoingenieria de estructuras de electrodos.

Electrolitos:

- Electrolitos ultradelgado tipo ZrO_2
- Oxidos conductores Protónicos



CELDAS ESCALA LABORATORIO ~1-2 cm (<1 W)

Desafio: Reducir resistencia de polarizacion de electrodo

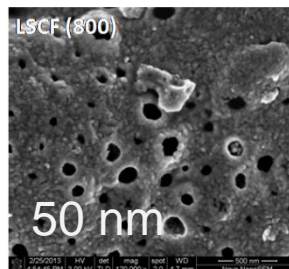
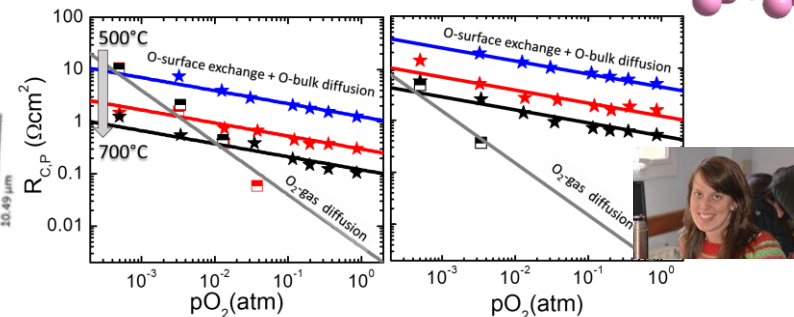
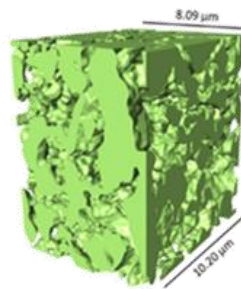
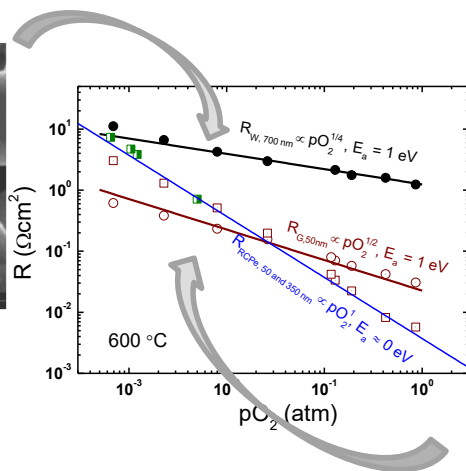
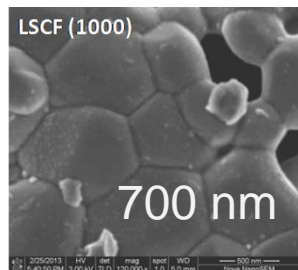
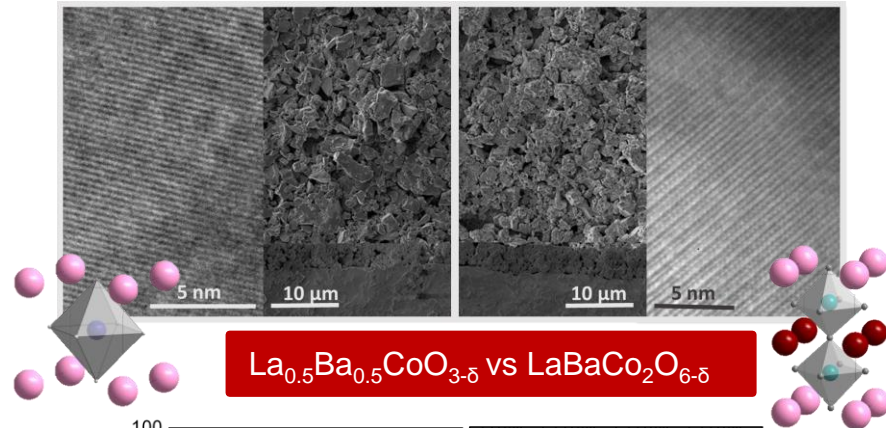
Electrodos de Aire tipo MIEC Estructura y microestructura:

Comprender mecanismo de reacción de electrodo.

Correlación entre estructura y propiedades de transporte

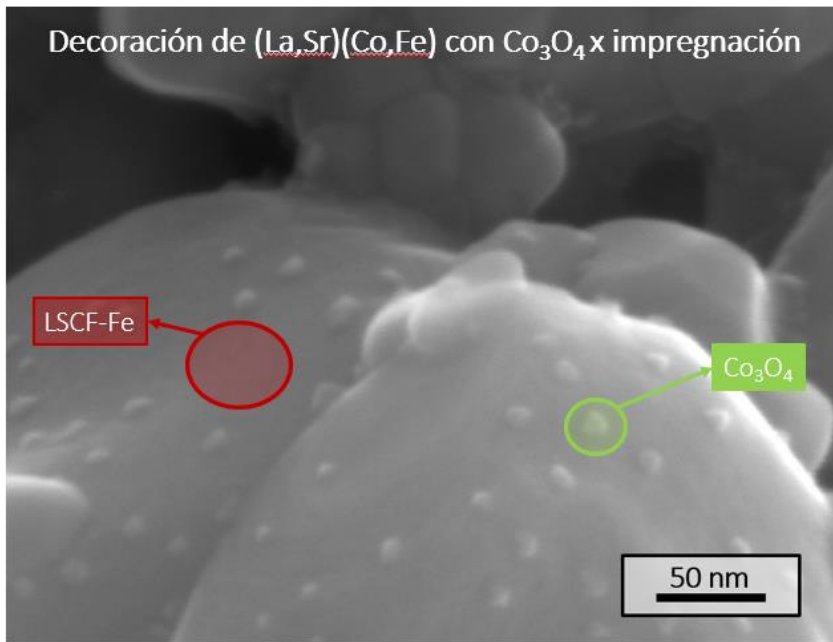
Materiales Nanoestructurados

Estrategias para aumentar rendimiento

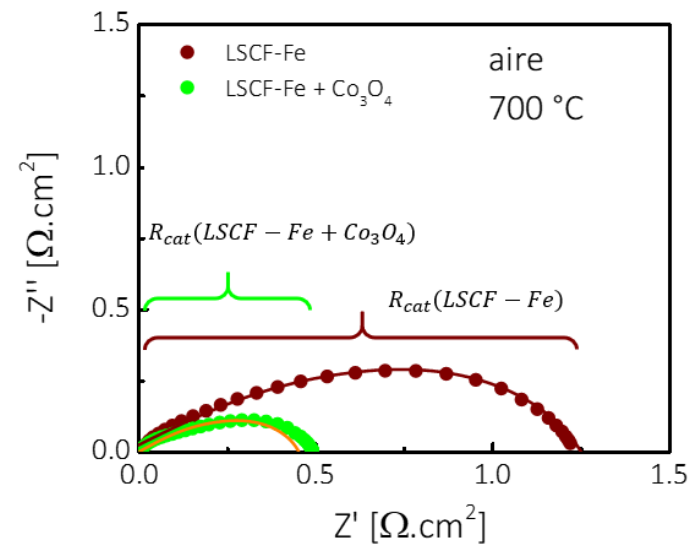


Desafío: Reducir resistencia de polarización de electrodo

Funcionalización de la superficie con nanopartículas



J. Electrochem. Soc. 169 (2022) 034514.



La funcionalización de la superficie de electrodos de aire tipo perovskita con NANO-partículas de óxidos **reduce la resistencia de polarización de electrodo**

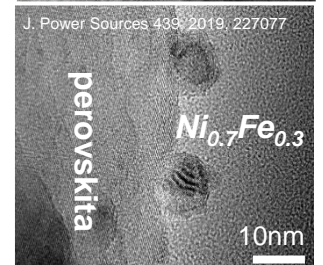
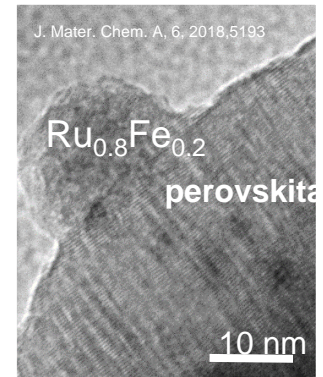
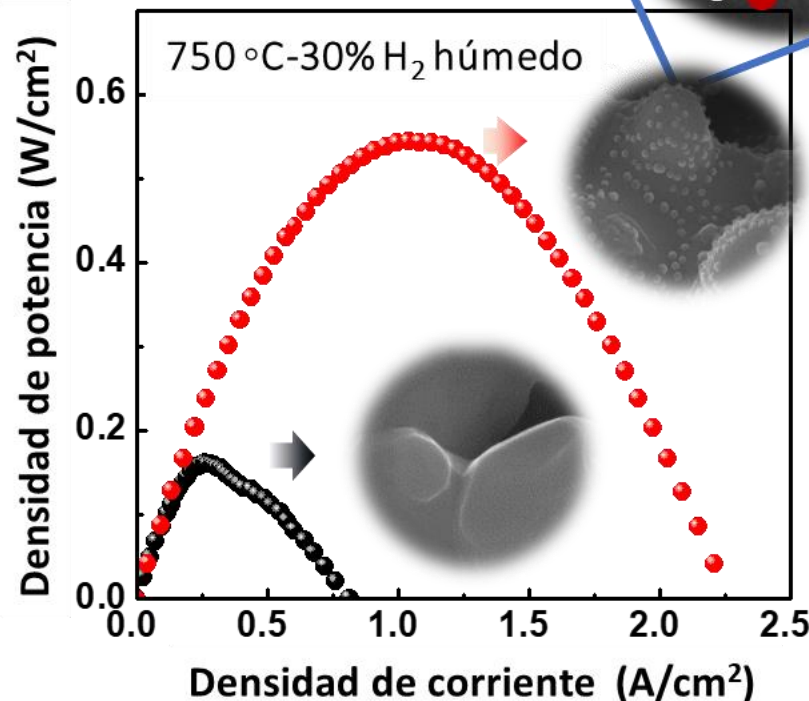


