



Hidrógeno, aportes de INTI

Graciela Abuin | 25 de noviembre 2021



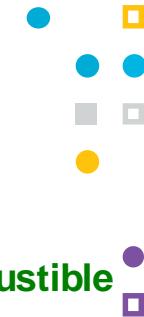
PRIMERAS ACCIONES

2003-2004

- ✓ El Centro de Energía de INTI, dirigido por Mario Ogara, consciente de la importancia del tema, designa a Alberto Berset para realizar una **vigilancia tecnológica**, quien ingresa al **Comité ISO TC 197 IRAM** sobre Tecnologías del hidrógeno, cuyo alcance es la normalización en el campo de los sistemas y dispositivos para la producción, almacenamiento, transporte, medición y uso del hidrógeno.
- ✓ Graciela Abuin comienza su **tesis de doctorado** en UNSAM, en Celdas de Combustible, dirigida por Horacio Corti.

2007

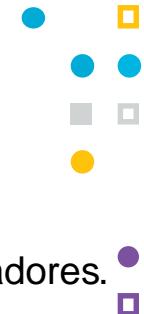
- ✓ **Seminario de Generación Distribuida de Energías Renovables (ER) – Panel Hidrógeno y Celdas de Combustible.**
- ✓ A instancias de Enrique Martínez, se abren líneas de trabajo en el marco de un **Programa ER**, con hidrógeno como una de estas líneas. **Proyecto de desarrollo de electrodos**, financiado por INTI.



Panel Hidrógeno y Celdas de Combustible

Berset, Alberto (INTI - Energía)
Biscotti, Mauricio (COOP. ELÉCTRICA CHACABUCO)
Fasoli, Héctor y Franco, Juan (CITEFA)
Kisielnicki, Ricardo (SIECO S.A.)
Laborde, Miguel (UBA - Fac. de Ingeniería)
Louge, Carlos (MOV. ARG. DE PROD. ORGÁNICA)
Medina, Alberto (TC197 IRAM-ISO - UNLZ)
Orbaiz, Pedro (ITBA)
Quispe, Ruben (CORP. MERCADO CENTRAL DE B.A.)
Reyes, Carlos Héctor (COASIN)
Rocchi, Pablo (INTI - RAFAELA)
Rodríguez, Ramiro (UNIV. EMPRES. SIGLO XXI)
Moderadora: G. Abuin

Se coincidió en señalar la **falta de una política nacional de desarrollo de tecnologías y aplicaciones en el área de las ER**, y la necesidad de impulsarla, habida cuenta de la **considerable y variada disponibilidad de recursos energéticos** de este tipo con que cuenta nuestro país.



2007 a 2019

- ✓ **Desarrollo Tecnológico.** Materiales, componentes y dispositivos de producción de H₂ por electrólisis. Membranas conductoras de iones utilizadas en celdas de combustible y electrolizadores. Electrocatalizadores de la reacción de evolución de H₂. Prototipos de electrolizadores.
- ✓ **Formación de RRHH.** Ejecución y dirección de tesis de doctorado y post doc, formación de técnicos y profesionales.
- ✓ **Vínculos nacionales.** Comité ISO TC 197 IRAM, AAH, Planta Experimental de Pico Truncado, grupos del Sistema Científico Tecnológico dedicado a la temática de CNEA, CONICET, YTEC, UTN, CITEDEF, y Universidades Nacionales. Trabajos en cooperación.
- ✓ **Vínculos internacionales.** Universidad Autónoma de Madrid, Ontario Tech University, CINVESTAV (Méjico), University of Chemistry and Technology of Prague, University of Surrey (UK), red CYTED. Proyectos financiados.
- ✓ **Asistencia técnica al Estado, sociedad, industrias y emprendedores.** Sistemas HHO para alimentación de motores de combustión interna, electrolizadores.

