



PLANTA DE HIDROGENO:

OPORTUNIDADES PARA ARGENTINA

IEEE - COMODORO RIVADAVIA, CHUBUT



Desde Patagonia desarrollando
el futuro sostenible

NOVIEMBRE 2019





1 Potencial Eólico Patagonia

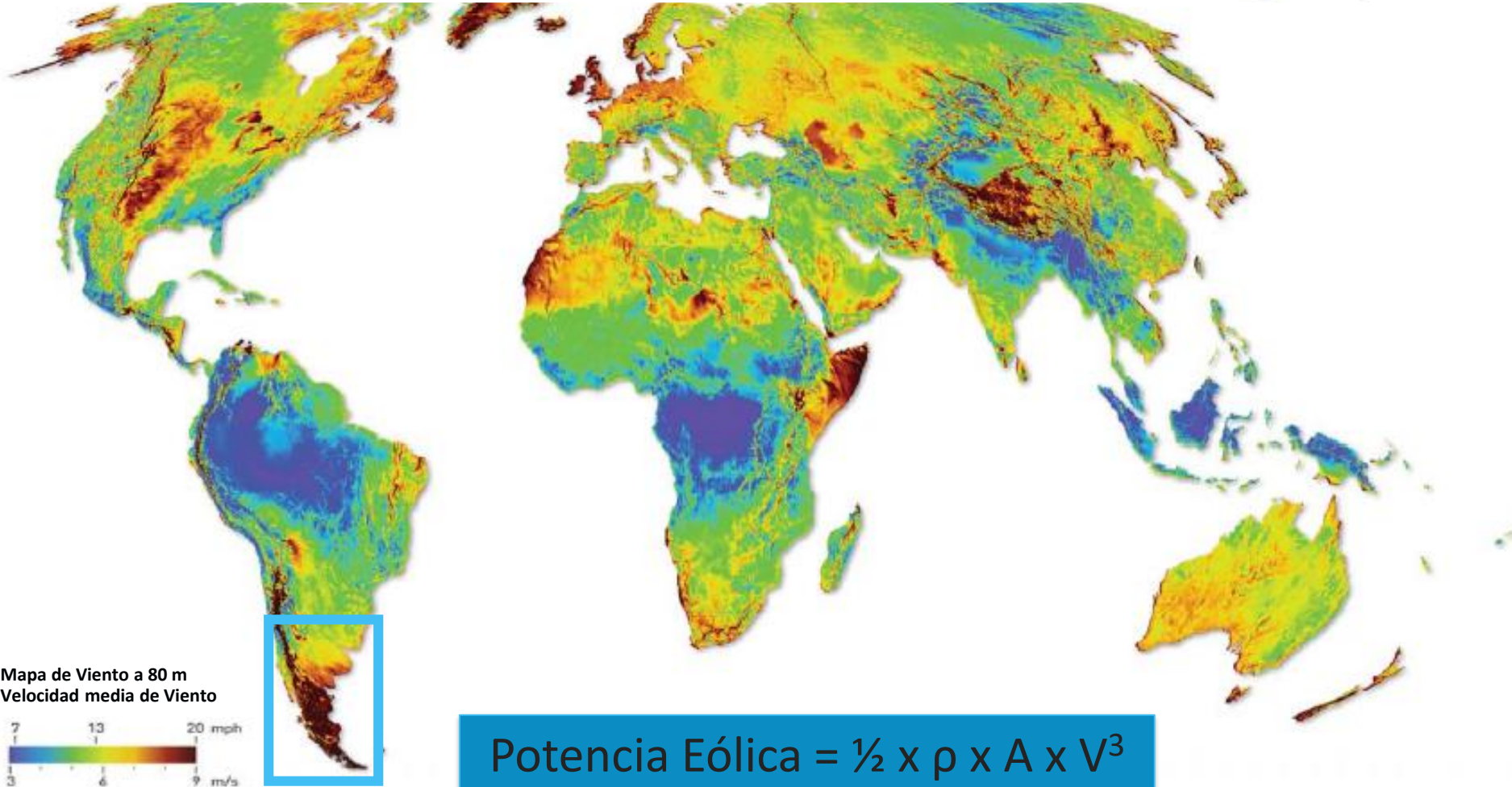
2 Instalaciones Hychico - Planta Hidrógeno

3 Proyectos Hidrógeno

4 Conclusiones



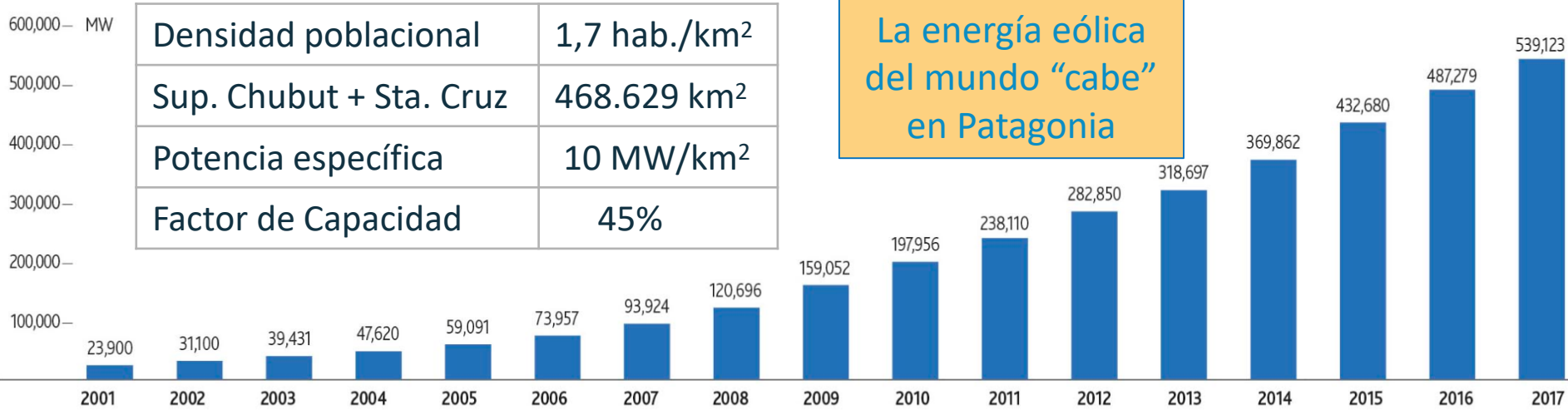
Velocidad Media de Viento Global a 80m



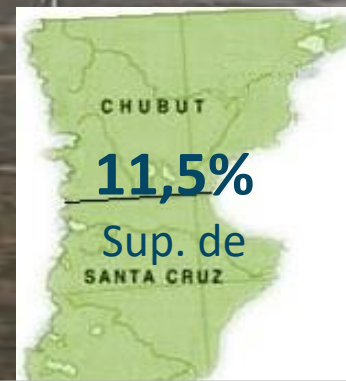
$$\text{Potencia Eólica} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3$$