Desafío: Reducir resistencia de polarización de electrodo

Funcionalización de la superficie con nanopartículas

La funcionalización de la superficie de electrodos de combustible tipo perovskitas con NANOpartículas metálicas **umentan la potencia de las SOFC**

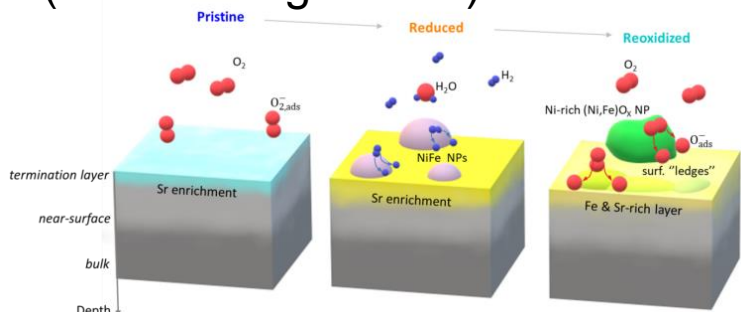
Joule 2 (3), 2018, 478



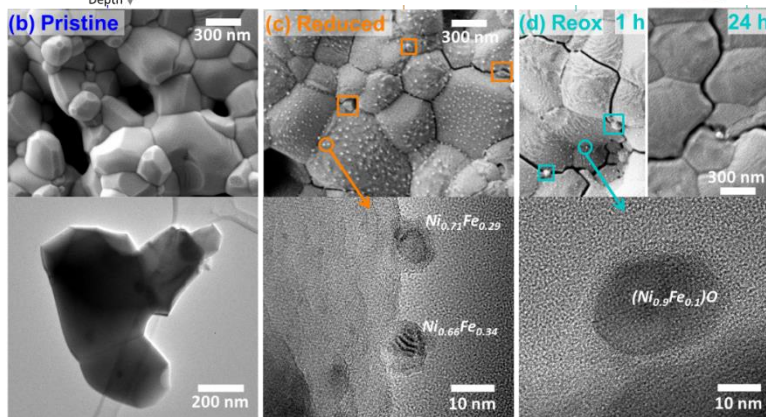
NORTHWESTERN
UNIVERSITY

Desafío: Comprender mecanismos

Efecto del potencial químico (atmósfera gaseosa)

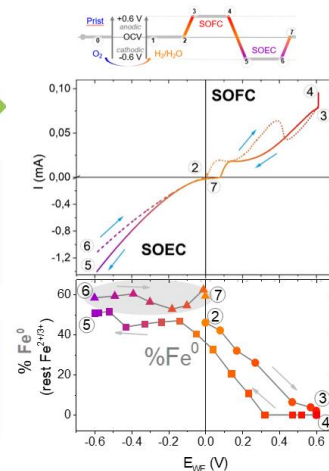
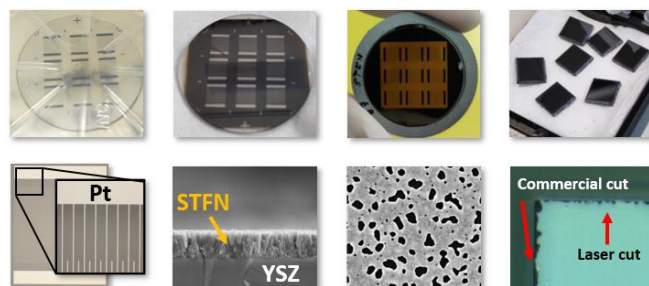


TECNICAS AVANZADAS aplicadas a la **COMPRESION** del **RENDIMIENTO** de **MATERIALES SOFC/SOEC** (Near Ambient **XPS/XAS** en sincrotrón, **TEM**, **SEM**, microfabricacion, electroquímica, etc)



Efecto del potencial electroquímico (atmósfera gaseosa+ potencial eléctrico)

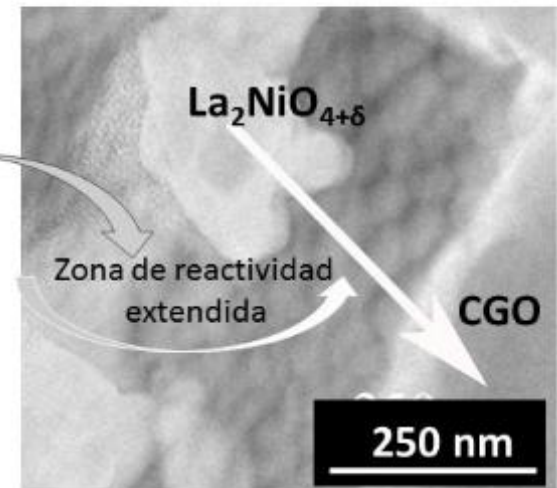
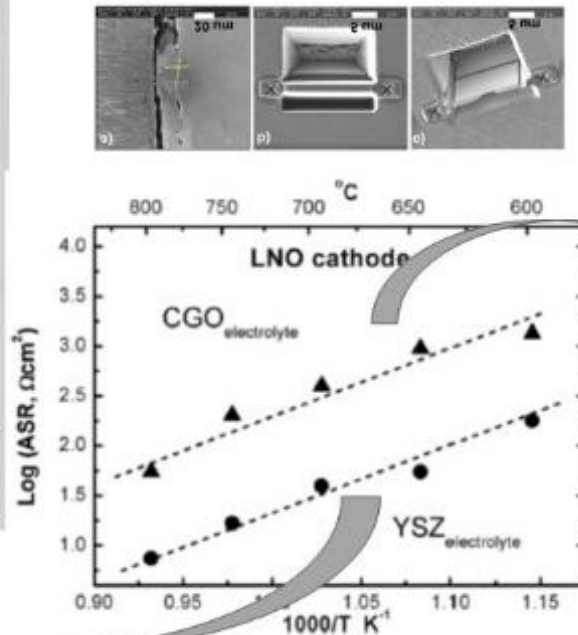
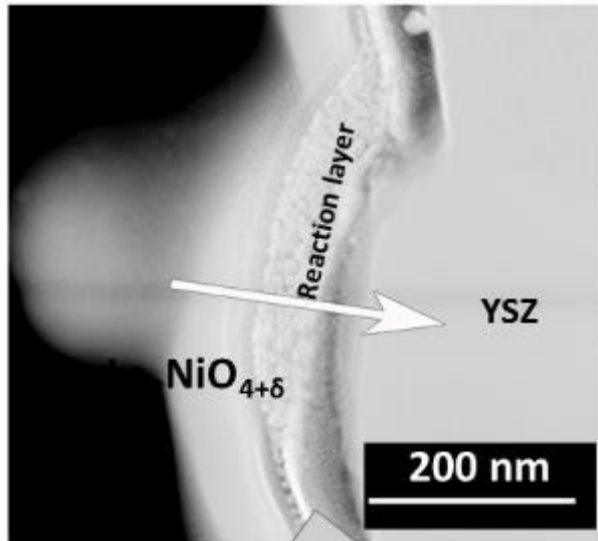
Photo-lithography → Pulsed Laser Deposition → Pt reactive sputtering → Laser-cutting



J. Mater. Chem. A, 10, (2022),15554,
Int. J. Hydrogen Energ. 2023 in press

Desafío: Disminuir la degradación

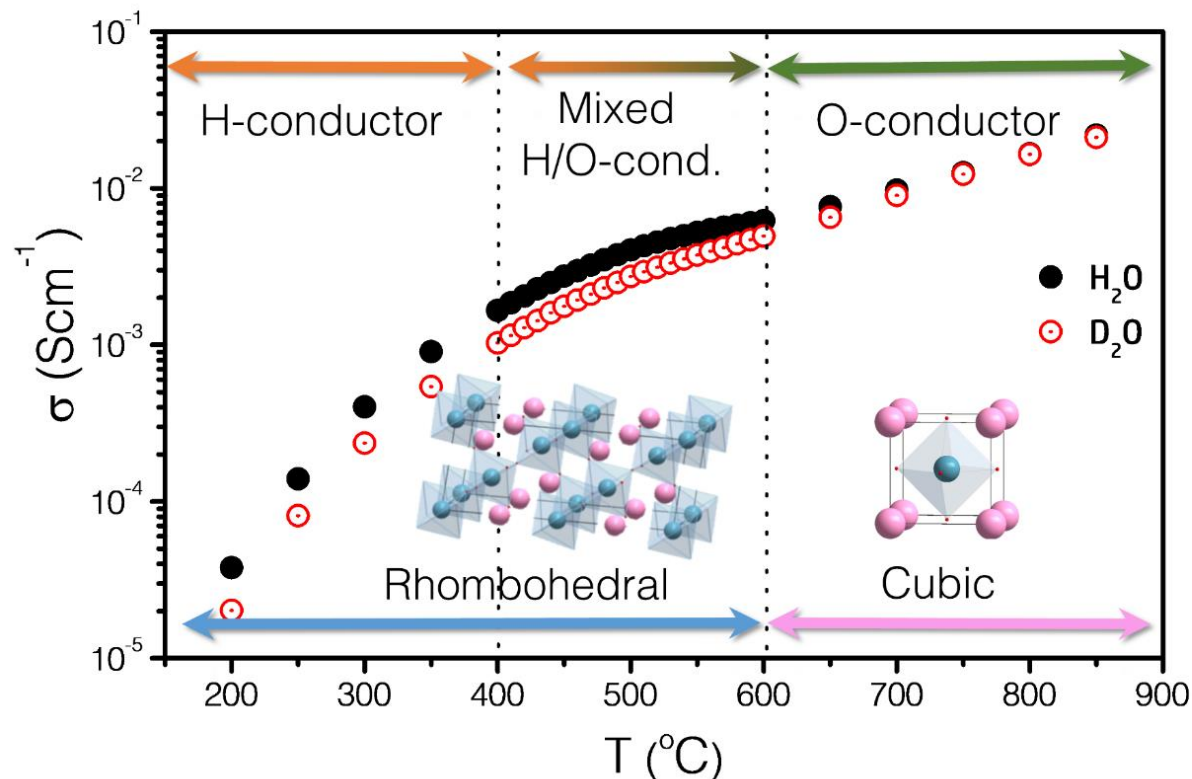
REACCION EN LA INTERFASE ELECTRODO - ELECTROLITO



La reactividad química de electrodo $\text{Ln}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ (air electrode) con electrolitos Y-ZrO_2 (YSZ) o Gd-CeO_2 (CGO) durante el procesamiento de los cerámicos → aumenta la resistencia de polarización de electrodo (ASR)