2020 a 2021

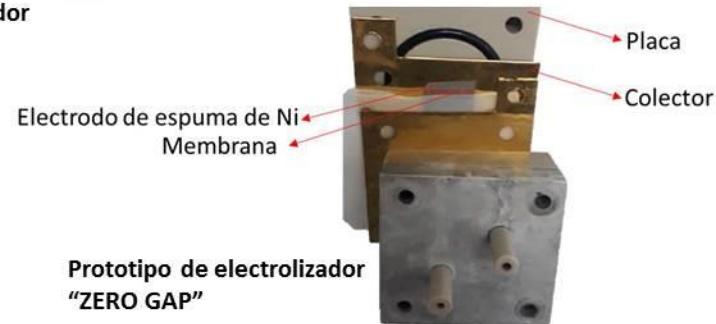
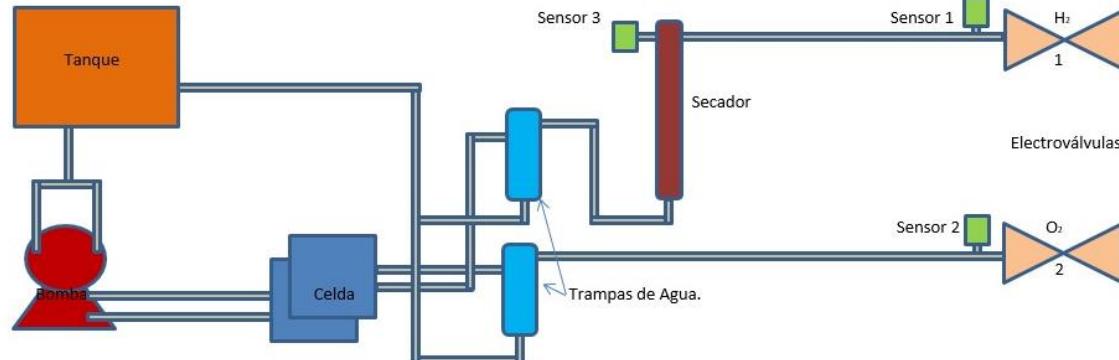
- ✓ **Escalado de un prototipo de electrolizador.** PIP ESMERALDA Hidrógeno verde por electrólisis Sustentable Mediante ER y Almacenamiento en baterías de Litio Dentro de Argentina. INTI, UNC.
- ✓ **Hoja de ruta para la certificación de origen de H₂ verde y bajo en C.** PITÉS Estudios estratégicos para el desarrollo de la economía del H₂ Argentina. YTEC, INTI, CONICET, CENADIF, ITBA, Universidades del Sur y de Río Negro.
- ✓ **Estudios técnico económicos sobre producción, demanda y normativa de H₂.** Convocatoria Secr. Asuntos Estratégicos. Red CNH2SUR coordinada por Planta Pico Truncado.
- ✓ **INTI, Mesa Estratégica de Hidrógeno.** Relevamiento de capacidades de INTI, en el territorio. .



DESARROLLO DE ELECTROLIZADORES ALCALINOS



Prototipo de electrolizador
alcalino HYDROEL-1

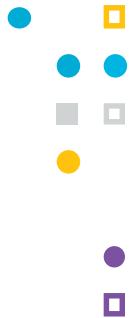


Prototipo de electrolizador
“ZERO GAP”

Hydroel 1	0.0018 Nm ³ /h H ₂	10 W
Escalado MOVE/ESMERALDA	0.018 Nm ³ /h H ₂	100 W
Objetivo	1 Nm ³ /h H ₂	5 kW



