

THE NETWORK CO.

Estrategia Hidrógeno Verde

Nov. 2020

Agenda

- **Introducción: Videos**
- **Resumen Ejecutivo**
- **Aplicaciones del H2 en general**
- **El poder del H2 Verde**
- **Cronograma del H2 Verde: es ahora**
- **Costo del H2 Verde: evolución esperada**
- **Algunos países con hoja de ruta de H2 Verde**
- **Rutas globales de transporte de H2 Verde**
- **Seis claves para producir H2 Verde en escala**
- **Estrategia del H2 Verde**
- **Proyectos Piloto**
 - **Transporte**
 - **Exportación de Amoníaco**
- **Bonus track**

Introducción: Videos

Desarrollo Hidrógeno Verde en ENGIE

<https://www.youtube.com/watch?v=-l7ciFuXiGc>

Hidrógeno Verde

<https://www.youtube.com/watch?v=P07sG-PNA6I>

Resumen Ejecutivo

- El H2 Verde es un vector energético/ combustible que se puede producir a partir de agua y de energía eléctrica renovable. Sus aplicaciones son: **Transporte, Industria, Edificación, etc.**
- Existen tres factores que aceleran la llegada del H2 Verde: **Cuidado del medio ambiente, Reducción en los costos de las tecnologías, y Estrategias gubernamentales de países centrales.**
- El Salvador tiene muy buen potencial de energías renovables que le permitirían ser líder regional en H2 Verde. Además, sus conexiones globales **le permitirán ser un exportador de H2 Verde y sus combustibles derivados: amoníaco, metanol, etc.**
- Detalle **Proyecto Piloto/ Transporte**
- Detalle **Proyecto Piloto/ Exportación de Amoníaco**

Aplicaciones del H2 en general

Hoy: materia prima

Refinación



Químicos



70 Mton anuales

Nuevos: energía + materia prima



Transporte

Tren, buses, ferry, camiones, barcos.



Calor y potencia para edificios



Calor y potencia para industria



Materia prima para industria

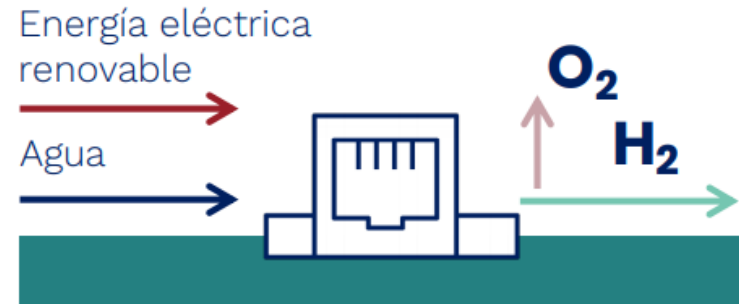
Amoniaco, metanol, acero.

¿X.000? Mton anuales

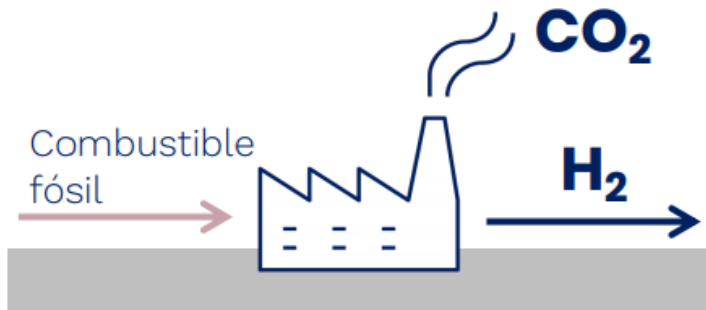
Fuente: Ministerio de Energía, República de Chile

El poder del H2 Verde

Es la evolución de un gas industrial utilizado ampliamente hace cientos de años: el hidrógeno elemental (H_2). Hoy se produce con eficiencias y escalas cada vez mayores a partir del agua. Esta se separa en sus componentes, hidrógeno y oxígeno, utilizando energía eléctrica renovable.