Desafío: electrolitos alternativos para menor temperatura

Perovskitas conductoras de protones a $T < 600$ C



Publications:

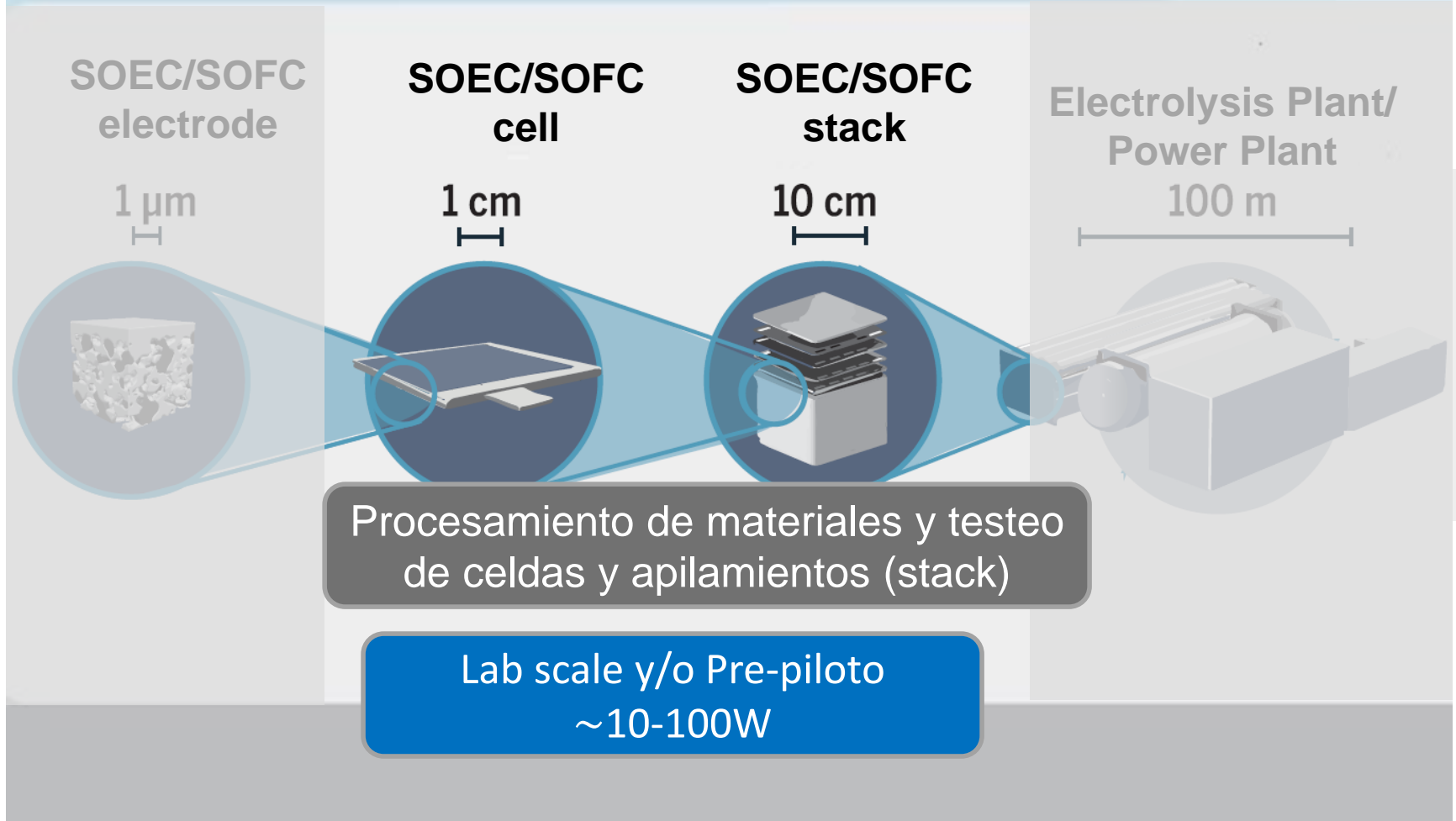
1. Basbus et al. *J. Electrochem. Soc.* 163 (6), (2016) F516-F522
2. Basbus et al. *J. Power Sources* 329, 2016, 262-267.
3. Basbus, et al *Appl. Energy Mater.* 2020, 3, 2881-2892
4. Basbus et al *J. Mater. Chem. A*, 2022, In press.



PROCESAMIENTO Y ESCALADO-ENSAMBLADO Y TESTEO

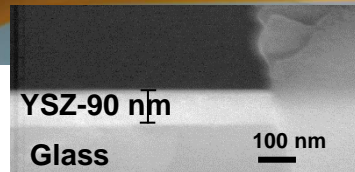
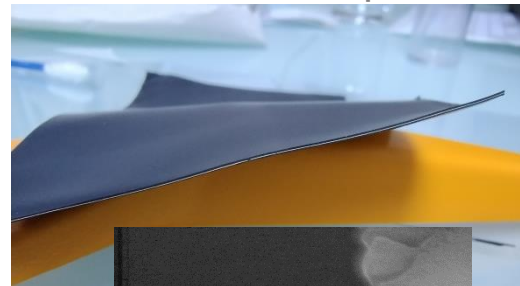
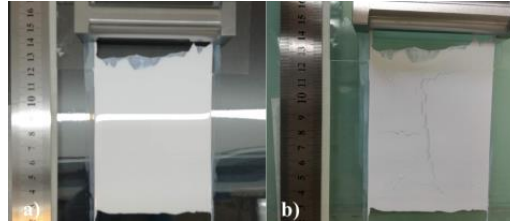
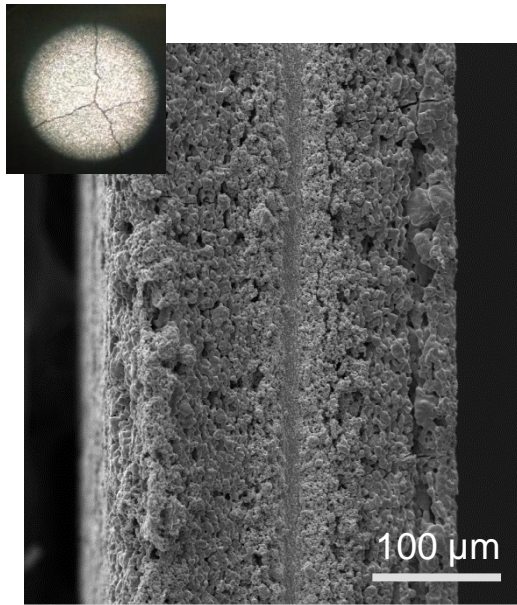
SOFC/SOEC

SOFC/SOEC R&D&i



Procesamiento de materiales, ensamblado y testeo

Incorporar técnicas industriales simples. Reducir costos de fabricación. Incrementar Resistencia con materiales mas robustos. Disminuir la degradación y extender el tiempo de vida.



Procesamiento de Materiales

Optimización de diseños y procesos
Simplificar diseños de celdas
Simplificar manufactura

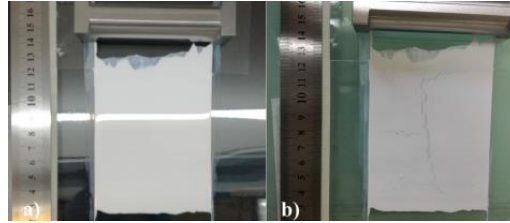
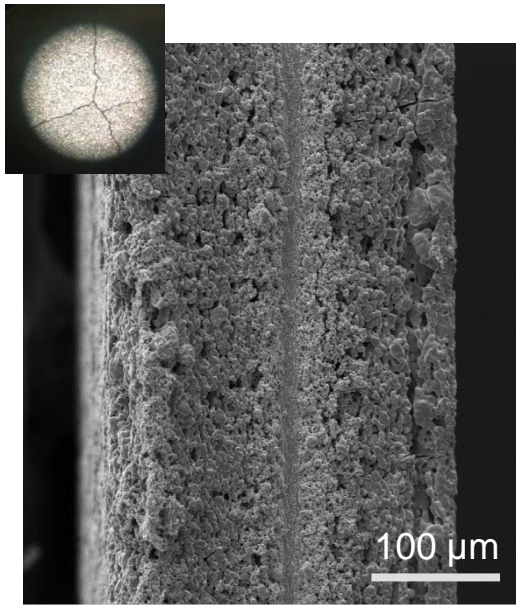


Stack testing:

Estrategias de re-acondicionamiento
“on-site” de las celdas.
Multiples combustible
SOFC/SOEC mode

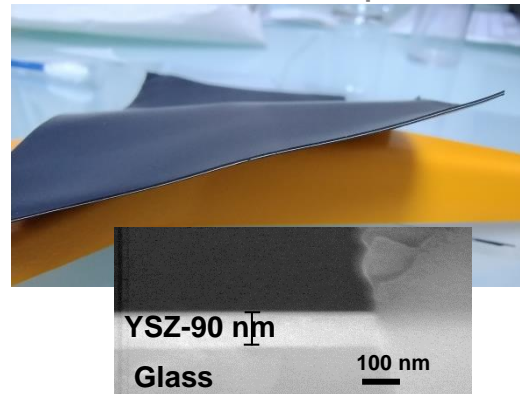
Procesamiento de materiales, ensamblado y testeo

Incorporar técnicas industriales simples. Reducir costos de fabricación. Incrementar Resistencia con materiales mas robustos. Disminuir la degradación y extender el tiempo de vida.