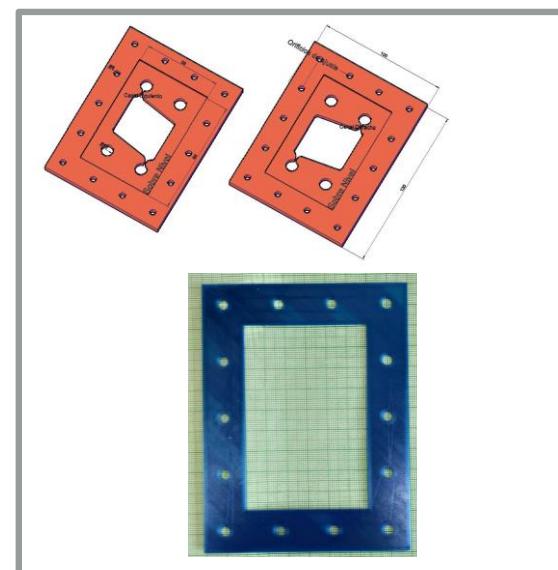
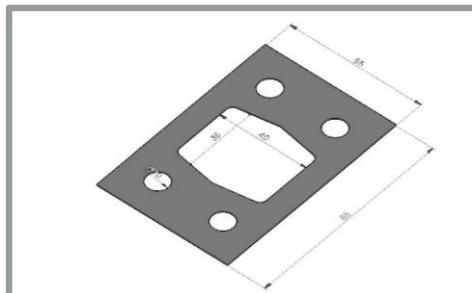
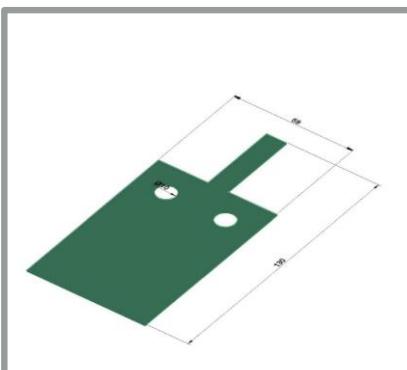
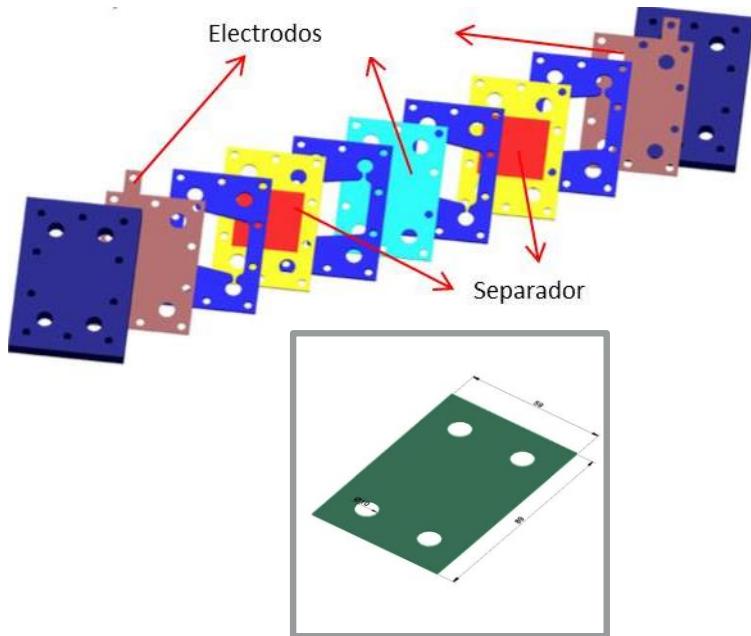
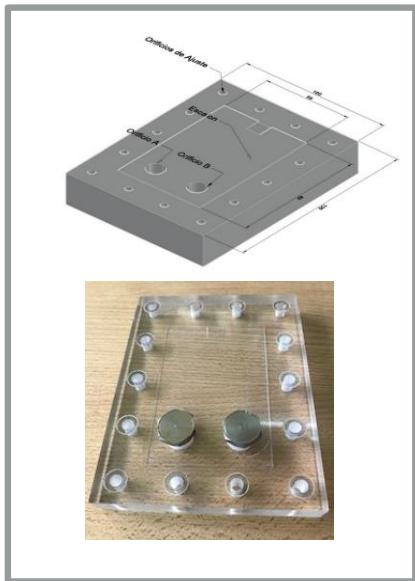
ESCALADO DE ELECTROLIZADOR ALCALINO



Motivación: desarrollo de una cadena de valor con contenido nacional

Escalado proyectado 1 kW, 5 kW

Dispositivos periféricos: compresión, almacenamiento, transporte, provisión



DESARROLLO DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS CONDUCTORAS PROTÓNICAS Y ANIÓNICAS



Membranas PEM AEM

Conductividad iónica,
Estabilidad (mecánica,
térmica, química), Baja
permeabilidad,
Homogeneidad,
Performance, Durabilidad,
Escalabilidad, Costo