Hidrógeno Verde

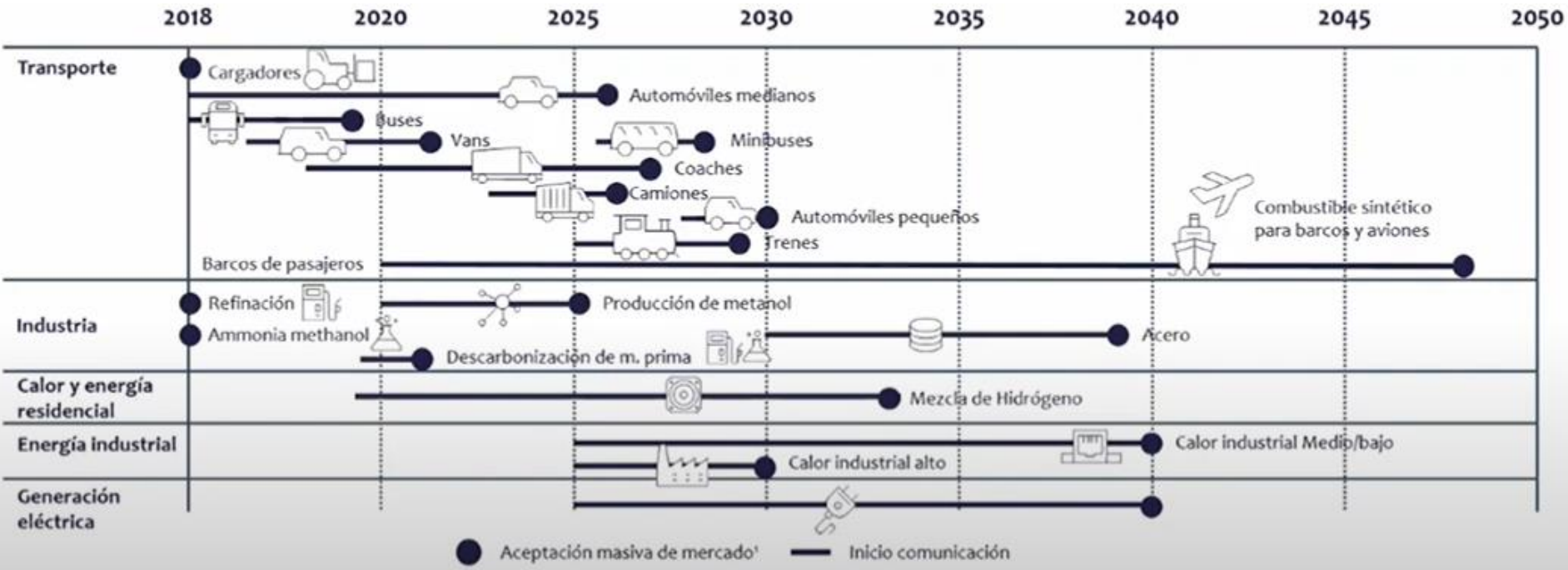


Hidrógeno Gris

Históricamente, se ha producido a partir de los combustibles fósiles en procesos que emiten gases de efecto invernadero. Se ha usado mayormente en industrias químicas y en refinación del petróleo.

Fuente: McKinsey/ Ministerio de Energía, República de Chile

Cronograma del H2 Verde: es ahora



Fuente: McKinsey/ Ministerio de Energía, República de Chile

Costo del H2 Verde: evolución esperada

El costo del hidrógeno verde puede caer 2/3 al 2030, por reducción en capex

Reducción de costos para H₂ con electrólisis conectada directo a planta solar o eólica en Chile

(Fuente: McKinsey & Co)



CAPEX decrece 76% para electrolizadores, por escalamiento, curva de aprendizaje y mejoras técnicas.

Se incrementa tamaño eficiente de 2 MW a 80-90 MW.

Factor de planta de 28% para generación.