Procesamiento de Materiales

Optimización de diseños y procesos
Simplificar diseños de celdas
Simplificar manufactura



YSZ-90 nm
Glass



Stack testing:

Estrategias de re-acondicionamiento
“on-site” de las celdas.
Multiples combustible
SOFC/SOEC mode

**Desarrollo de stacks SOFC/SOEC
incorporando nuevos materiales y
procesamientos + materia prima local**

CELDAS ESCALA LAB/PLANTA PILOTO >10 cm (10-100W)

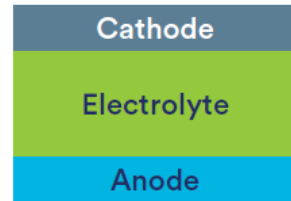
Desafíos – Ensamblado de multicapas cerámicas



Desafíos – Ensamblado de multicapas cerámicas

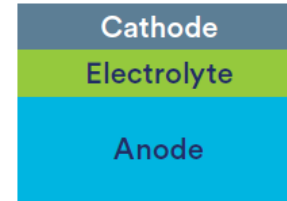
FABRICACION ENSAMBLE ANODO/ELECTROLITO/CATODO

El soporte es un
cerámico denso

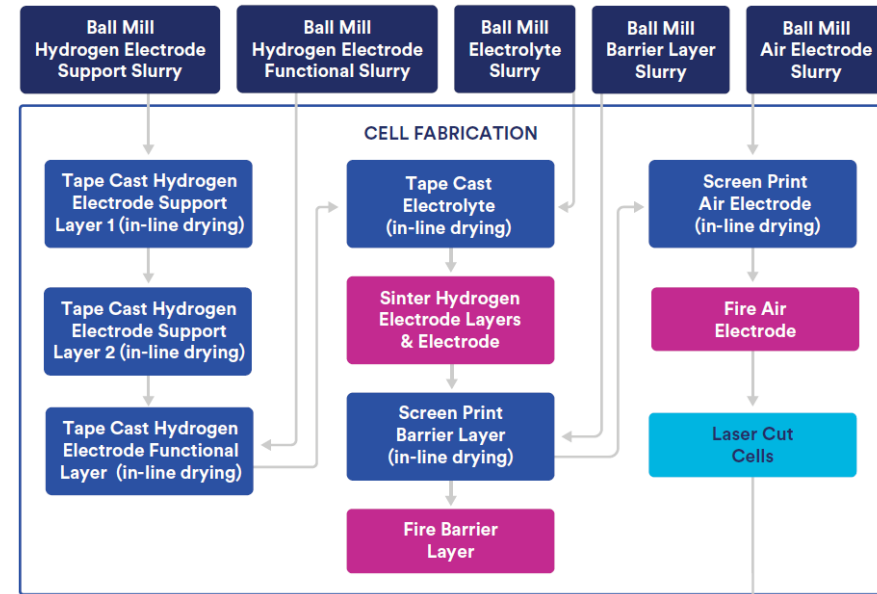
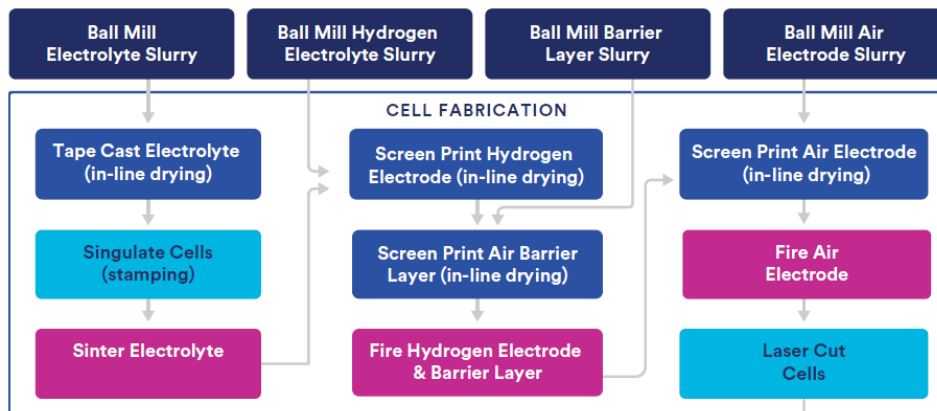


Electrolyte Supported
(ES)

El soporte es un
cerámico o composite
metal/cerámico poroso



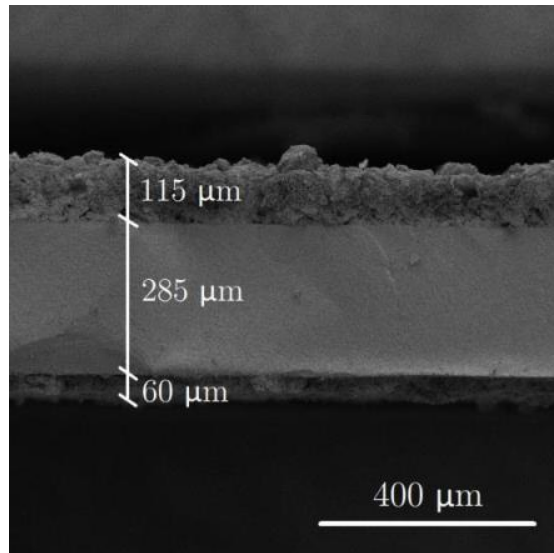
Anode Supported
(AS)



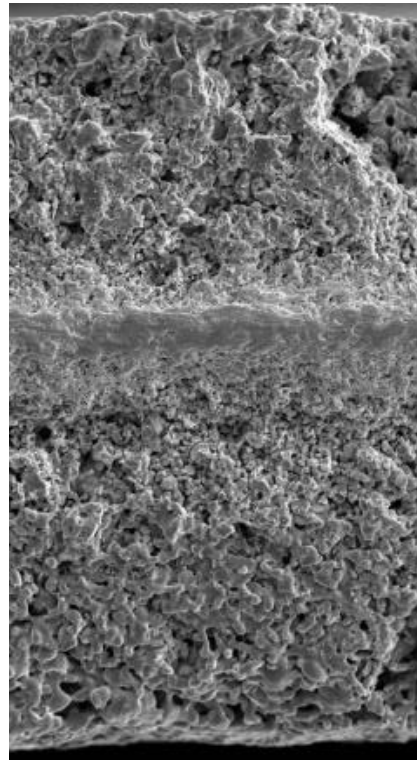
LA ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR PROCESAMIENTO DE CERAMICOS MULTICAPAS DEPENDE DEL TIPO DE CONFIGURACION DE LA CELDA

CERAMICOS MULTICAPAS

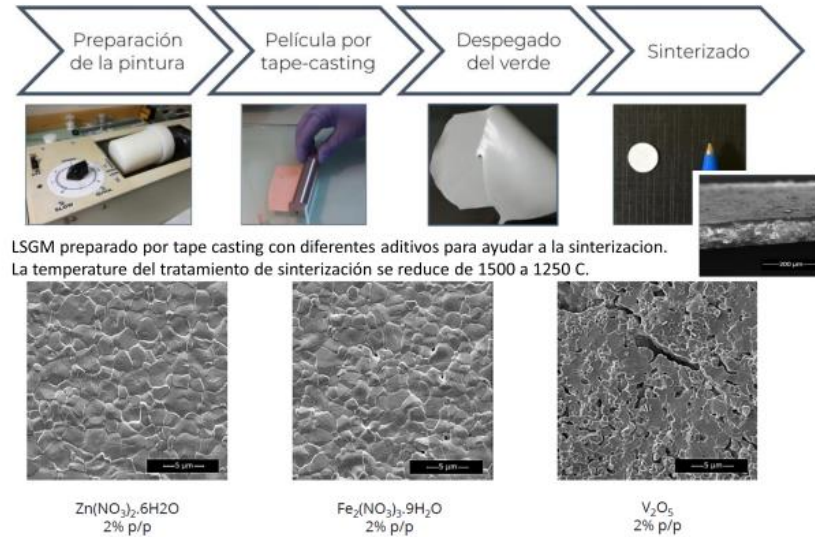
- Reducir etapas de tratamientos térmicos
- Simplificar manufactura
- Usar métodos industriales consolidados
- Utilizar materia prima abundante y económica