Sistemas Alcalinos,
catalizadores de metales
no nobles, polímeros de
bajo costo

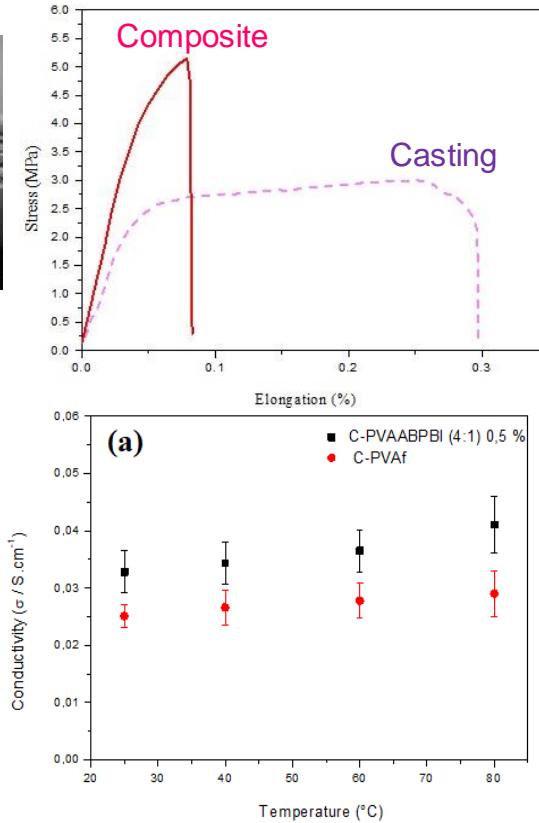
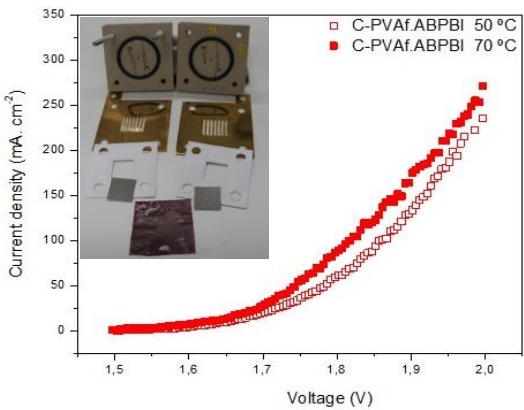
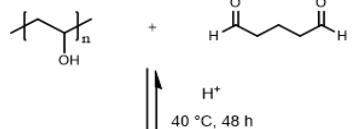
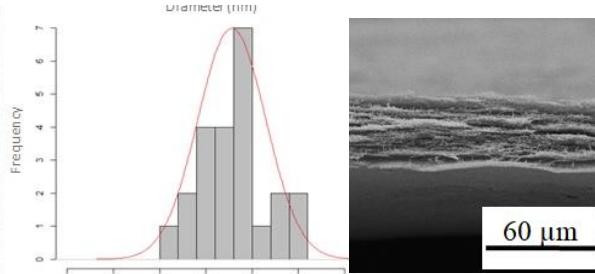
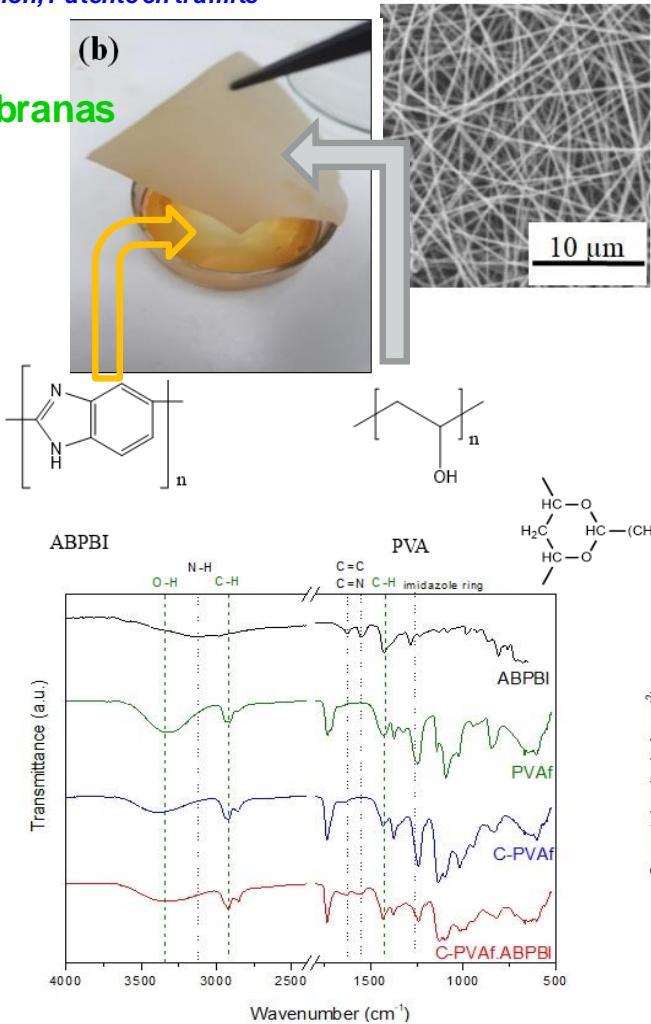
- 1 **NAFION (PEM)**
G.C.Abuin, M.C.Fuertes, H.R.Corti. *Substrate effect on the swelling and water sorption of Nafion membranes*. *J. of Membr. Sci.* 428 (2013) 507.
- 2 **PBI-ABPBI H_3PO_4 doped (PEM)**
L. Diaz, H. Corti, et al. *Spray-casting ABPBI membranes for high temperature PEM fuel cells*. Patent INPI-ARG:180.100-013/2018.
Diaz L.A., Abuin G.C., Corti H.R. *Acid-Doped ABPBI Membranes Prepared by Low-T casting: Proton Conductivity and Water Uptake Properties Compared with Other Polybenzimidazole-Based Membranes*. *J. of the Electrochem. Soc.* 163, 6 (2016) 485.
Diaz L.A., Abuin G.C., Corti H.R. *Methanol sorption and permeability in Nafion and acid-doped PBI and ABPBI membranes*, *Journal of Membrane Science*, 411 - 412 (2012) 35 - 44.
L. Diaz, G. Abuin, H. Corti. *Water and phosphoric acid uptake of poly [2,5-benzimidazole] (ABPBI) membranes prepared by low and high temperature casting*. *J. Power Sources* 188 (2009) 45.
- 3 **Quaternized Polysulfone, PS- $N(CH_3)^+$ (AEM)**
G. Abuin, P. Nonjola, E. Franceschini, F. Izraelevitch, M. Mathe, H. Corti. *Characterization of an anionic-exchange membrane for direct methanol alkaline fuel cells*. *International J. of Hydrogen Energy* 35 (2010) 5849.
G. Abuin, E. Franceschini, M. Mathe, H. Corti. *A high selectivity quaternized polysulfone membrane for alkaline DM fuel cells*, *J.P.Sources*, 279 (2015) 450.
- 4 **PBI-ABPBI linear and BZ crosslinked, KOH doped (AEM)**
L. Diaz, H. Corti, K. Bouzek, G. Abuin et al. *Alkali doped poly (2,5-benzimidazole) membrane for alkaline water electrolysis*. *J. of Power Sources* 312 (2016) 128-136.
- 5 **PBI-ABPBI-PVA blend linear and crosslinked, KOH doped (AEM)**
L. Diaz, R. Coppola, G. Abuin, P. Ocón et al. *Alkali-doped PVA-Polybenzimidazole membranes for alkaline water electrolysis*. *J. of Membrane Science* 535 (2017) 45.
- 6 **PBI-ABPBI PVBC crosslinked with DABCO (AEM)**
R. Coppola, G. Abuin, P. Ocón, N. D'Accorso et al. *Polybenzimidazole-crosslinked poly(vinylbenzyl chloride) as anion exchange membrane for alkaline electrolyzers*, *Elsevier Renewable Energy* (2020) DOI: 10.1016/j.renene.2020.04.140.
- 7 **Patent in Progress: Electrospun fibers PBI/PVA (AEM)**
R. Coppola, G. Abuin, F. Molinari (INTI), N. D'Accorso (UBA-FCEN).
- 8 **Silico-phosphoric gel (High Temperature PEM)**
G. Abuin, L. Trevani (UOIT Ontario), H. Corti (CNEA), Vaca Chávez, Y. Garro (UNC).