Mejora de **eficiencia** de 64% a 70% en 2030 resulta en menor consumo eléctrico y menor capacidad requerida.

Costos de **O&M** se reducen siguiendo costos de equipamiento y aprendizaje para operar.






Costo de la **energía solar FV** cae de 31 a 19 USD/MWh asume conexión directa a producción de H₂. Sin costo transmisión.

Fuente: McKinsey/ Ministerio de Energía, República de Chile

Algunos países con hoja de ruta de H2 Verde

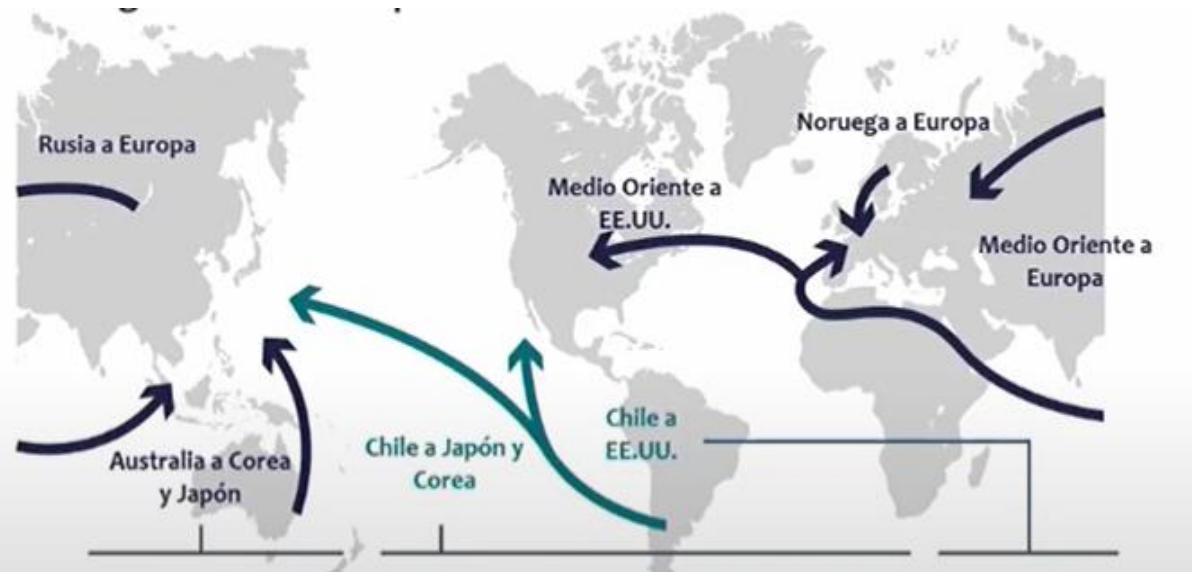


18 países (70% del PIB global) han establecido hojas de ruta

 Países Bajos	2025: 0.5 GW de electrólisis. 2030: 3 – 4 GW de electrólisis.
 Alemania	2021: 100 estaciones de carga vehicular de H2. 2025: 0.5 GW de electrólisis. 2030: 5 GW de electrólisis.
 Corea	2050: <ul style="list-style-type: none">• 20% demanda anual satisfecha por hidrógeno de electrólisis.• 600.000 trabajos en producción, distribución y aplicación de H2.• 58.000 millones US\$ en ventas de hidrógenos y equipos.
 Japón	2025: 320 estaciones de hidrógeno. 2030: 15-30 GW capacidad de hidrógeno. 800.000 vehículos con celdas de combustible, 1.200 buses con celdas de combustible y 10.000 grúas elevadoras.
 Portugal	2030: múltiples indicadores tal como % consumo final de energía, capacidad instalada, inversiones, estaciones de abastecimiento.