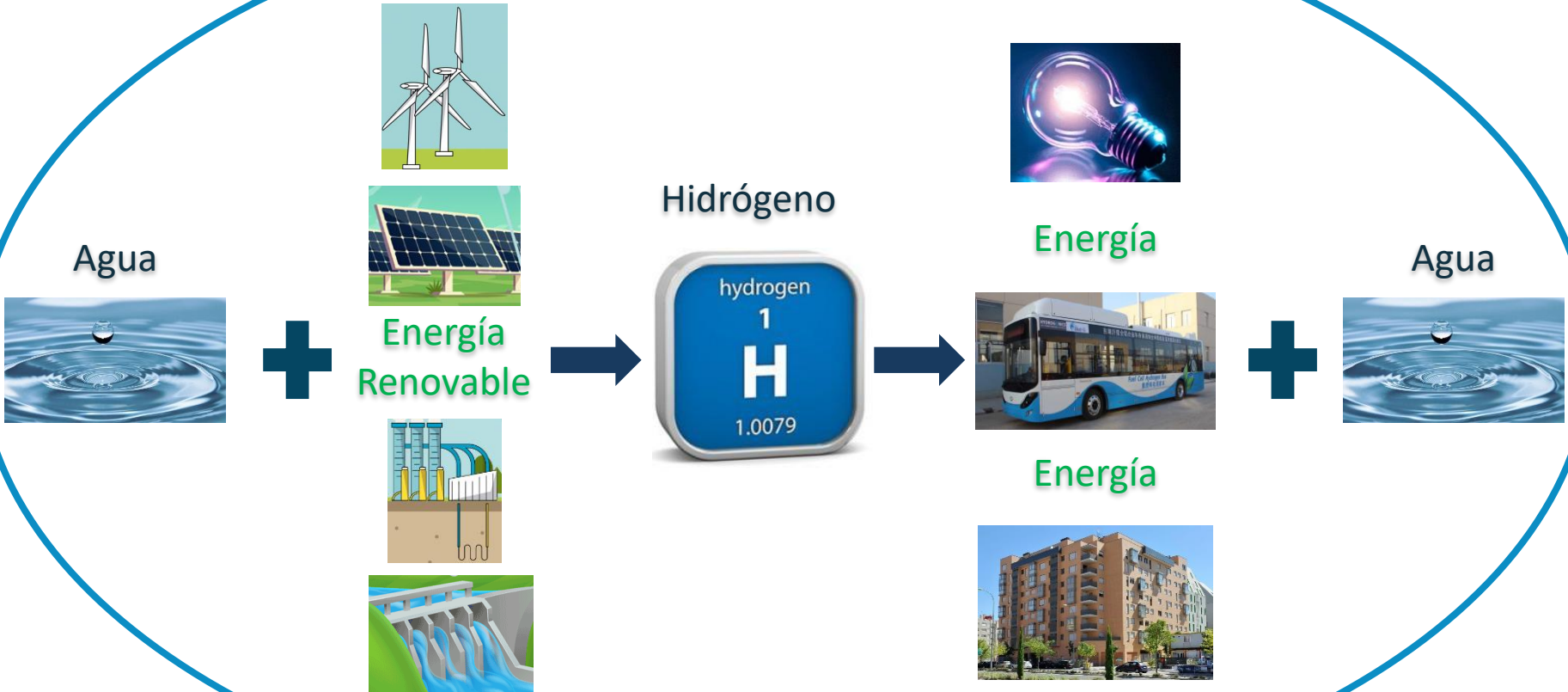
GLOBAL CUMULATIVE INSTALLED WIND CAPACITY 2001-2017



Energía para varias Argentina's



Generación Eléctrica: 2125 TWh
Consumo Argentina (2017): 138 TWh **





1 Potencial Eólico Patagonia

2 Instalaciones Hychico - Planta Hidrógeno

3 Proyectos Hidrógeno

4 Conclusiones



Planta Hidrógeno (2009)
2 Electrolizadores (120 Nm³/h H₂)



PED I 6,3 MW (2011)
PED II 27,6 MW (2019)



Almacenamiento Subterráneo
de Hidrógeno



**Motogenerador
1,4 MW**

**Electrolizadores
120 Nm³/h H₂
60 Nm³/h O₂**

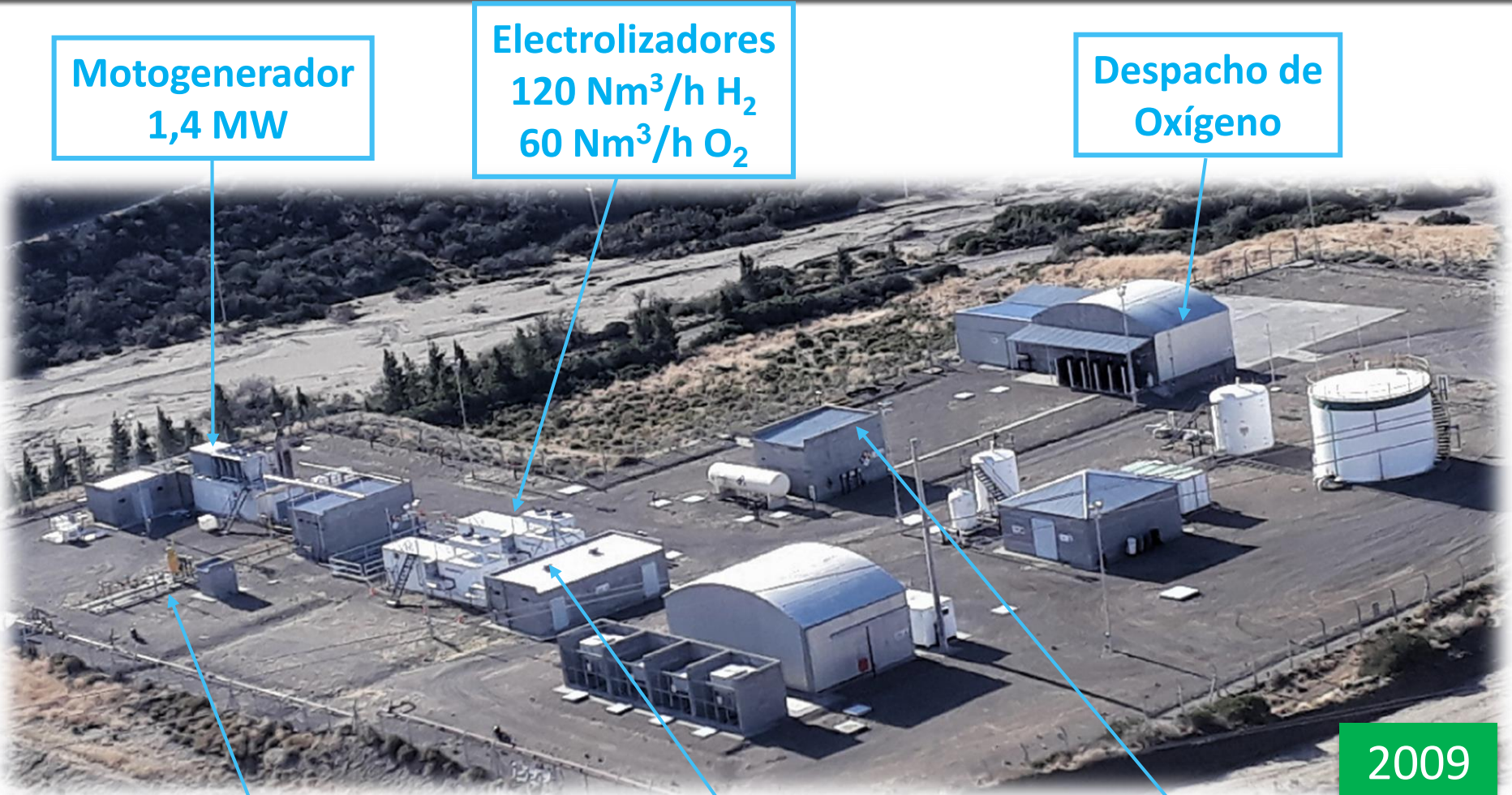
**Despacho de
Oxígeno**

**Gas de
Yacimiento**

**Purificadores
de Oxígeno**

**Compresor
de Oxígeno**

2009





- Capacidad de producción: $120 \text{ Nm}^3 \text{ H}_2 / \text{h}$ - $60 \text{ Nm}^3 \text{ O}_2 / \text{h}$
 - Rango de Operación: 18 al 100 % (Extendido)
 - Pureza del H_2 y del O_2 : 99,998%
- H_2 apto para Celdas de Combustible y Motores a Combustión Interna

Producción Total de H_2
 $2.557.642 \text{ Nm}^3$



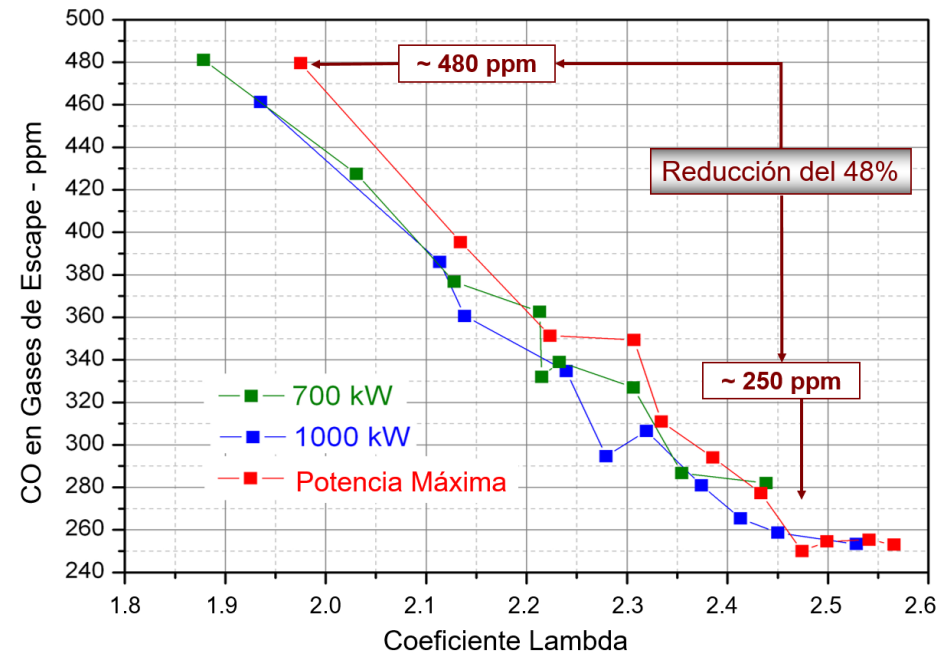
Combustible para 6,8 vueltas a la
Tierra de una flota de 10 buses a H_2



GENERACIÓN ELÉCTRICA CON GAS NATURAL E HIDRÓGENO

- Importantes reducciones de:
CO₂, CO y NO_x
- Más de **75.000** hs. de operación
- Sin evidencia de ataque por H₂ en metales