DESARROLLO DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS CONDUCTORAS PROTÓNICAS Y ANIÓNICAS



Roxana Coppola, Fabrício Molinari, N.D'Accorso, G.Abuin, Membrana conductora de aniones y su método de fabricación, Patente en trámite

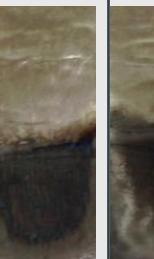
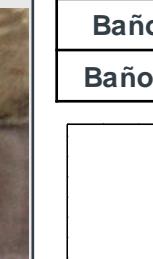
Membranas

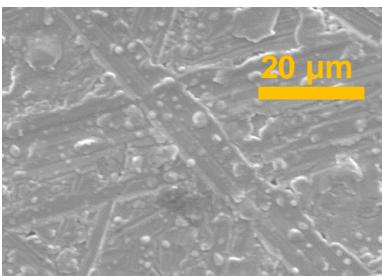
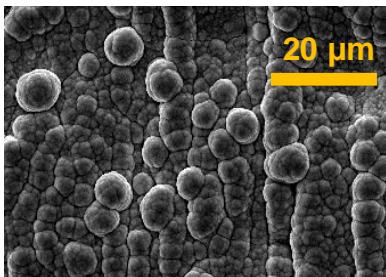


Membrana	VSR/%	TSR/%	LSR/%
ABPBI*	49 ± 2	13 ± 6	18 ± 3
C-PVAF	3 ± 1	1 ± 1	1.5 ± 0.5
C-PVAF·ABPBI	28 ± 9	17 ± 8	4 ± 1
C-PVA·ABPBI	84 ± 12	14 ± 8	27 ± 6

DESARROLLO DE ELECTROCATALIZADORES DE LA REACCIÓN DE EVOLUCIÓN DE H₂ EN MEDIO ALCALINO

Electrocatalizador de la reacción de evolución de H₂ en medio alcalino

i, ip/mA·cm ⁻²	i 300	ip 200	ip 200	ip 280
tpp / ms	C.Cont.	tpp 350	tpp 3.5	tpp 3.5
Baño NF ip (corriente de pico) tpp (período de pulso) Ciclo útil (CU) 35%				