Fuente: McKinsey/ Ministerio de Energía, República de Chile

Rutas globales de transporte de H2 Verde



LH2		Para distribución Requiere desarrollo tecnológico
CH3		Distancias medias Uso de infraestructura existente
NH3		Para usos finales de amoníaco Uso de infraestructura existente
LOHC		Une hidrógeno con líquidos Requiere uso adicional de energía
LNG CO2		H2 reformado en país de destino CO2 retorna vía shipping

Fuente: McKinsey/ Ministerio de Energía, República de Chile

Seis claves para producir H2 Verde en escala



Fuente: McKinsey/ Ministerio de Energía, República de Chile

THE NETWORK CO.

Estrategia de H2 Verde



Transferencia de conocimiento e innovación



Fomento a la producción, uso y exportación



Regulación y normativa



Desarrollo social y territorial

Fuente: McKinsey/ Ministerio de Energía, República de Chile

THE NETWORK CO.

Proyectos Piloto/ Transporte

- **Determinar consumo potencial diario H2 Verde del off-taker**
- **Diseñar planta de generación eléctrica renovable y/o PPA Verde**
- **Dimensionar y cotizar electrolizer y estación hidrolinera**
- **Determinar LCOE y LCOH**
- **Cotizar camiones/ buses/ montacargas**
- **Evaluar factibilidad financiera del proyecto**
- **Gestionar apoyo económico y técnico de organismos internacionales (cooperación, multilaterales, etc.)**

Proyectos Piloto/ Transporte

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized



**GREEN HYDROGEN IN
DEVELOPING COUNTRIES**

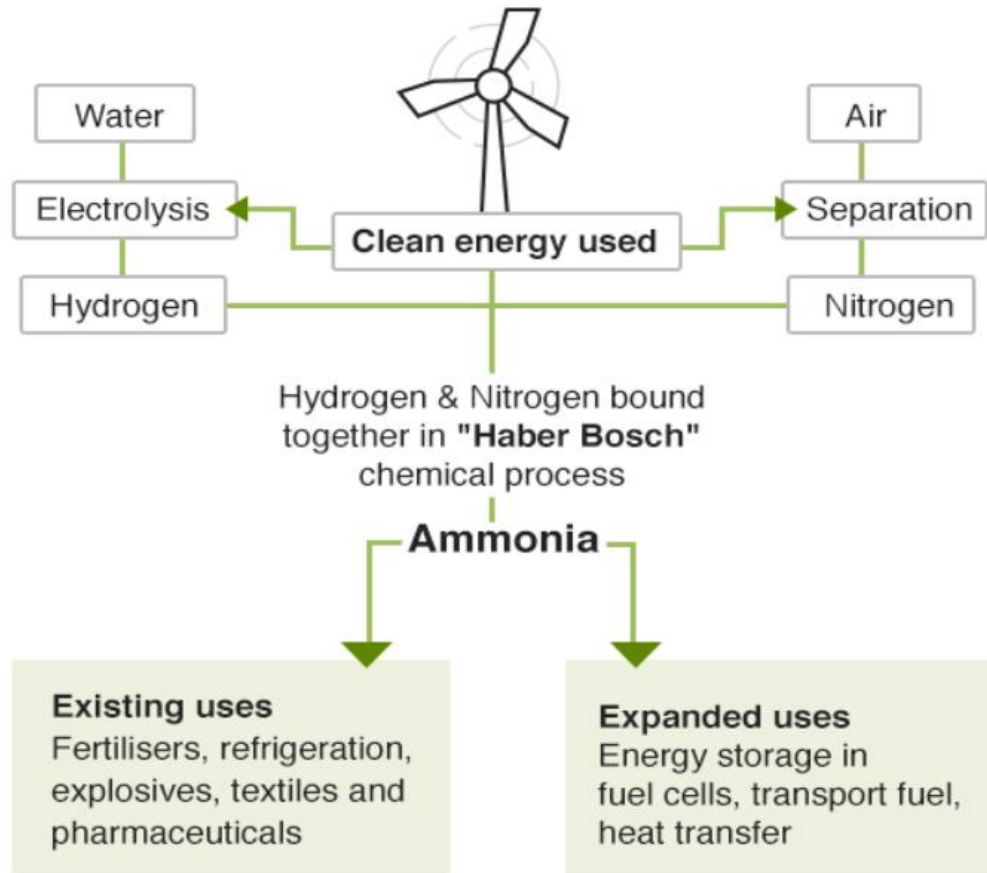
THE NETWORK CO.