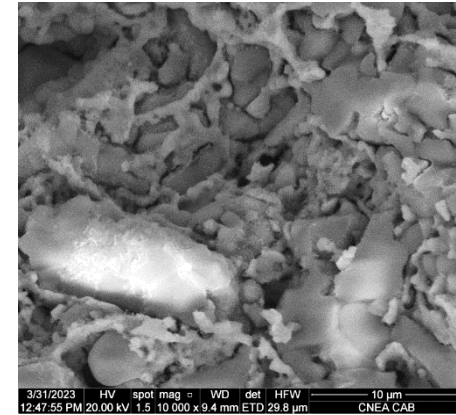
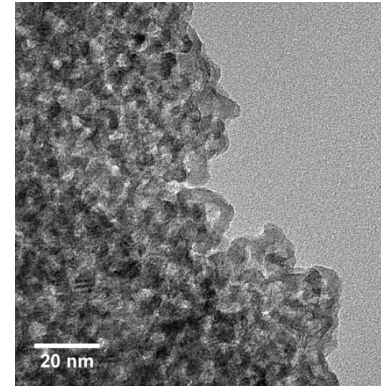
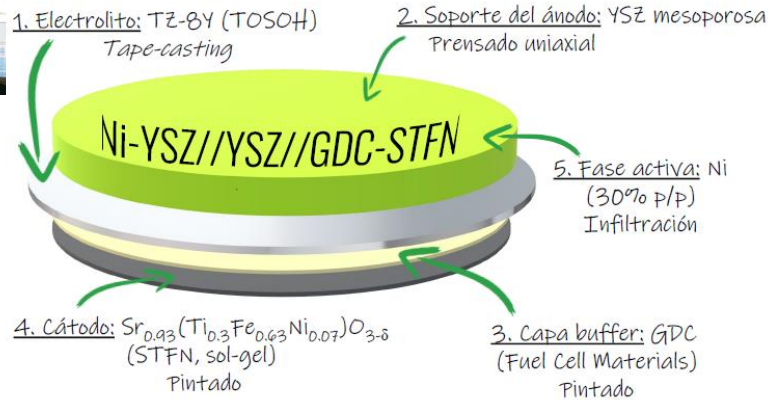
Electrolyte supported-
Diseño asimétrico



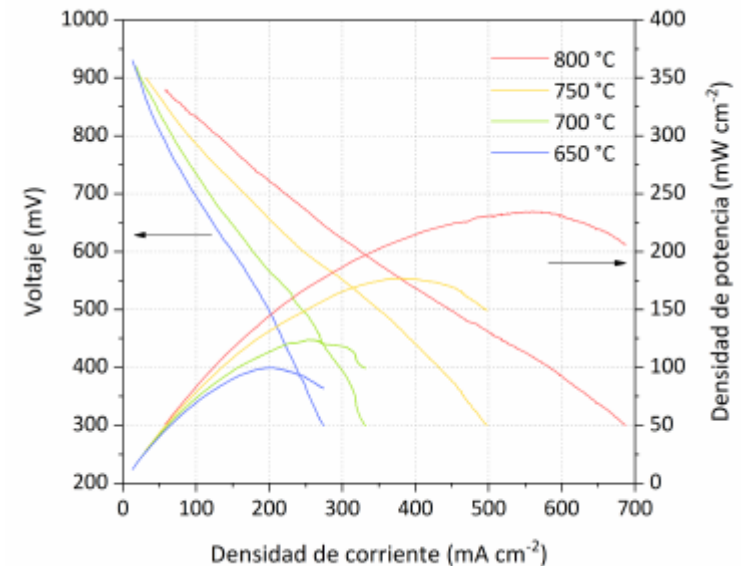
Electrode supported- Diseño simétrico



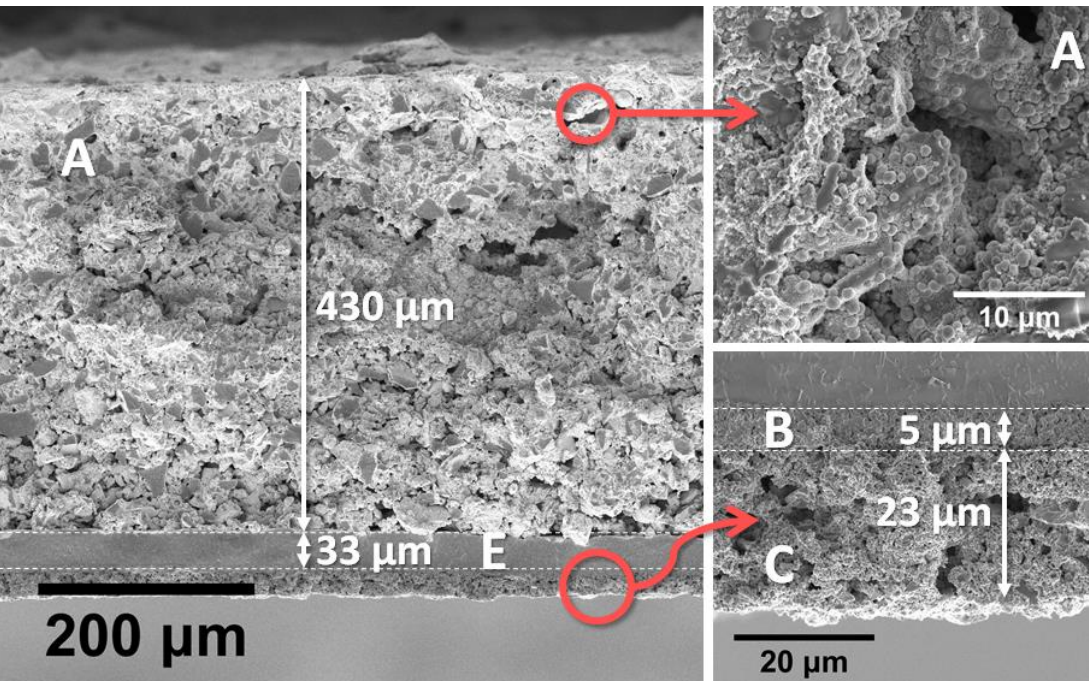
Celda soportada en el ánodo (asimétrica) Ni-YSZ//YSZ//GDC-STFN



234 mW cm⁻² a 800 °C



Voltaje y densidad de potencia
vs. densidad de corriente.



Electrolitos ultradelgados

Thin dense YSZ electrolyte electrode or metallic supported for SOFC/SOEC:

Reducing energy cost by simplify the thermal treatment

Apply consolidated industrial process

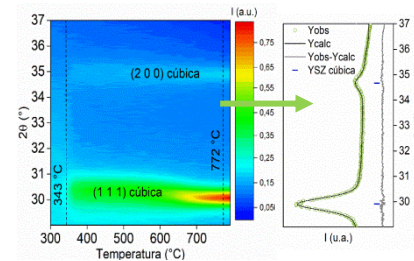
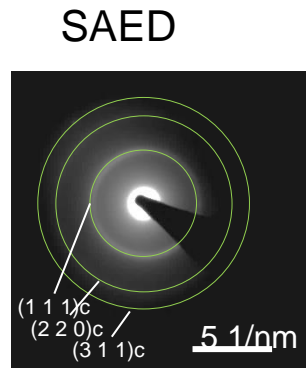
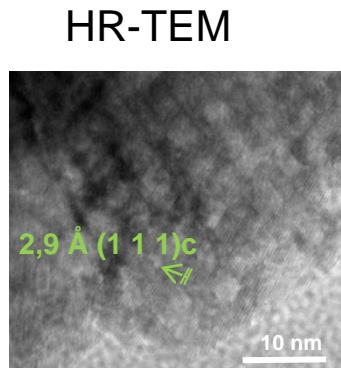
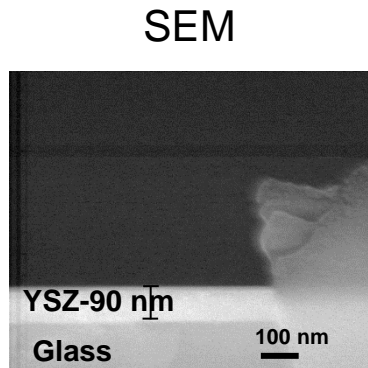
Use low cost and abundant raw materials

Simplify manufacturing by cell design.

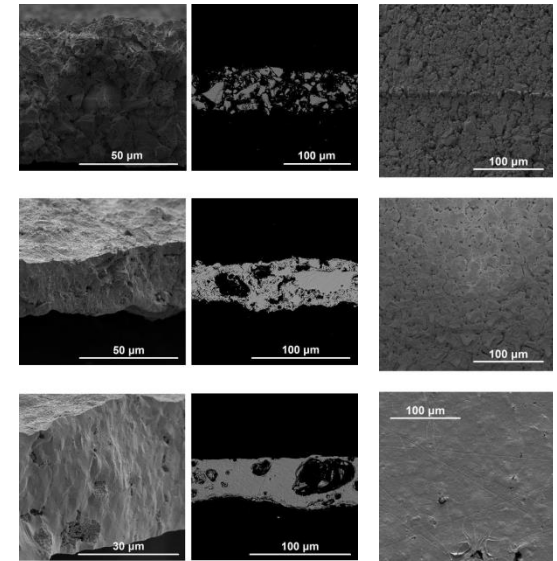


Y-doped ZrO_2 thin film

Substrate



estudio de
cristalización
in-situ



Mansilla et al. *Applied Surface Science* 569, 2021 150787
Mansilla et al. *Materials Today: Proceedings* 14, 2019 92-95

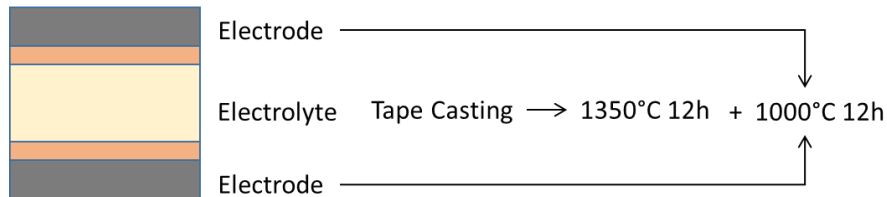
YSZ cristalización sobre
sustratos porosos

Celda simétrica vs asimétrica soportada en el electrolito



1-Electrolito + buffer:

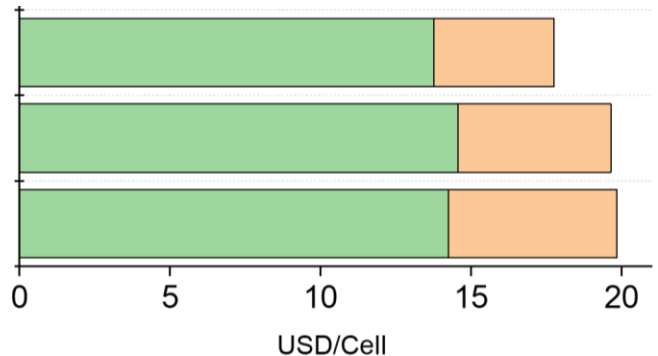
Aid Sintering + Co-Sintering



multilayer

w/aid sintering

Reference Cell



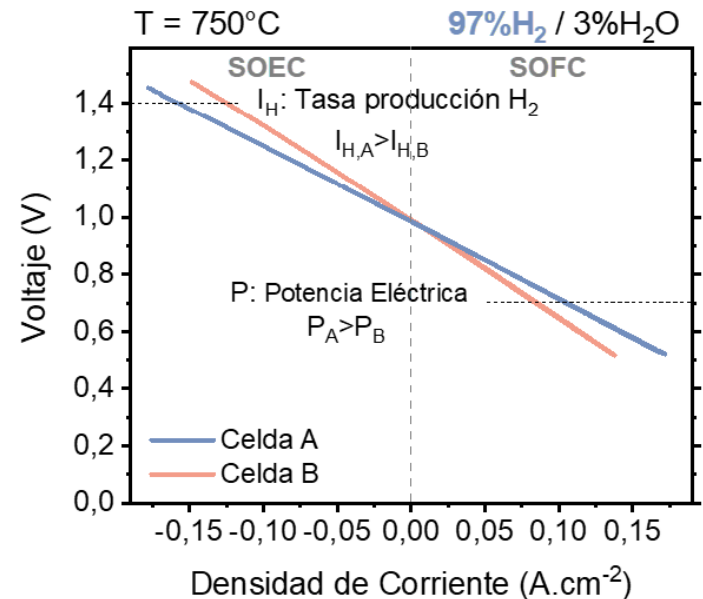
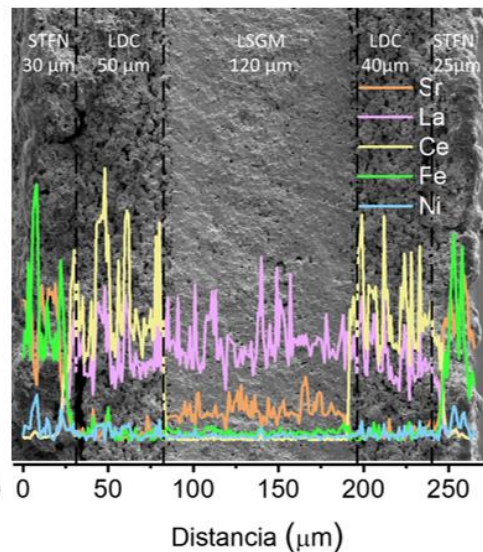
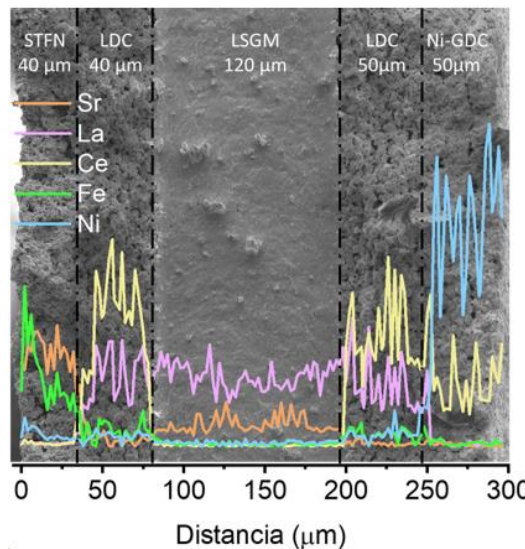
↓ **10% total cost**

2- Anodo + cátodo:

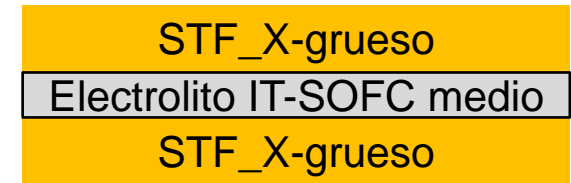
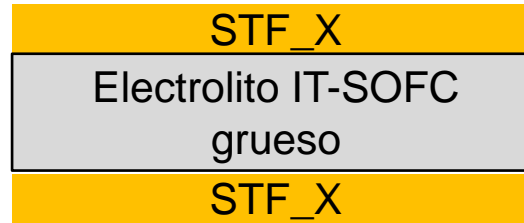
Screen printing + 2TT (celda A) o 1 TT (celda B)

CELDA A

CELDA B



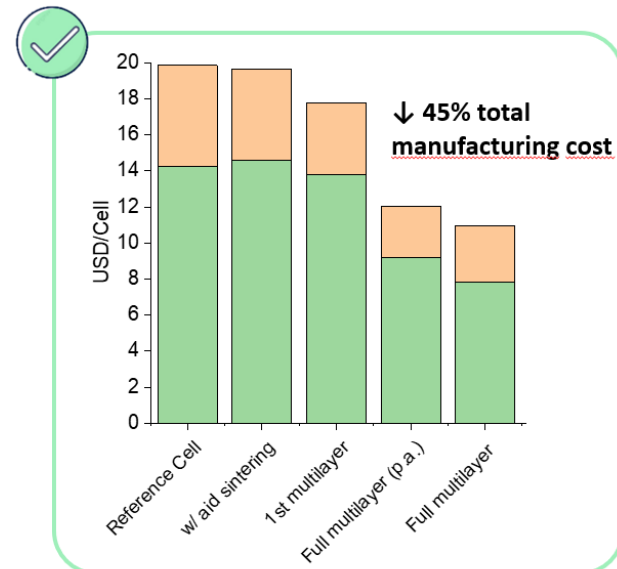
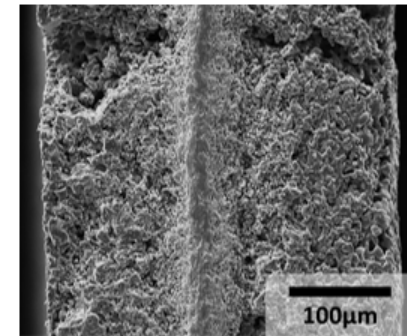
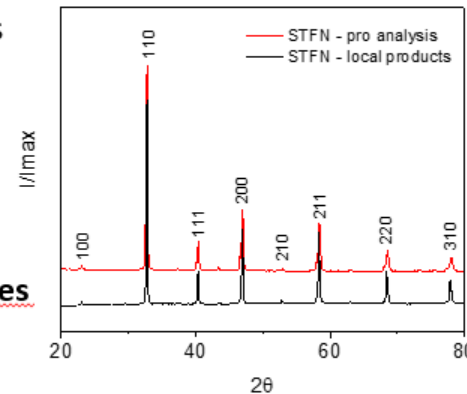
Celda simétrica: soporte mixto (electrodo/electrolito) y materiales de bajo costo



Pro-analysis reactivs
0,72 \$/g STF_N

Local products
0,15 \$/g STF_N

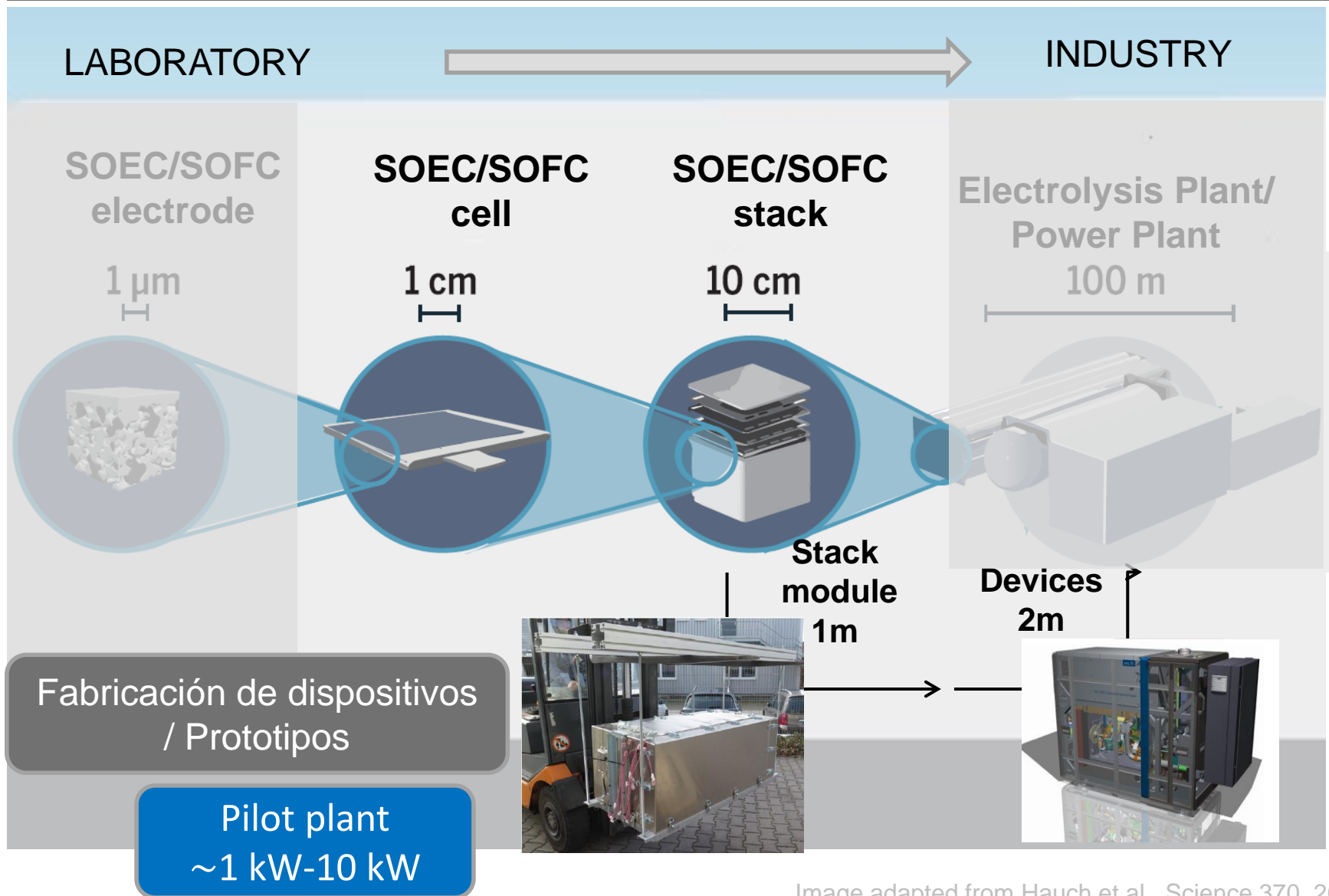
↓ 80% of the electrodes
raw materials



ESCALADO-ENSAMBLADO Y EVALUACION EN ENTORNO REAL

SOFC/SOEC

PILAS DE COMBUSTIBLE (SOFC)/ELECTROLICADORES (SOEC)



Desafíos – Escalado y operación en entorno real

Fabricación de dispositivos / Prototipos/ Proyectos de demostración

Integración de Procesos. Validación Tecnológica. Industrialización. Know-how transfer
-Start Ups. Formación de RRHH.