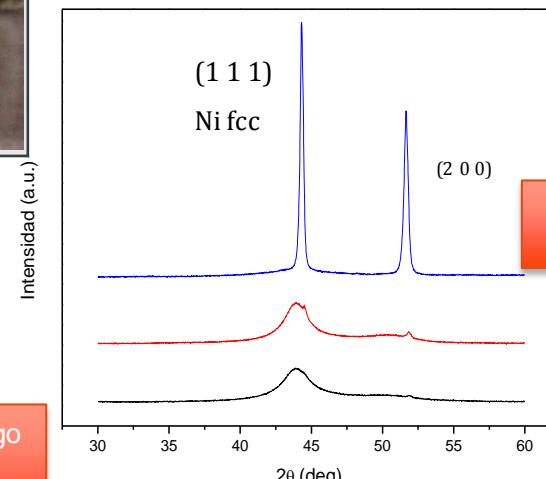


Mo 18 a 28 At.% rango
amorfo = buenas
propiedades catalíticas

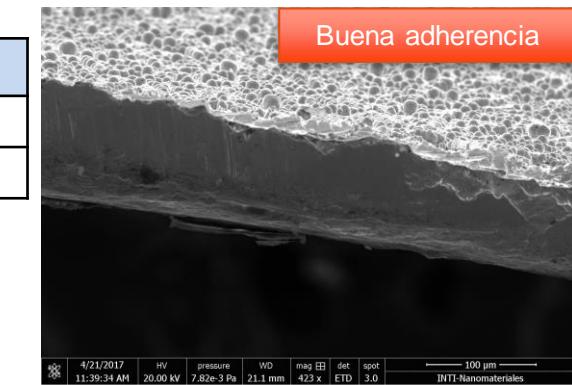
Electrodepositión de metales

Graciela Abuin, Roxana Coppola, Liliana Diaz, Ni-Mo alloy electrodeposited over Ni substrate for HER on water electrolysis, *Electrocatalysis* (2018) DOI: 10.1007/s12678-018-0490-2.

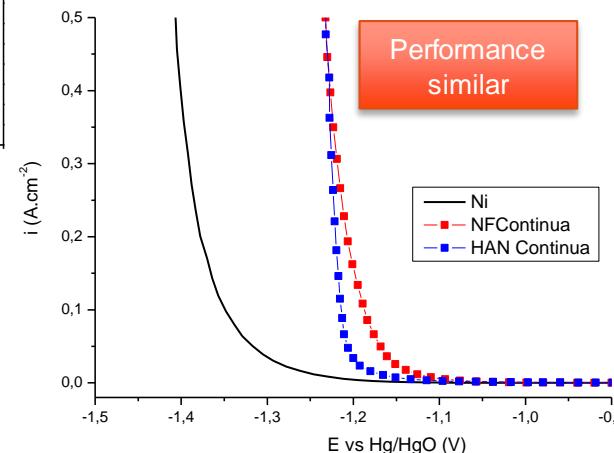
C. Continua		Ni:Mo	Cit:Ni
Baño NF	Ni 0.3 M	1.5:1	1:1
Baño Han	Ni 0.1 M	1:2	2:1



Condición	Mo At. %
NF Continua	22.0
Han Continua	23.9



Soluciones sólidas de estructura fcc rica en Ni.
Fase α (Mo disuelto sustitucionalmente en Ni)





Certificación de Origen de H₂ verde y bajo en carbono

VERDE	Generado por el proceso de electrólisis de agua con alimentación eléctrica proveniente de fuentes renovables. Emisiones GEI < 36,4 gCO _{2eq} /MJ _{H2} .
AZUL	Caso particular del H ₂ bajo en C, obtenido por reformado de gas natural, con técnicas de captura y almacenamiento de las emisiones GEI generadas en el proceso (Carbon Capture and Storage, CCS). GEI < 36.4 gCO _{2eq} /MJ _{H2} ~ 4 gCO _{2eq} /g _{H2}



INTI elaborará la *hoja de ruta* para delinear un esquema de *certificación de origen de hidrógeno verde y/o bajo en carbono* producido en Argentina, basada en esquemas internacionales.



Para ello se elaborará un Protocolo de Certificación correspondiente a un sistema tipo 6, que incluya la evaluación de la *fracción de energía renovable utilizada en el proceso de producción de hidrógeno verde*, y el *cálculo de las emisiones GEI generadas durante la producción de hidrógeno azul*, incluyendo el CO₂ generado como subproducto y gas de combustión y las fugas de metano del proceso completo, incluidas las etapas de captura y almacenaje de CO₂.