- Mezcla con Gas de Yacimiento:
0-42 % H₂
- Eficiencia Térmica Promedio:
40 %



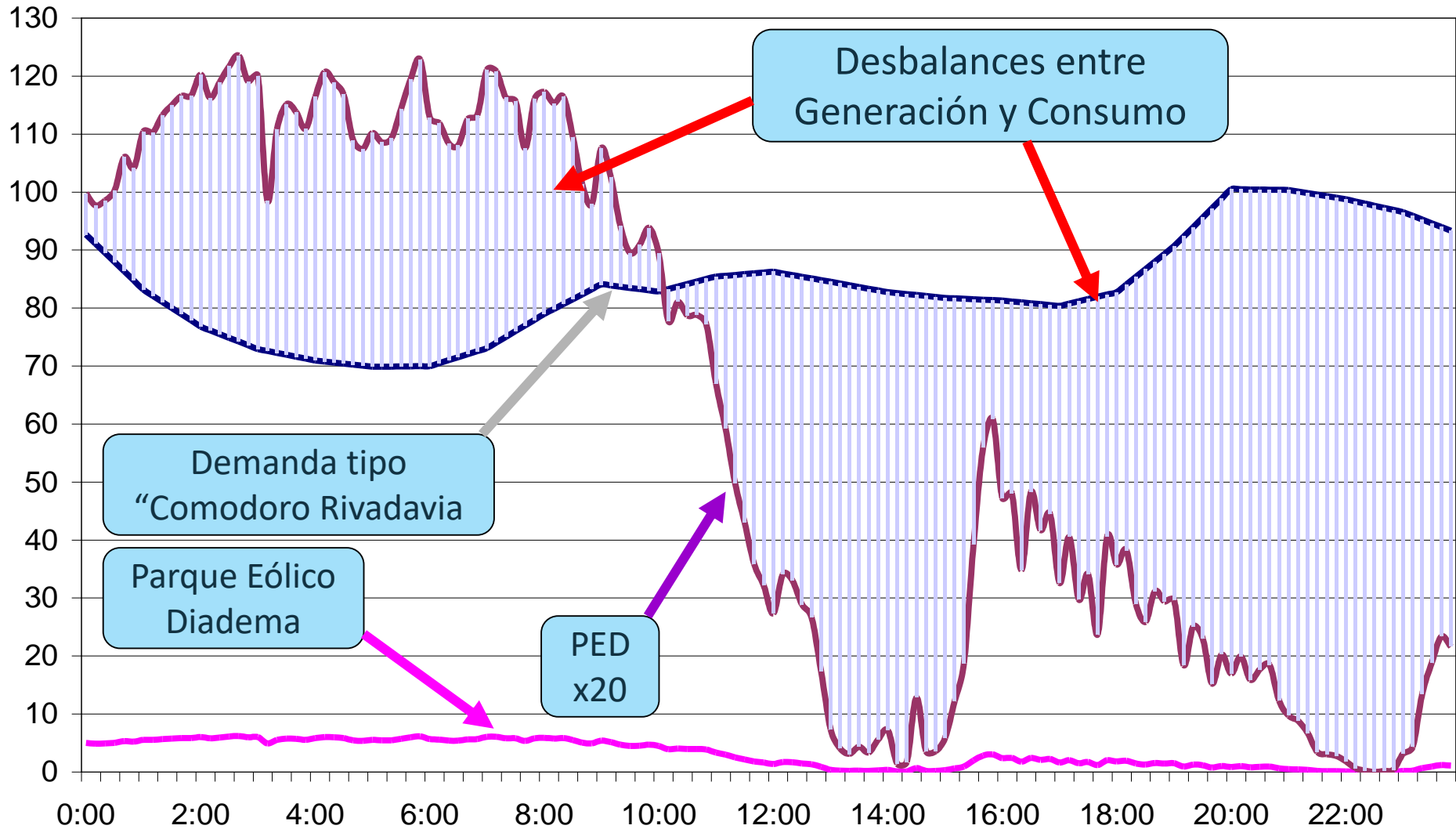


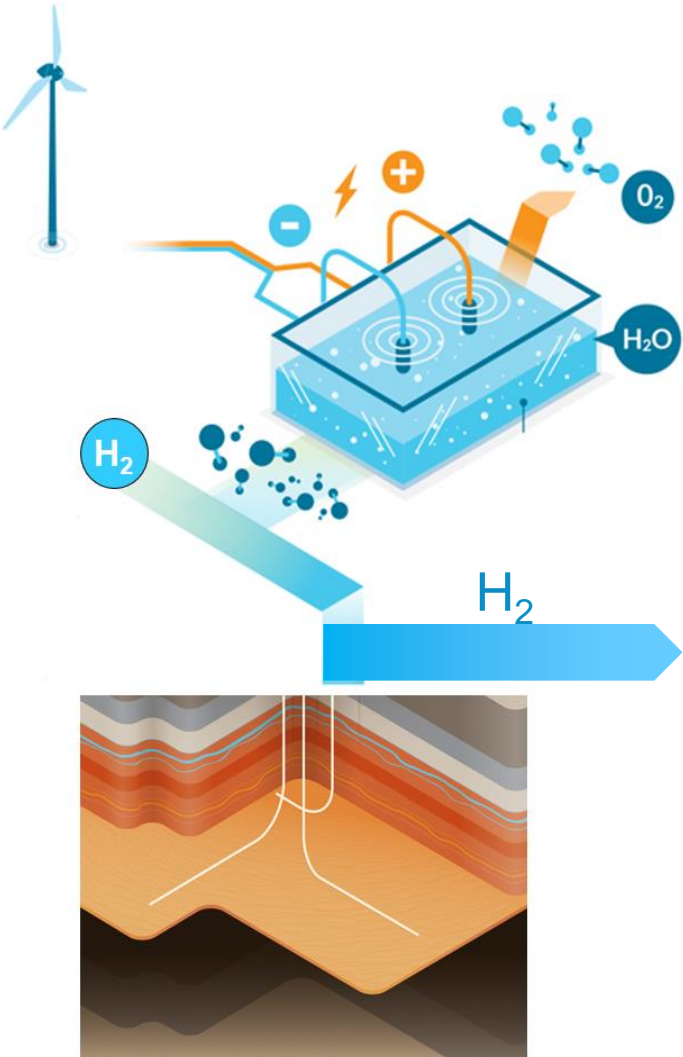
1 Potencial Eólico Patagonia

2 Instalaciones Hychico - Planta Hidrógeno

3 Proyectos Hidrógeno

4 Conclusiones





Comprobamos la estanqueidad al H₂

Aplicaciones Posibles

- Almacenar energía renovable
- Abastecer de energía eléctrica en los momentos de demanda pico
- Aprovechar la respuesta rápida y flexible de los electrolizadores para lograr una gestión de potencia estable



Ventajas Vehículos Eléctricos (con Baterías)

Emisiones (In Situ)	++
Contaminación Sonora	++
Costo Mantenimiento	++
Costo Combustible	++
Eficiencia "Well to Wheel"	++

Mejoras a los Vehículos Eléctricos (H₂ + Baterías)

Autonomía	++
Tiempo de Carga	++
Peso Especifico	++
Acumulación de Energía	++



Energías
Renovables

+

Hidrógeno
Renovable

=

Movilidad Eléctrica
Sostenible

Proyecto de Transporte para zonas urbanas: 2 – 10 buses



Ciudades Europeas con Buses a H₂
(+ 5.000.000 km recorridos)

EE.UU (2025): Contrato 800 camiones
Suiza (2023): Contrato 1.000 camiones



Brewer Announces Plan to Convert Entire Dedicated Fleet to Renewable Power by 2025