Desarrollo y prueba de prototipo SOFC/SOEC incorporando tecnología nacional

**ESCALA DE PLANTA PILOTO-
STACKS ~10-100 cm (>500W)**

SOCIOS TECNOLOGICOS e INDUSTRIALES

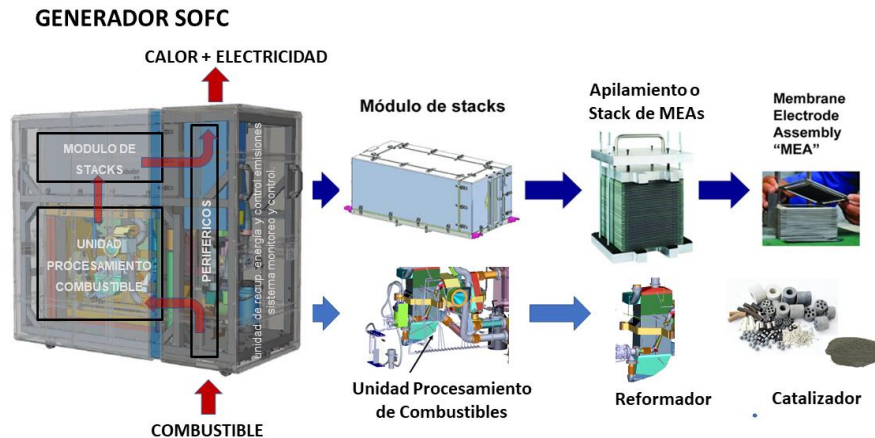
-FONARSEC



CONSORCIO SOFC

Desarrollo de generadores basados en pilas de combustible de óxido sólido alimentadas con hidrógeno producido a partir de combustibles tradicionales

INDUSTRY PARTNER



**ACADEMIC PARTNERS
Sci &Tech INSTITUTIONS**



-FONARSEC



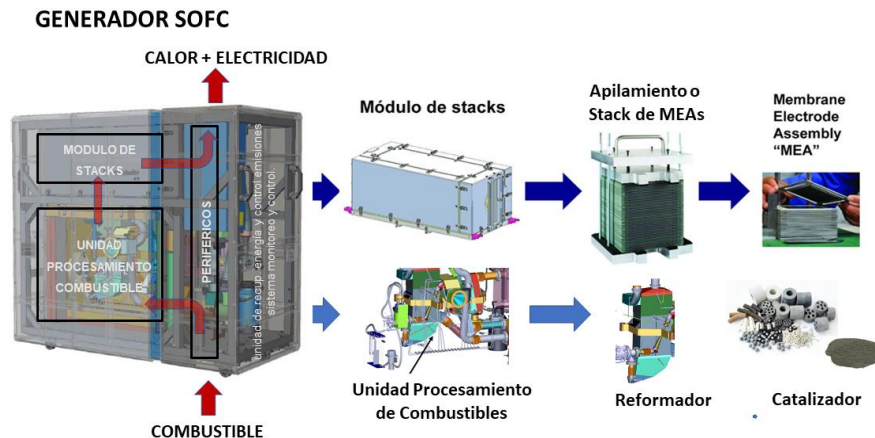
CONSORCIO SOFC

Desarrollo de generadores basados en pilas de combustible de óxido sólido alimentadas con hidrógeno producido a partir de combustibles tradicionales

INDUSTRY PARTNER



ACADEMIC PARTNERS
Sci &Tech INSTITUTIONS



1. Desarrollo prototipo SOFC-CHP 5 kW_{el} bioetanol
2. Construir laboratorio para el prototipo
3. Instalar y testear prototipo importado
4. Desarrollar un prototipo nuevo con componentes nacionales
5. Plantas pilotos para catalizadores&reformadores / ceramicos&stack.
6. Transferir Know-how. Industrialización-Desarrollo de Cadena de Proveedores.

Etapa 1. Prototipo-EPC (Engineering, procurement & construction)



2018-2019 Idea Proyecto Prov. Santa Fe
2020-2021 Discusiones, Diseño y Desarrollo del Prototipo
2021-2022 ENSAMBLADO y TEST en AVL Austria.

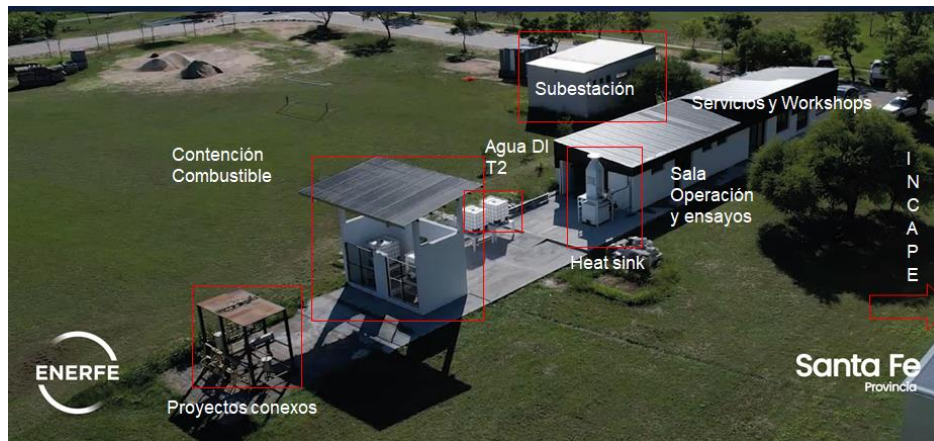


Etapa 1. Prototipo-EPC (Engineering, procurement & construction)



2018-2019 Idea Proyecto Prov. Santa Fe
2020-2021 Discusiones, Diseño y Desarrollo del Prototipo
2021-2022 ENSAMBLADO y TEST en AVL Austria.

2021-2022. Construcción de Laboratorio
prototipo Argentina-
Parque Tecnológico del Litoral Centro (SAPEM)
Santa Fe INCAPE

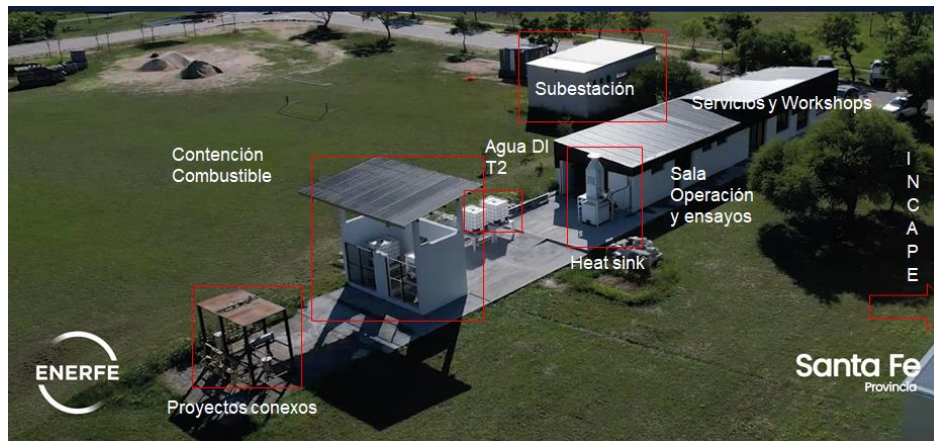


Etapas 1. Prototipo-EPC (Engineering, procurement & construction)

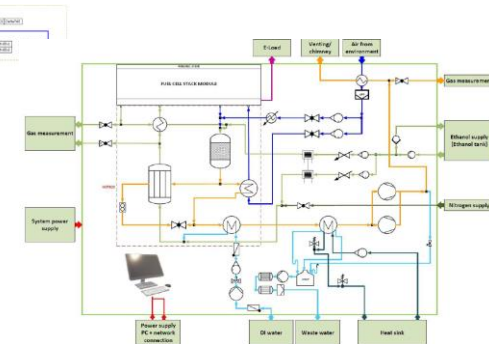


2018-2019 Idea Proyecto Prov. Santa Fe
2020-2021 Discusiones, Diseño y Desarrollo del Prototipo
2021-2022 ENSAMBLADO y TEST en AVL Austria.