Proyecto: Estudios estratégicos para el desarrollo de la economía del hidrógeno en la Argentina, Coordinador: YTEC

Participantes: YTEC, INTI, CONICET, CENADIF, ITBA, Universidades del Sur y de Río Negro

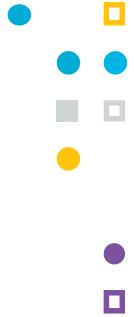
MODELADO DE ELECTROLIZADORES. Desarrollar un primer modelo dinámico 0D que permita predecir las respuestas temporales ante cambios de la operación de clústeres de electrolizadores para su acoplamiento en la red eléctrica. CONICET.

CONVERSIÓN DE LOCOMOTORAS DIÉSEL A HIDRÓGENO. Estudio de viabilidad técnico-económica. Analizar las diferentes tecnologías de conversión de locomotoras diésel-eléctricas para utilizar hidrógeno como combustible. CENADIF, ITBA.

CERTIFICACIÓN DEL ORIGEN DEL HIDRÓGENO. INTI.

ATLAS AR-CO₂. Desarrollar una primera versión de un atlas que indique el potencial de las formaciones geológicas del territorio argentino para el almacenamiento de CO₂. UNIVERSIDAD DEL SUR, UNIVERSIDAD DE RÍO NEGRO.