TOYOTA MIRAI
2014

HONDA CLARITY
2016



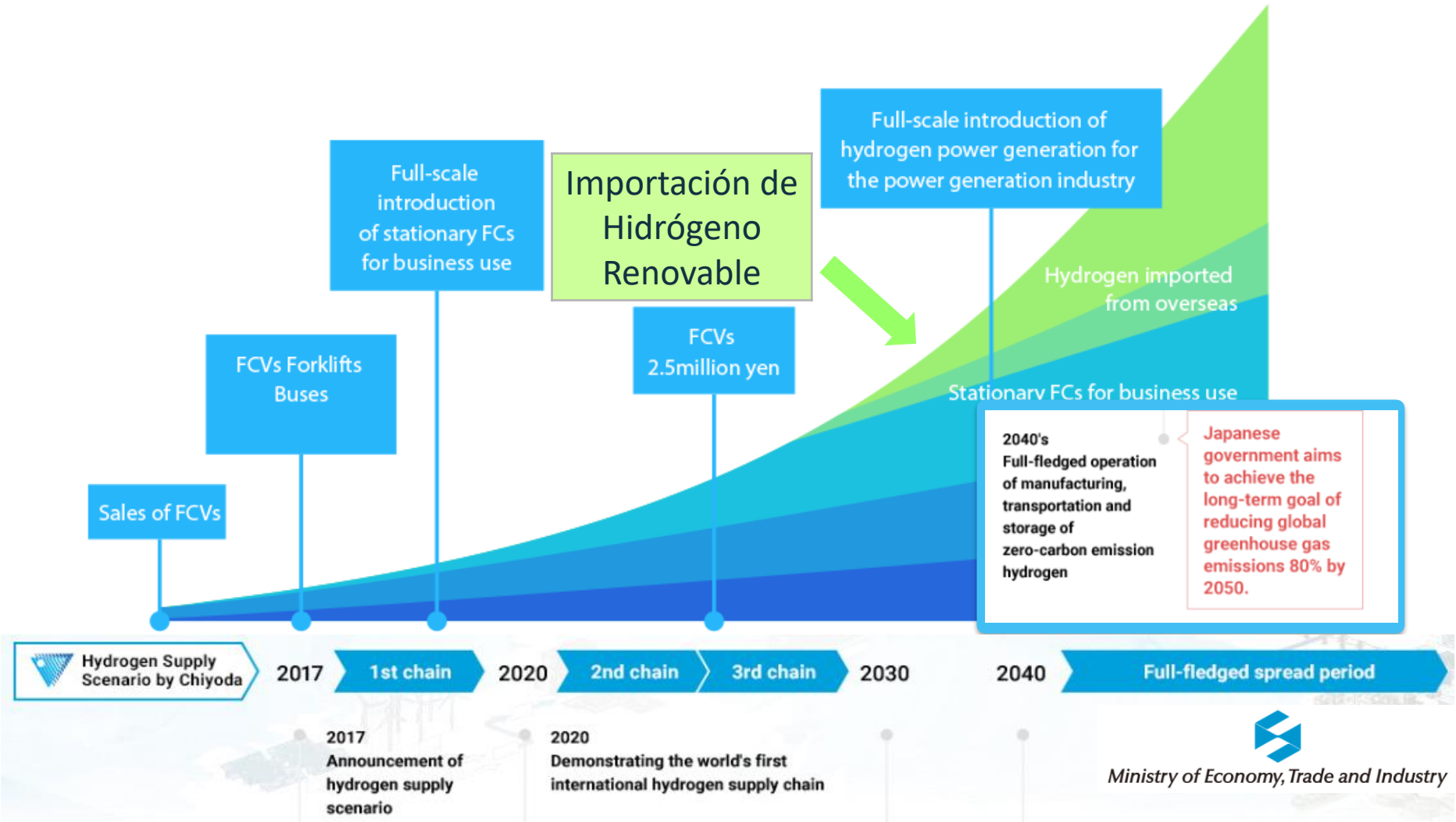
HYUNDAI NEXO
2018

Vehículos comerciales a H₂ ~8.000 mundo

Año	2020	2025	2030
Total	70.200	398.500	2.660.000



Proyecciones de requerimientos de Hidrógeno de Japón





1 Potencial Eólico Patagonia

2 Instalaciones Hychico - Planta Hidrógeno

3 Proyectos Hidrógeno

4 Conclusiones



- ❑ El **Hidrógeno es un Vector Energético** que permitiría asegurar un **Desarrollo Sostenible del país**, siendo **nuestra Visión** la producción de **Hidrógeno Renovable** para abastecer mercados locales e internacionales.
- ❑ **La Industria, las instituciones educativas y el Gobierno** deben trabajar en conjunto con objetivos a los fines de lograr Leyes y Reglamentaciones que permitan asegurar el Desarrollo de las Energías Renovables.
- ❑ **Argentina** debe estar preparada para los próximos desafíos permitiendo que se desarrollen **nuevas industrias y nuevos profesionales**.
- ❑ **Hychico** está abocado a proyectos y desafíos en forma articulada con otras instituciones nacionales e internacionales.



MUCHAS GRACIAS

ARIEL PÉREZ: 011-5288-8832 (rperez@grupocapsa.com.ar)

EZEQUIEL SERWATKA: 011-5288-8883 (Ezequiel.serwatka@grupocapsa.com.ar)