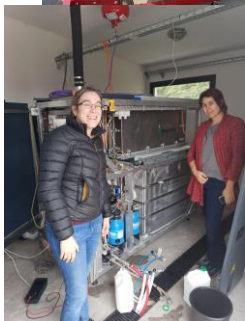
2021-2022. Construcción de Laboratorio
prototipo Argentina-
Parque Tecnológico del Litoral Centro (SAPEM)
Santa Fe INCAPE



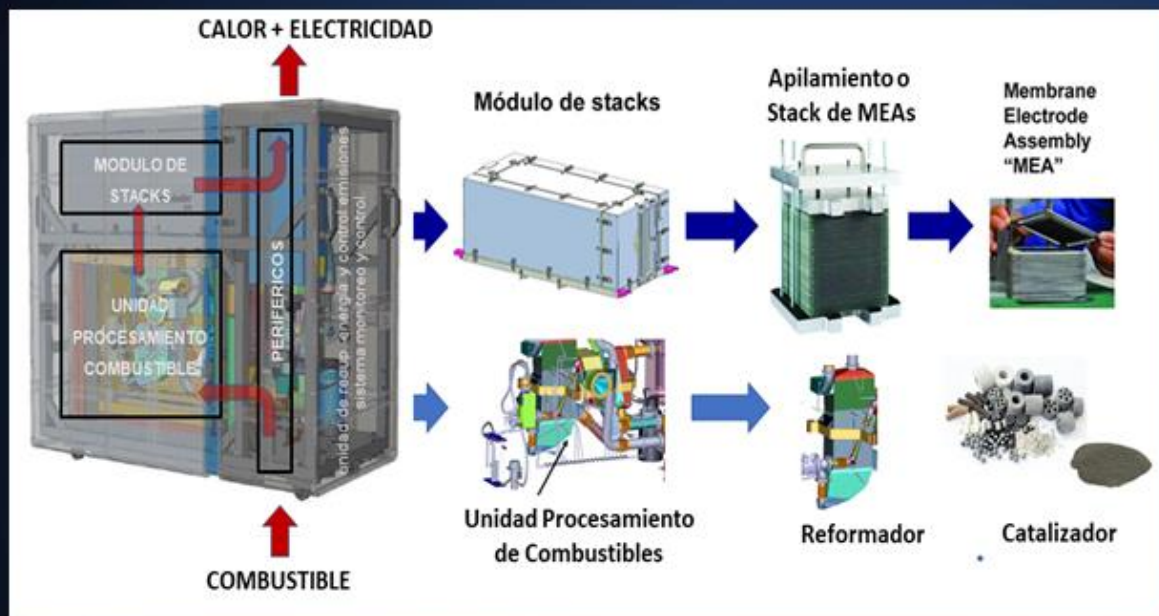
Stack
Voltages, Current, Power, Riso



2023 Instalación, puesta en marcha, entrenamiento de operación, diagnóstico y corrección de fallas



GENERADOR SOFC COMO UNIDADES TECNOLOGICAS (UT)



UT MODULO de STACKS



UT PROCESAMIENTO DE COMBUSTIBLE



- **UT RECUPERACION DE ENERGIA Y CONTROL DE EMISIONES**
- **UT SISTEMAS PERIFERICOS** (convertidores DC-AC, intercambiadores de calor)
- **UT SISTEMA MONITOREO Y CONTROL** (sensores y actuadores)

2024 Testeo en entorno relevante, Evaluación Técnica-económica, Industrialización
2025 Construcción y testeo de Prototipo

1. Evaluación de catalizadores comerciales y propios
→ Planta Piloto Fabricación pequeña escala INCAPE (CONICET)
2. **Desarrollo de ingeniería conceptual unidad de stack 500 W**
→ **Planta Piloto de fabricación y evaluación pequeña escala (Proyecto BAPIN CNEA)**

CONSORCIO SOFC

- Desarrollo de pilotos y proyectos de demostración (0.5 a 100kW)→ **5 kW**
- Generación eléctrica y/o electromovilidad→ **generación distribuida**
- Combustibles (H₂ producto de reformado de GN o biofuels; NH₃, metano o metanol directo, etc)→ **H₂+CO+CH₄ (producto de reformado de bioetanol)**
- Aprovechamiento del calor (Agua caliente sanitaria, co-generación)→ **CHP (torre de enfriamiento)**
- Optimización de los sistemas según aplicación→ **eficiencia del uso del combustible >90%**

CONSORCIO SOFC

- Desarrollo de pilotos y proyectos de demostración (0.5 a 100kW)→ **5 kW**
- Generación eléctrica y/o electromovilidad→ **generación distribuida**
- Combustibles (H₂ producto de reformado de GN o biofuels; NH₃, metano o metanol directo, etc)→ **H₂+CO+CH₄ (producto de reformado de bioetanol)**
- Aprovechamiento del calor (Agua caliente sanitaria, co-generación)→ **CHP (torre de enfriamiento)**
- Optimización de los sistemas según aplicación→ **eficiencia del uso del combustible >90%**

Los proyectos de demostración SOFC permiten sistemas de pequeña escala(~kW)
→ avanzar en la fabricación de stacks para esa escala afianza el desarrollo de stacks de mayor tamaño→ **proyectos de demostración SOEC (~MW)**

A futuro....

Estrategia
Nacional para
el Desarrollo
de la Economía
del **Hidrógeno**

CONSORCIO SOEC

Desarrollo de electrolizadores SOEC

INDUSTRY PARTNER



INVAP



CONICET

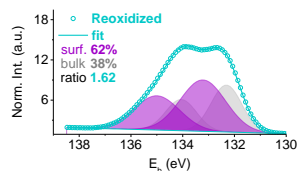


ACADEMIC PARTNERS
Sci &Tech INSTITUTIONS

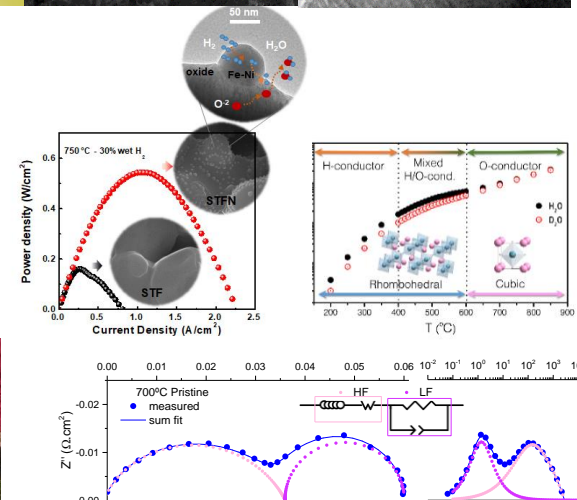
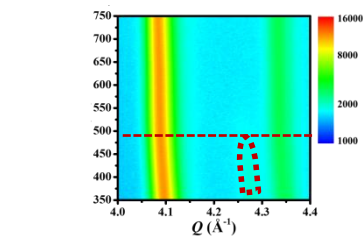
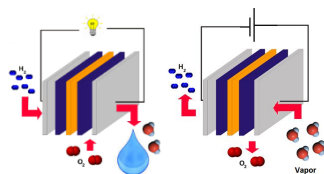


Muchas Gracias!

mogni@cab.cnea.gov.ar
www.cab.cnea.gov.ar/dcm/



R+D+i SOFC/SOEC



CONICET



INN CNEA-CONICET
 Instituto de Nanociencia y Nanotecnología



Instituto
 Balseiro

Proyectos de demostración

SOFC/SOEC

Instalaciones Residenciales



Ene-Farm - 1kW-NG. Japan Ene-Field. 0.7-2.5 kW-GN/Biogas-EU

Soporte en instalaciones remotas

Atrex - 150-4.500 W. USA



**Servidores de Energía-
Backup**

Bloom Energy - 160-250
kW/module-NG or biogas.
USA



**Generación Eléctrica
(y Calor)**

**MODULAR
SILENCIOSA
BAJA EMISION**

Instalaciones Industriales



Demo SOFC
3x64kW biogas –Planta
tratamiento liq. cloacales. Turin

Proyectos de demostración SOFC/SOEC

Nissan + CeresPower
5 kW



Electromovilidad (Híbrido)

+AUTONOMIA (BEV)
FLEXIBILIDAD COMBUSTIBLES

Weichai Power+CeresPower
30kW steelCell®SOFC-Range extender



METAPHU Project-Buque UNDINE
Wärtsilä SOFC 20 kW (250 kW final) Metanol

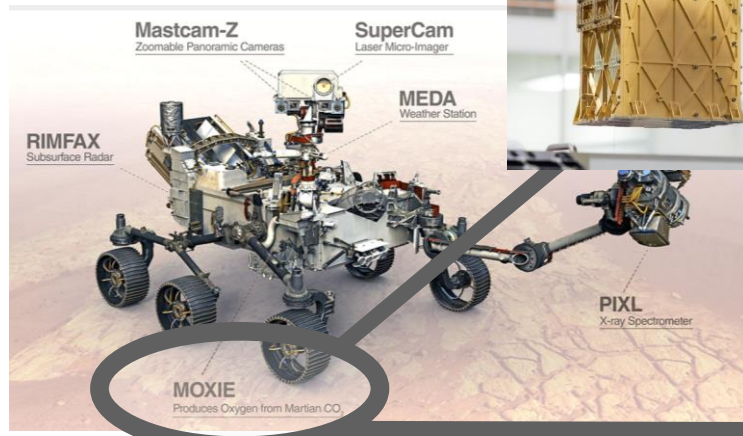
Proyectos de demostración SOFC/SOEC

Power to Fuel (PtoX)

INTEGRACION de CALOR



Planta de Metanación
Foulum Dinamarca- 50kW SOEC:
H₂+Biogas-> SNG



Perseverance (Mars) -MOXIE
15 kg, 30x24x24 cm
800°C-300 W-10 g O₂/h (target)



High-Temperature Electrolyser (HTE)
Salzgitter Flachstahl GmbH. SOEC 720 kW
200 Nm³ o 18 kg H₂/h GrInHy2.0 project
Electrical efficiency 84 % (LHV)-2022