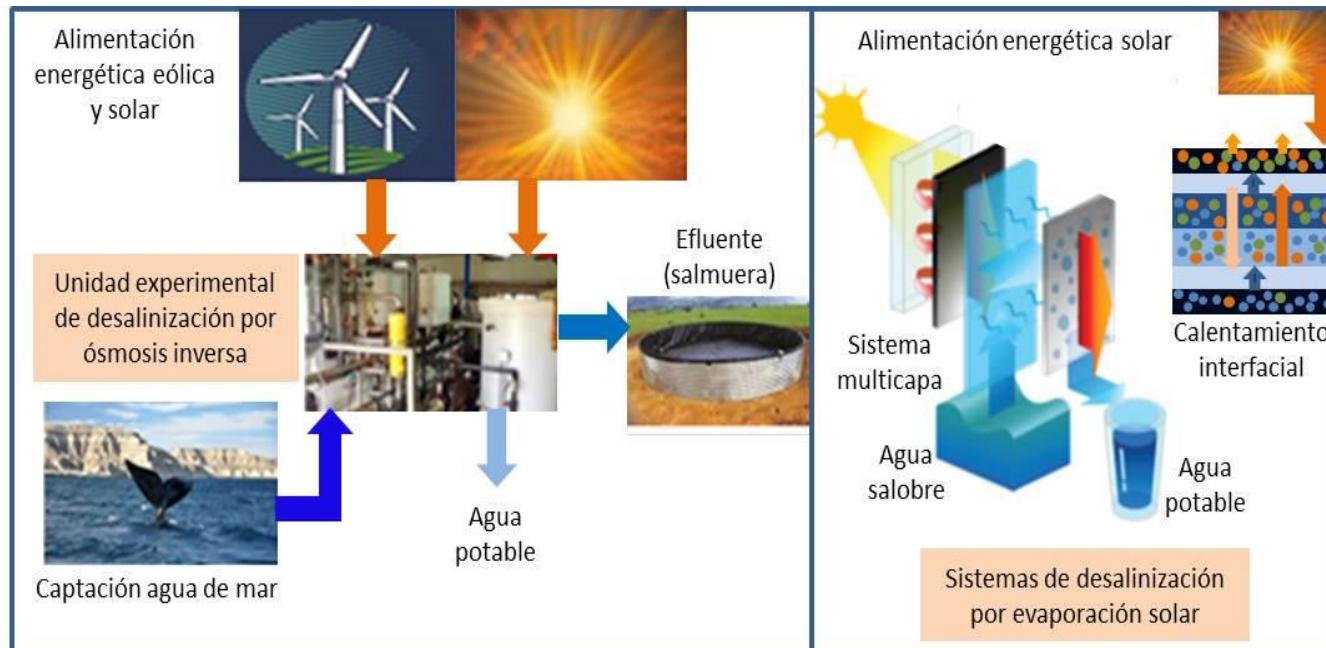
Desalinización de agua



H₂ verde → 1 kg H₂ 10 kg de agua

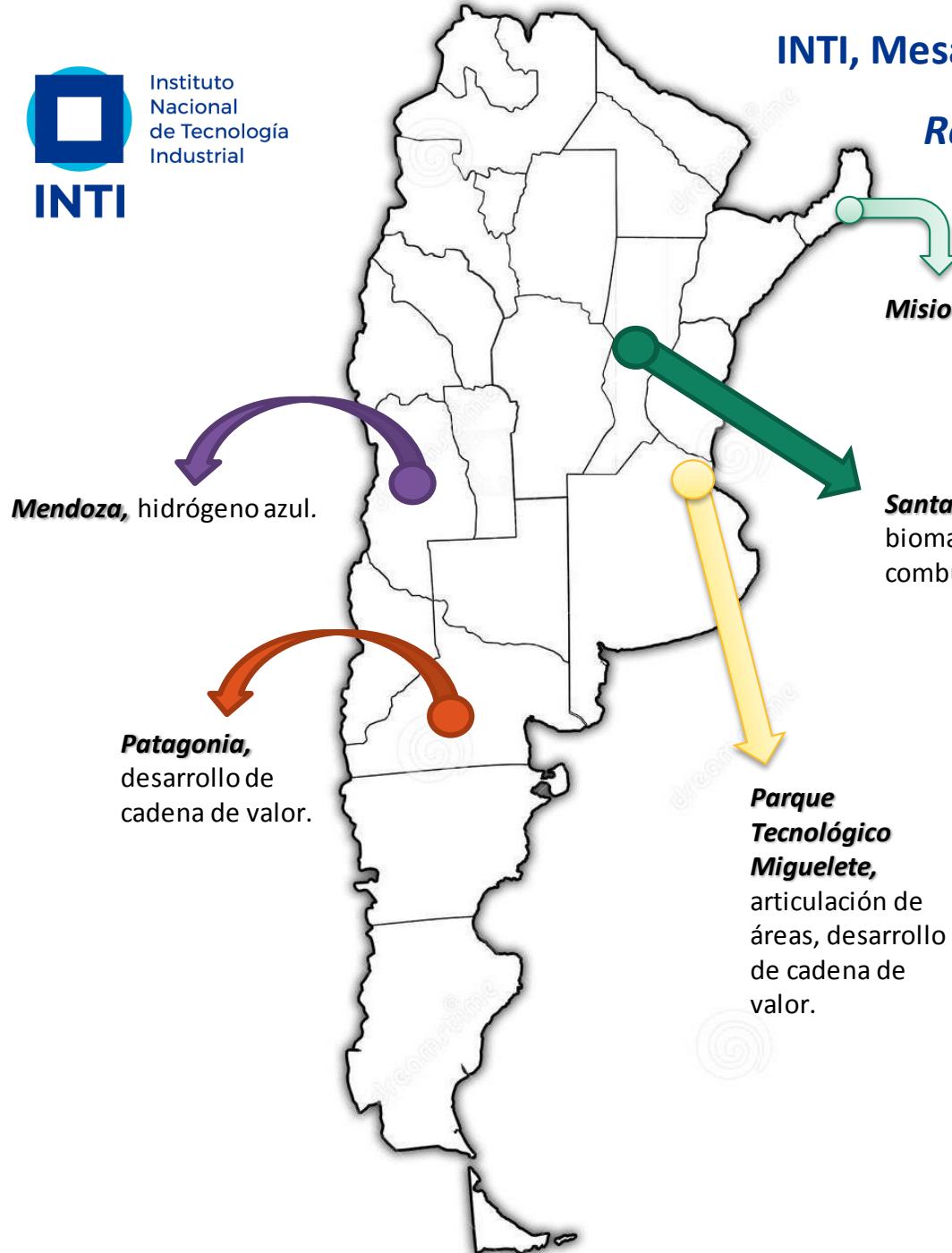
Muchas zonas del país tienen actualmente situaciones de stress hídrico.

PITES Desalinización de agua de mar alimentada por energía eólica y solar, con bajo impacto ambiental, para la provincia de Chubut. UTN, INTI, CONICET, CITEDEF, Universidades Nacionales, OntarioTech (Canadá) y RICE (Estados Unidos). .





Relevamiento de capacidades



Misiones, hidrógeno verde.

Santa Fe, hidrógeno de biomasa, celdas de combustible de óxido sólidos.

Convergencia de áreas:

- Centros Regionales
- Desarrollo Tecnológico e Innovación
- Energía Renovable y Movilidad
- Metalmecánica
- Organismo de Certificación
- Desarrollo Sustentable
- Envases
- Metrología
- Seguridad
- Especificaciones, ensayos
- Vinculación con industrias



MUCHAS GRACIAS



Si querés saber más del INTI
te esperamos en

 INTIArg

 @INTIargentina

 INTI

 @intiargentina

 canalinti

www.inti.gob.ar

consulta@inti.gob.ar

0800 444 4004