Desde Patagonia desarrollando
el futuro sostenible

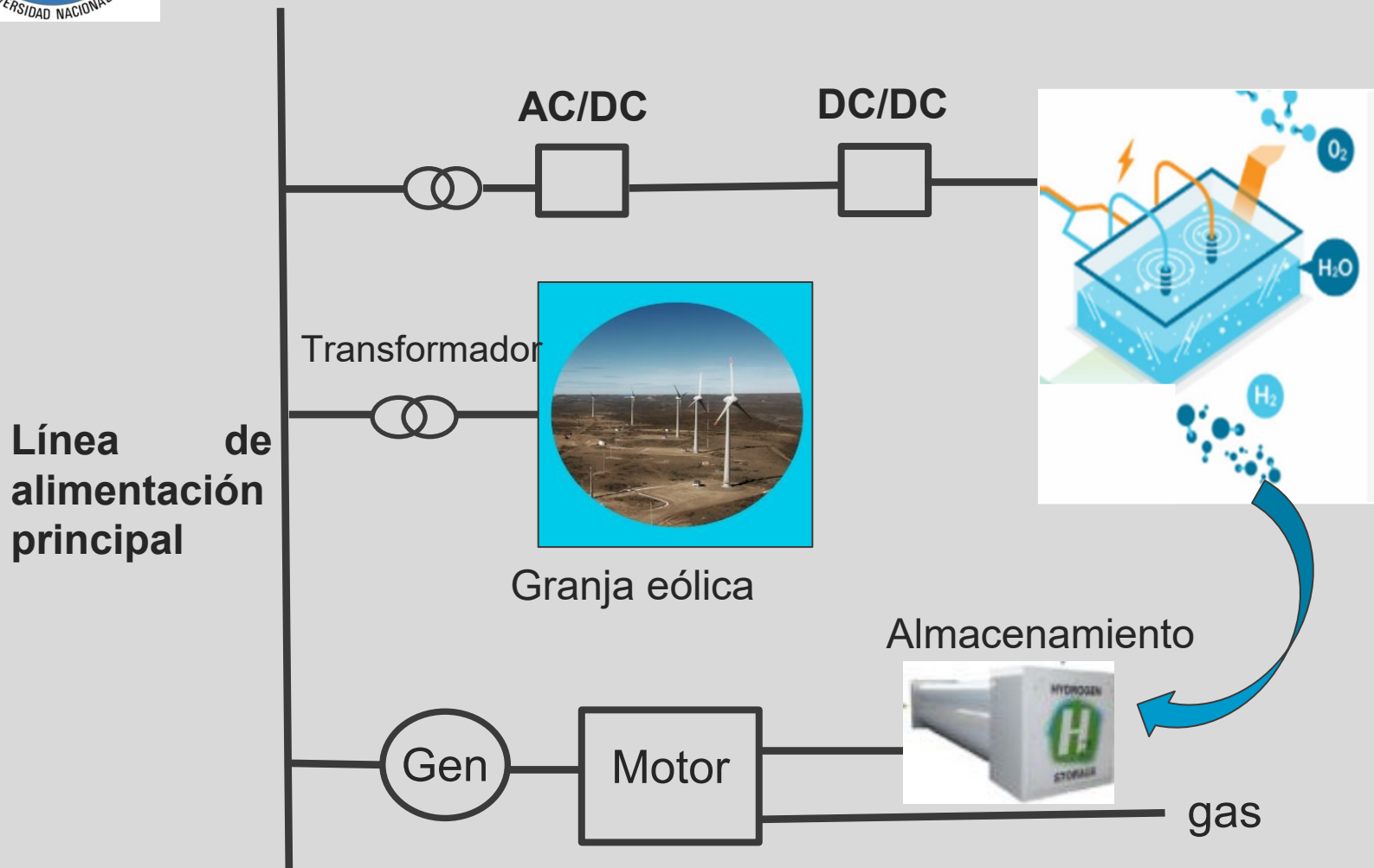


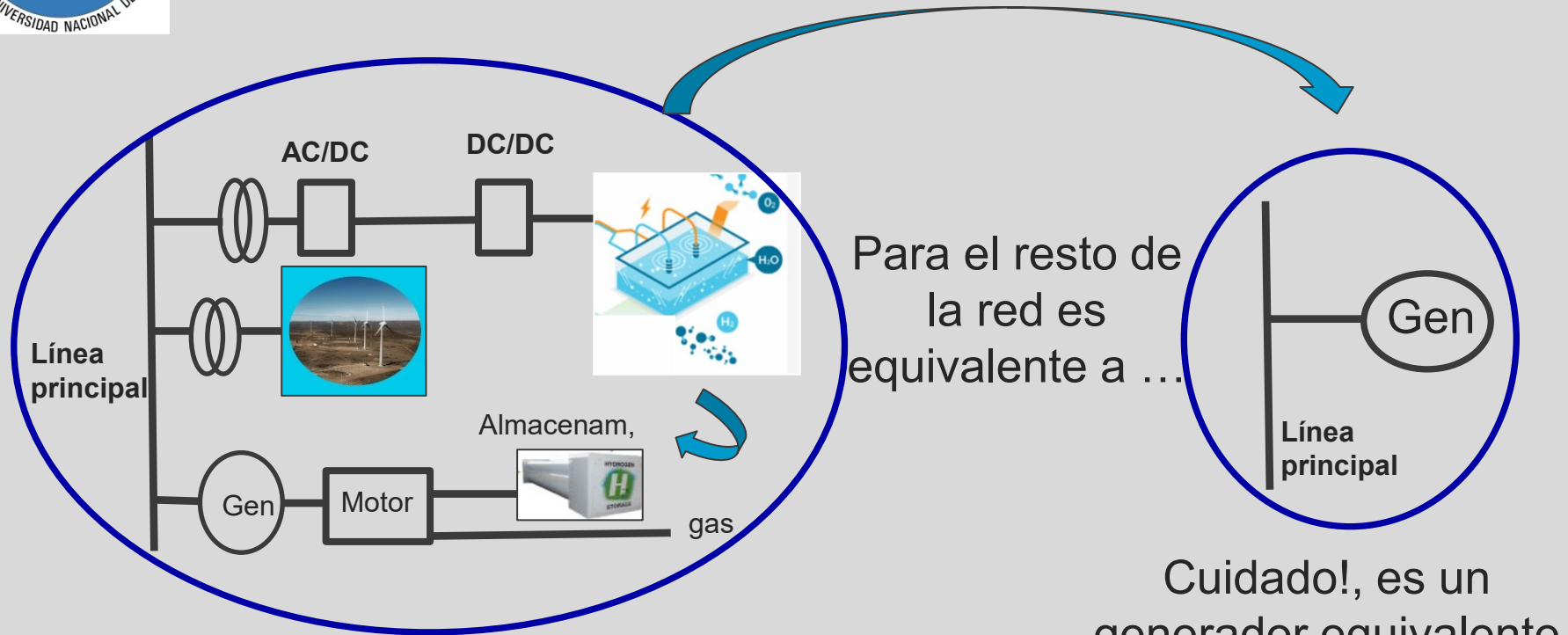
Electrolizador como carga inteligente. Modelado en una micro red



Dr. Ing. Roberto Daniel Fernández
Depto. de Electrónica – Depto. Ing. Química
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de la Patagonia
San Juan Bosco

Electrolizador como carga inteligente





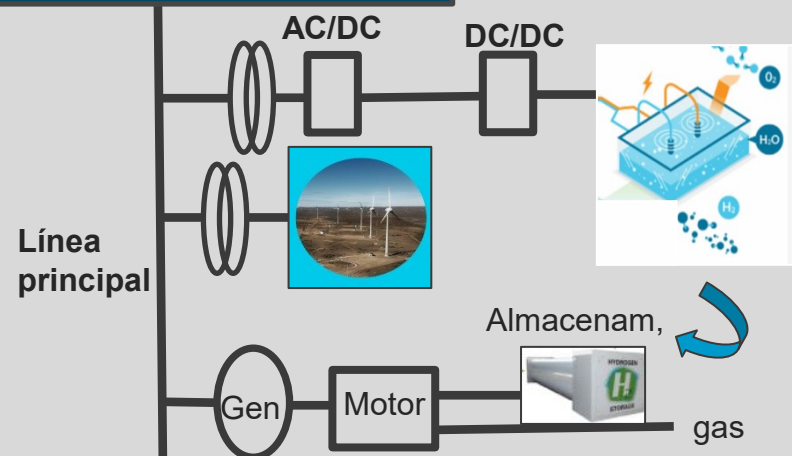
Sabemos que el viento es variable...
calidad de energía!!!

Cuidado!, es un
generador equivalente
"particular"

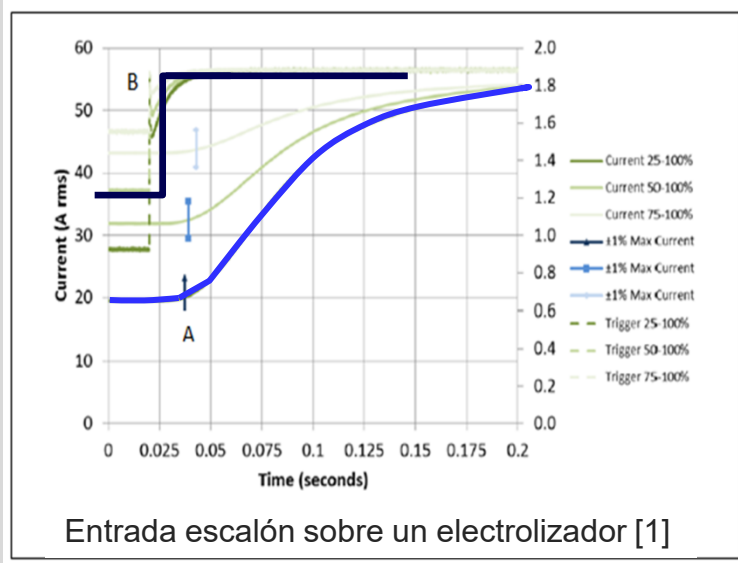
Puede, el generador equivalente, evitar
que la potencia hacia la red sea tan
variable como el viento?

Electrolizador como carga inteligente

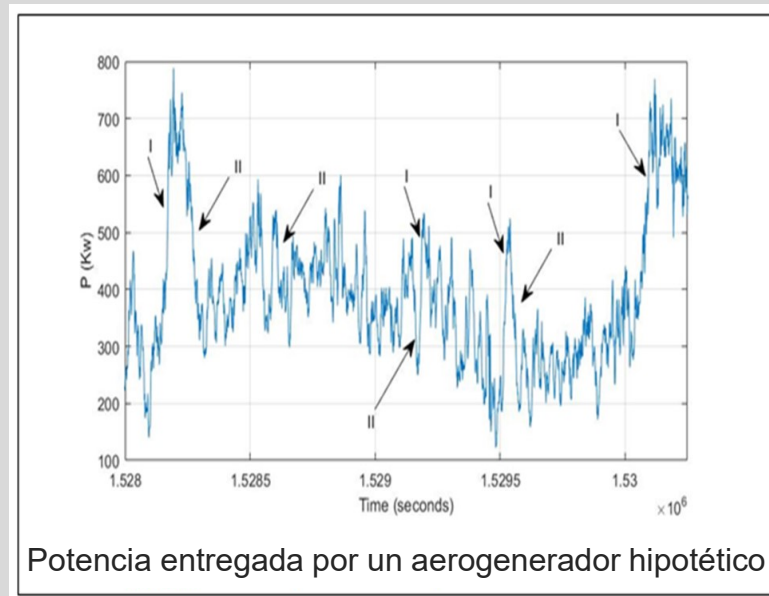
Redes inteligentes, cargas inteligentes
 Cuáles son las constantes de tiempo involucradas?