Proyectos Piloto/ Exportación Amoníaco

- Determinar volúmenes de compra del off-taker
- Ubicar terreno adecuado en zona portuaria para: a) planta de generación eléctrica renovable y/o PPA Verde, b) planta de producción de H₂, y c) planta de producción de NH₃
- Dimensionar y diseñar las tres plantas citadas
- Seleccionar tecnología adecuada para los diferentes procesos
- Determinar LCOE, LCOH, y LCONH₃
- Cotizar transporte marítimo a destino
- Evaluar factibilidad financiera del proyecto
- Gestionar apoyo económico y técnico de organismos internacionales (cooperación, multilaterales, etc.)

Proyectos Piloto/ Exportación Amoníaco

How green ammonia is made



Fuente: Technology/ Royal Society - UK

Proyectos Piloto/ Exportación Amoníaco



EIDEVIK AS

Viking Energy will be engineered to run on ammonia and liquefied natural gas

Fuente: Technology/ Royal Society - UK

THE NETWORK CO.

Bonus track...

H2 Production Cost Calculator	2 MW at \$1,100/kW	
	Yellow cells = inputs	
CAPEX Electrolyzer	\$2,200,000	
MW Installed	2	MW
Electricity	\$ 0.054	per kWh
Project Term	20	yrs
Discount Rate	8%	
Capacity Factor	25%	
H2 production per hour	37.6	Kg/hr
Operating hours per year	2,190	hrs
Electrolyzer efficiency	58.5	kWhr/Kg
O&M per year	1.0%	CAPEX
Annual Production	82,344	Kg
Total Lifetime Production	1,646,880	Kg
Levelized CAPEX	\$ 2.721	per Kg
Levelized OPEX	\$ 0.022	per Kg
Electricity	\$ 3.157	per Kg
Total Cost Fuel /H2 Verde	\$ 5.900	per Kg

Glns Diesel per Kg H2	2	Well to Wheel
-----------------------	---	---------------

Total Cost Fuel / Diesel	\$ 2.95	per Gln
---------------------------------	----------------	----------------

Table BES.1.1: Specific energy and energy density comparison of commonly used fuels

FUEL	SPECIFIC ENERGY (MJ/kg) (1kWh = 3.6 MJ)	ENERGY DENSITY (MJ/L)
Hydrogen	142.0	0.01 (1 atm); 7.10 (1,000 bar); 10.00 (liquid)
Methanol	20.0	15.90
Ammonia	22.5	15.60
Gasoline	47.1	35.00
Diesel	42.8	40.40
Heavy fuel oil	42.4	40.70
Biodiesel	42.2	33.00
Natural gas	50.0	0.04
LNG	50.0	22.20

Source: World Bank compilation of higher heating values obtained from multiple sources.
 Note: atm = atmospheres; kg = kilogram; kWh = kilowatt-hour; L = liter; LNG = liquefied natural gas; MJ = megajoule.

Bonus track

Kittybrewster, Aberdeen: Europe's largest hydrogen bus refuelling station

<https://www.youtube.com/watch?v=i3RdlPbrz9g>

Hydrogen Fuel Cell Electric Kenworth T680

<https://www.youtube.com/watch?v=4hLw38rYsZY>

The “Tesla Killer” Is Here - American-Made "Blue Gas" Has Elon Musk Furious!

<https://secure.outsiderclub.com/o/web/290525>

6 Hydrogen Stocks To Buy For The Next Generation Of Travel

<https://investorplace.com/2020/11/6-hydrogen-stocks-to-buy-for-the-next-generation-of-travel/>

THE NETWORK CO.

The Network Company is committed to maintaining the highest quality work standards as well as the strictest ethical principles.