Respuesta al escalón del electrolizador

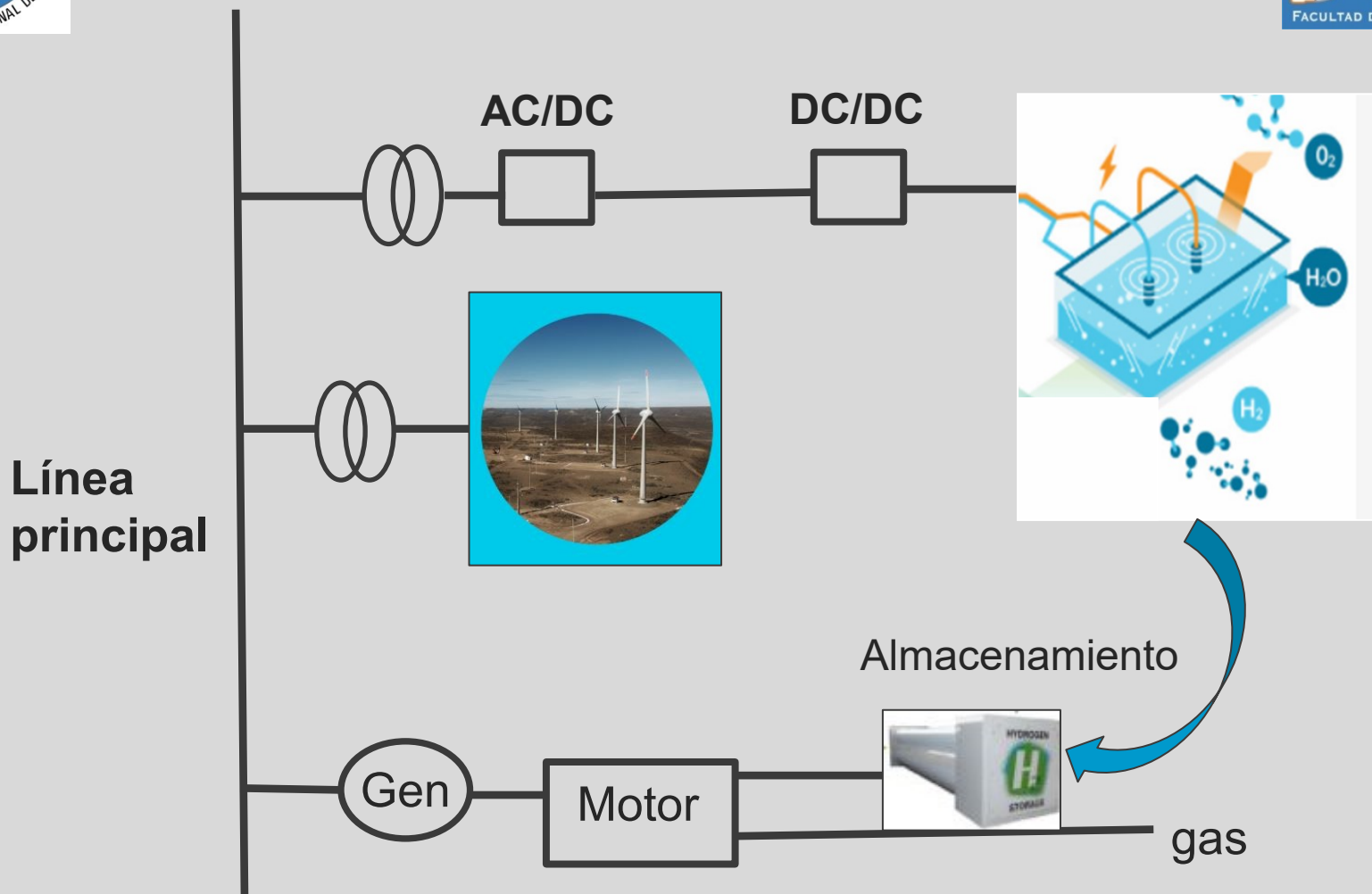


Variabilidad del viento

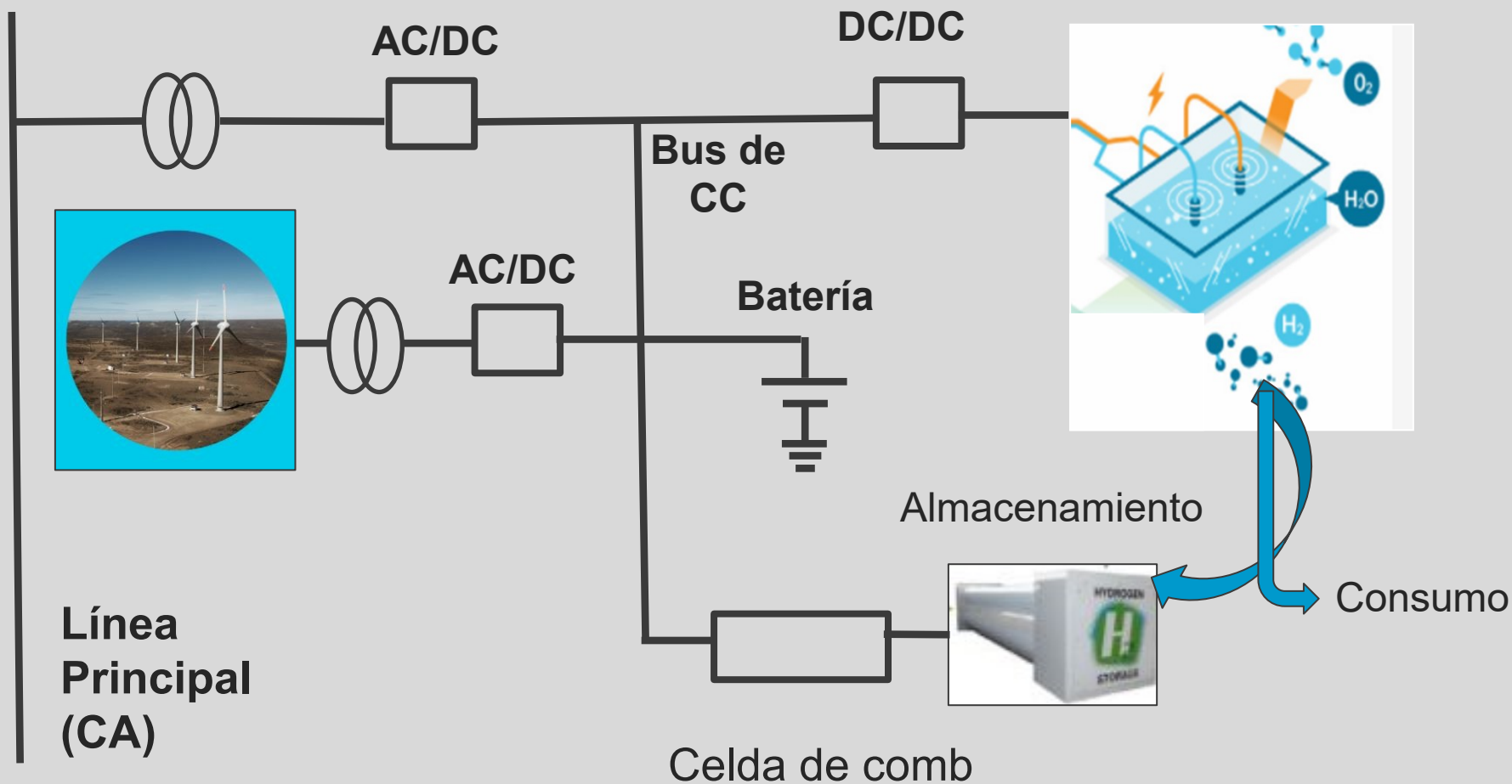


[1] Eichman, J; Harrison, K. and Peters, M. "Novel Electrolyzer Applications: Providing More than just Hydrogen". NREL/TP-5400-61758. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 2014.

Modelado de un electrolizador en una micro red (con Leandro Martínez)



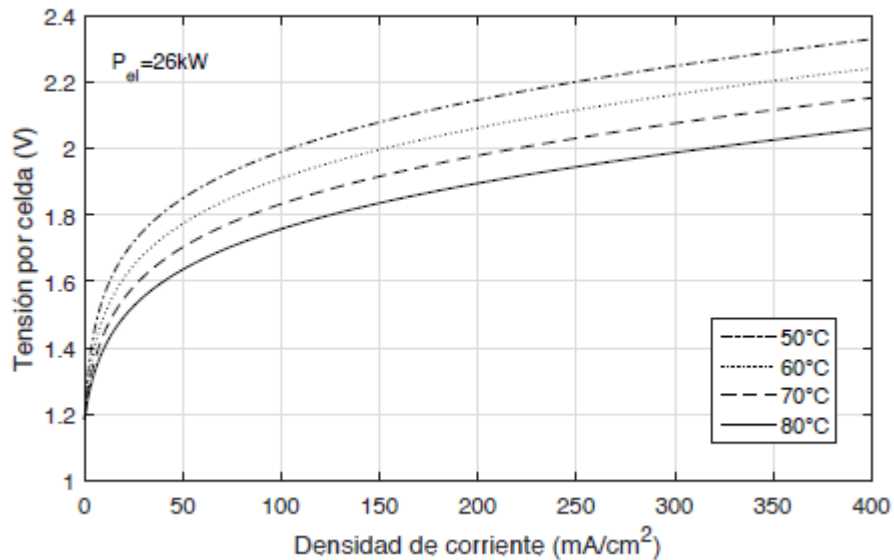
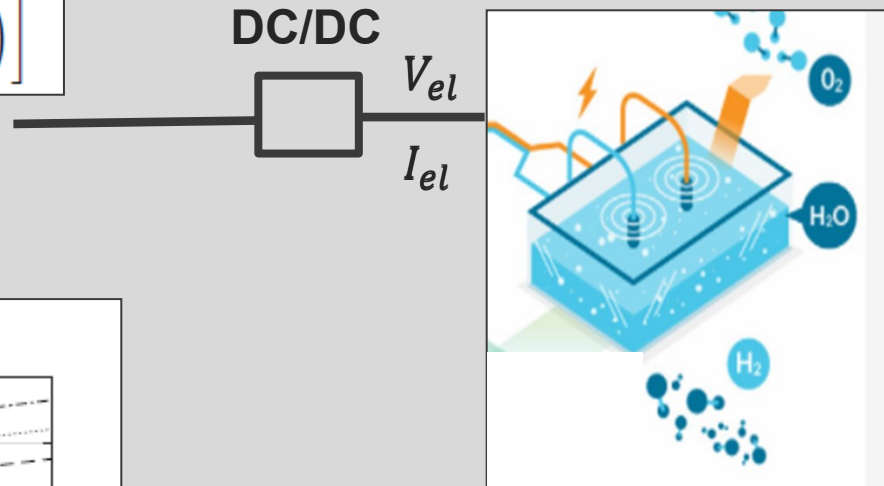
Modelado de un electrolizador en una micro red (con Leandro Martínez)



Modelado de un electrolizador en una micro red (con L.M.)

$$V_{el} = N_c \left[V_{rev} + \frac{r(T)}{A} I_{el} + s(T) \log \left(\frac{t(T)}{A} I_{el} + 1 \right) \right]$$

$$V_{el} = V_{rev1} + \alpha I_{el} + \beta \log(\mu I_{el} + 1)$$

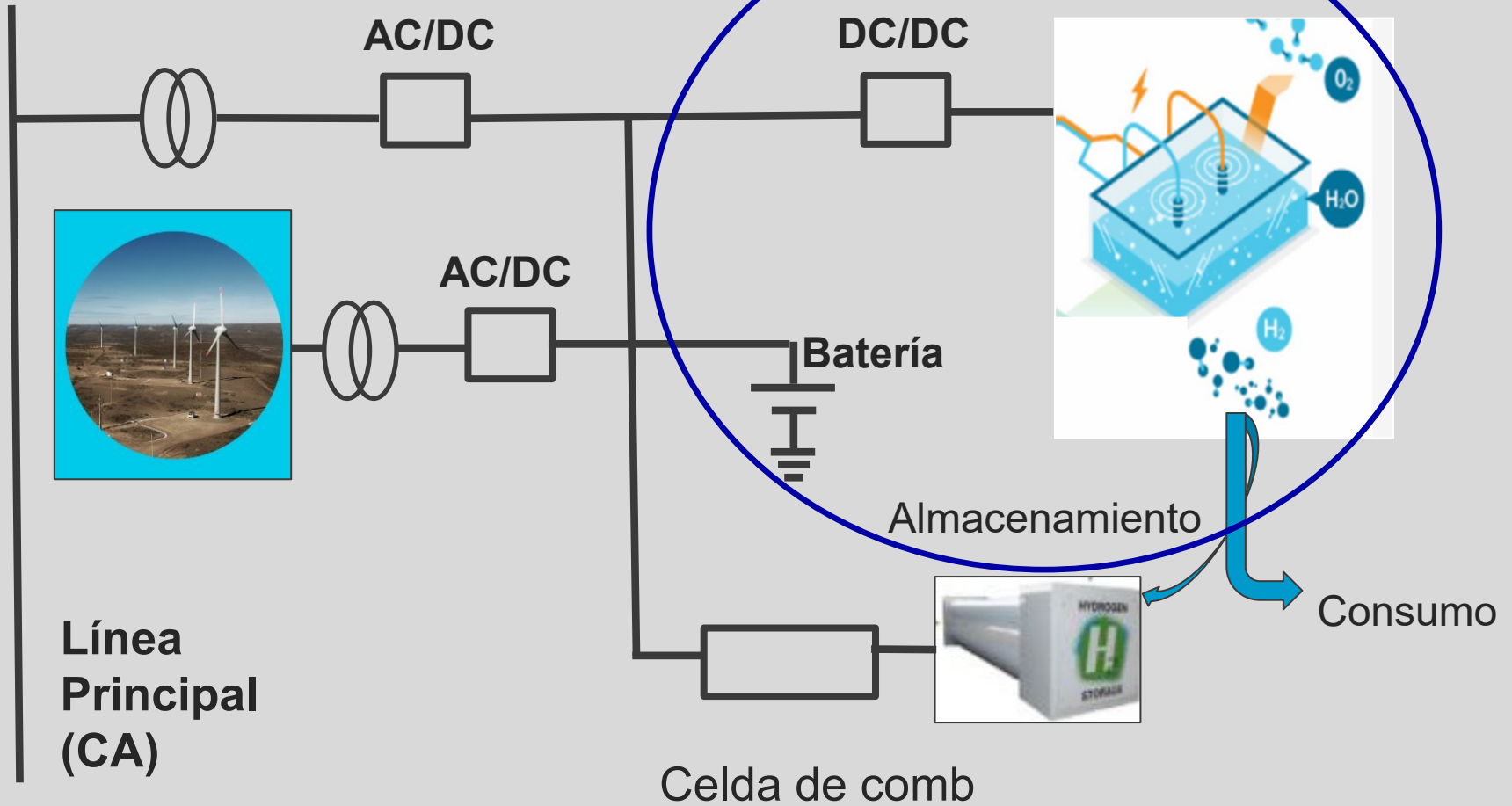


$$\dot{n}_{H_2} = \eta_f \frac{N_c I_{el}}{zF}$$

$$\eta_f = \frac{(I_{el}/A)^2}{f_1(T) + (I_{el}/A)^2} f_2(T)$$

$$\dot{n}_{H_2} = \rho I_{el}$$

Equivalente eléctrico



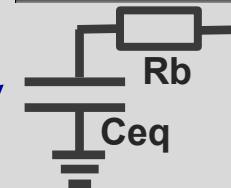


Modelado de una micro red (con L.M.)

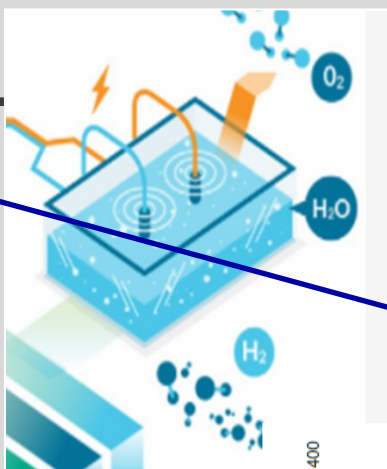
$$V_{bat} = E_o - \frac{K}{SOC} + Ae^{-B \int I_{bat} dt} - I_{bat}R_b$$

$$SOC = 1 - \frac{\int I_{bat} dt}{Q}$$

Capacitor equivalente

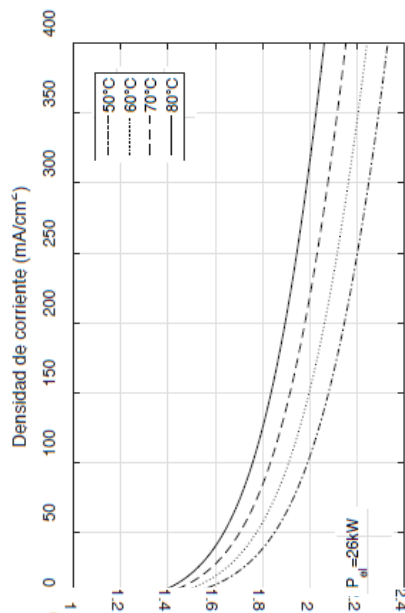
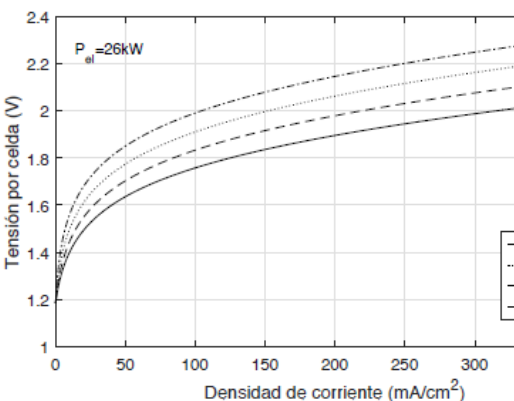
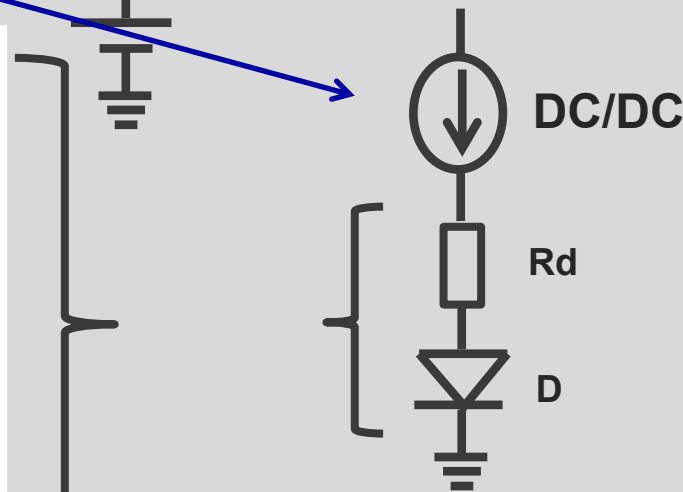


DC/DC



$$V_{int_bat} \rightarrow C_{eq} \frac{dV_{int_bat}}{dt} = I_{bat}$$

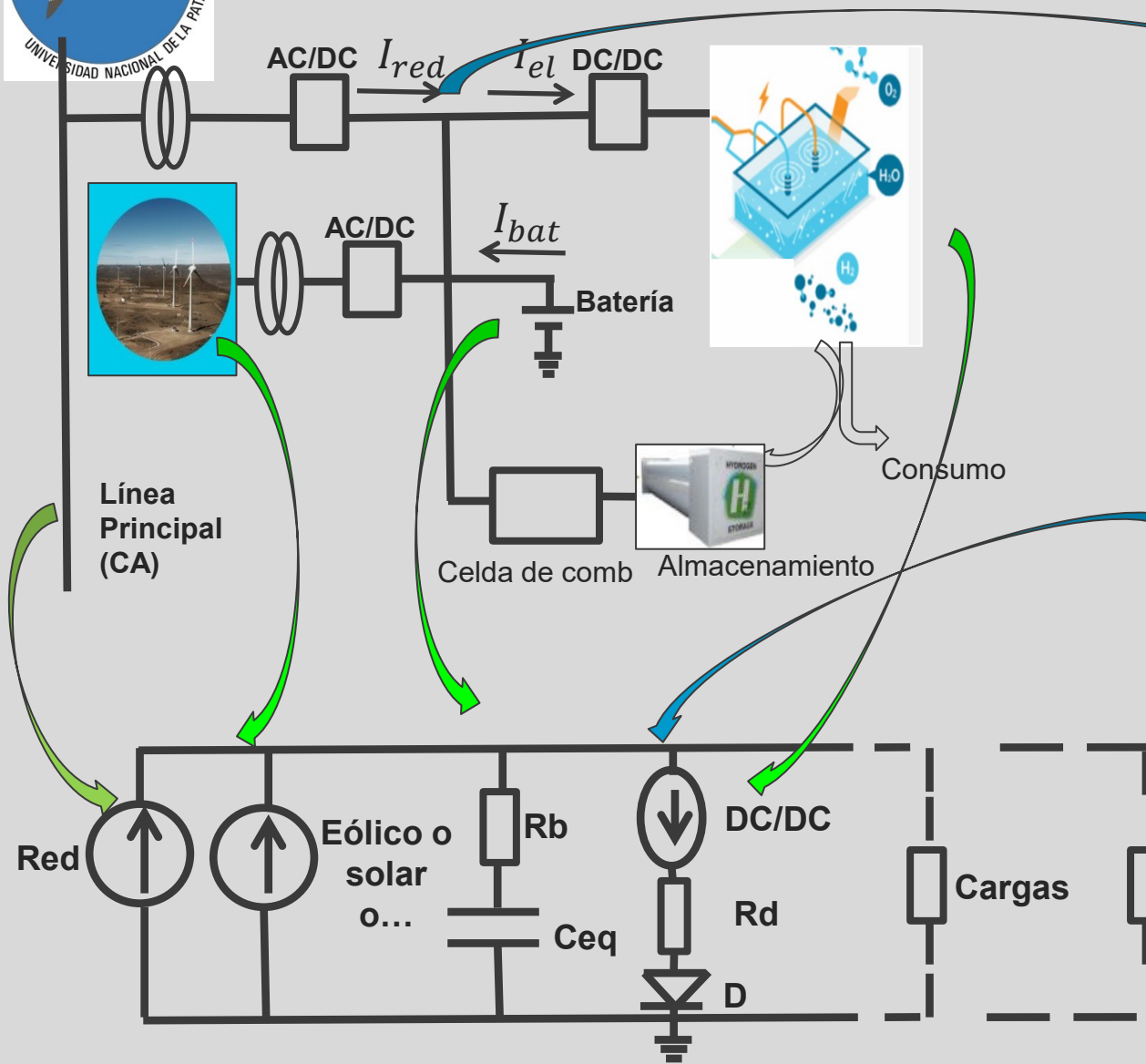
Batería



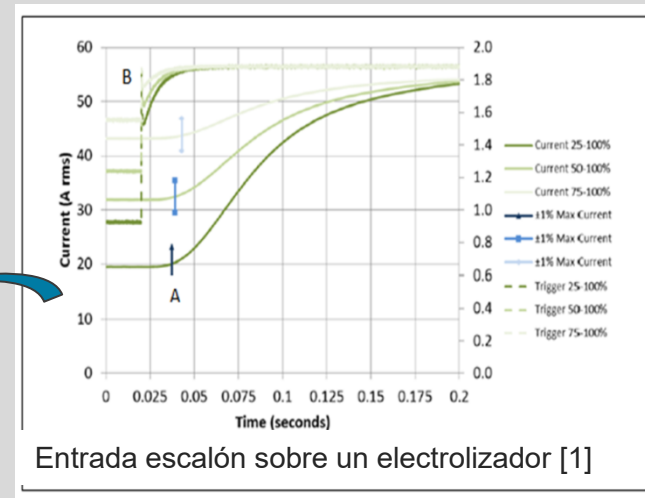
Tensión (V)

Tensión (V)

Modelado en una micro red (con L.M.)

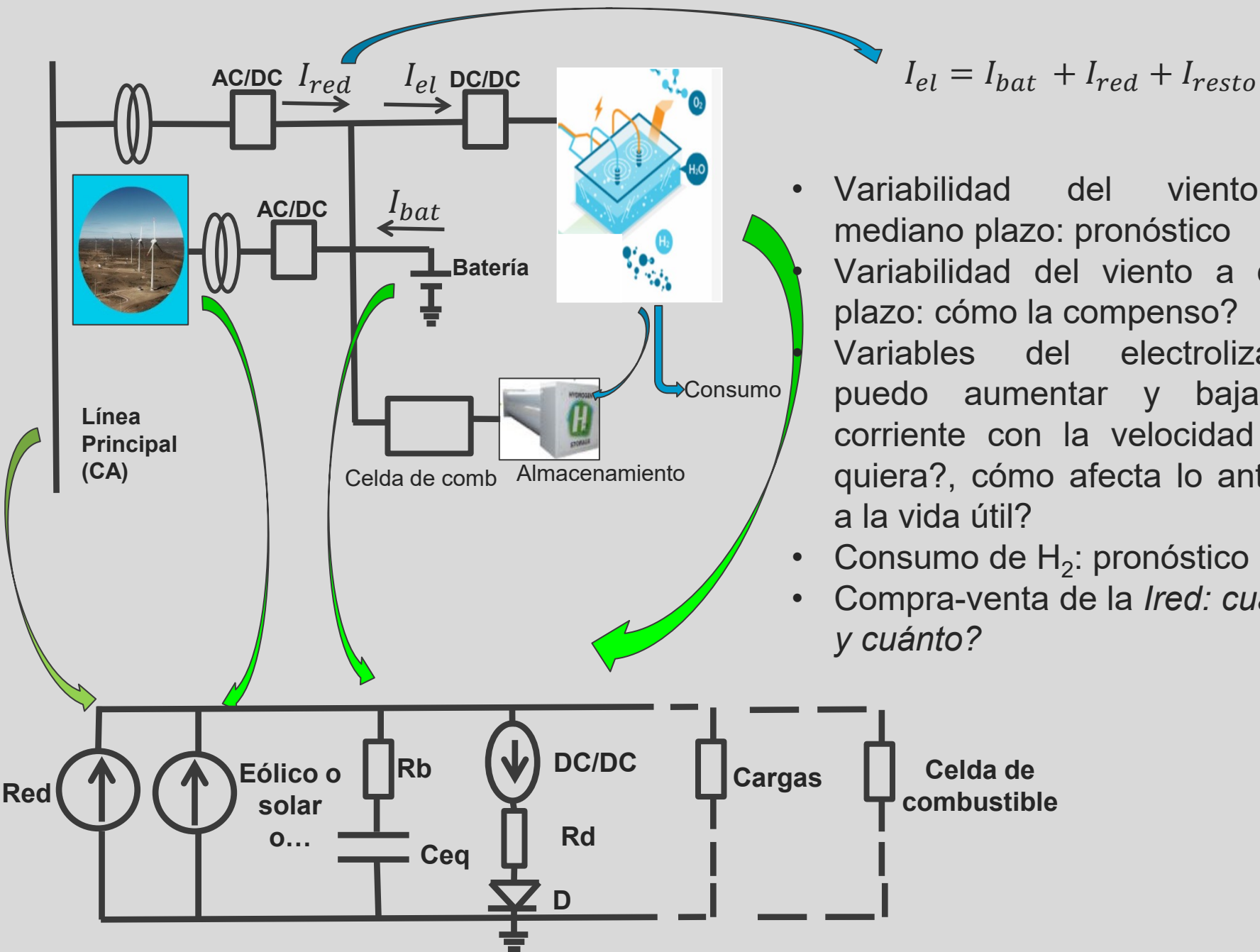


$$I_{el} = I_{bat} + I_{red} + I_{resto}$$



Es un diodo que produce hidrógeno?





- Variabilidad del viento a mediano plazo: pronóstico
- Variabilidad del viento a corto plazo: cómo la compenso?
- Variables del electrolizador: puedo aumentar y bajar la corriente con la velocidad que quiera?, cómo afecta lo anterior a la vida útil?
- Consumo de H₂: pronóstico
- Compra-venta de la *I_{red}*: cuándo y cuánto?



Electrolizador como carga inteligente. Modelado en una micro red



- Es posible compensar la variabilidad no solamente de la energía eólica sino del sistema en general, mediante el uso de electrolizadores como cargas inteligentes.
- Si el tamaño de los electrolizadores no es suficiente, pueden utilizarse otros elementos de la red, motores de combustión interna, celdas de combustible, etc. (Control cooperativo)
- Desde el punto de vista del electrolizador, a) “respuesta a la demanda”; b) más hidrógeno a menor precio de la energía; c) controlar la potencia reactiva para ayudar con el control de tensión; d) salir o entrar en modo de isla.
- Una red inteligente posee múltiples objetivos e impone:
 - a) una estrategia general y
 - b) técnicas de control que aseguren la estabilidad de la red frente a
 - I) fuertes perturbaciones en el sistema, II) restricciones en las variables, III) minimización de costos, etc.

Electrolizador como carga inteligente. Modelado en una micro red



Dr. Ing. Roberto Daniel Fernández
Depto. de Electrónica – Depto. Ing. Química
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de la Patagonia
San Juan Bosco