



El potencial de la producción y uso del hidrógeno

Descarbonización de la matriz eléctrica chilena | 01.02.2022 | ACR Guatemala

Contenido

1. Contexto.
2. Definición y uso actual.
3. Cadena de valor del hidrógeno: producción, almacenamiento y transporte.
4. Aplicaciones.
5. Costos y grandes números.

Contexto

Desde 2014, GIZ generando conciencia sobre H2 verde en Chile (1/4)



En 2020 focalizado en proyectos específicos y marco regulatorio (2/4)



05/2020 – 09/2020

Identificación de opciones de financiamiento climático para proyectos de H2



02.06.2020

Diálogo bilateral de H2 en el marco de la EP

25.06.2020

Workshop técnicos sobre H2 (8 workshops en 2020 con 1.480 part/ 3.350 vistas únicas)



06/2020 - 08/2020

Posicionamiento de Chile en el "Call for Projects" (6 esquemas de proyectos y propuestas de apoyo elaborados para el BMWI)

07/2020 - 10/2020

Análisis de los aspectos ambientales para proyectos de H2



07/2020 - 03/2021

Elaboración de la normativa de hidrógeno en Chile

07/2020 – 09/2020

Análisis de la creación potencial de empleos y empresas – escenario NDC (22k/ 2030; 87k/2040 y 94k/2050)



07/2020

Inicio de la mesa redonda para la elaboración de la compensación del impuesto sobre el CO2

08/2020

Análisis de la infraestructura y la logística necesarias para la exportación de H2



09/2020

Call-for-proposals para apoyo técnico (21 propuestas presentadas y 6 proyectos seleccionados)

GIZ y el Desarrollo del H2 verde /PtX en Chile (3/4)



11/2020

Lanzamiento de la primera plataforma de hidrógeno verde en Latinoamérica y el Caribe

12/2020 - 03/2021

Análisis del potencial de empleo de los proyectos H2 no relacionados con NDC (325.000 nuevos puestos de trabajo hasta 2050)

11/2020 – 10/2021

Asistencia técnica para proyectos de hidrógeno seleccionados en Chile (estudios de factibilidad, asesoría, etc.)

02/2021 – 01/2022

Análisis de los requisitos para la certificación de proyectos H2 verdes

04/2021 - actualidad

Desarrollo de Sistema MRV para calcular reducción de emisiones de CO2 debido a proyectos de H2 verde.

3. and 4. 11.2020

3ra Conferencia Internacional de hidrógeno verde en Chile: "Green H2 Summit" (5700 participantes)

11/20 – 6/21

Análisis del estado de la técnica "Carbon Capture" y la utilización de potenciales en Chile

01/2021 - actualidad

H2-Newsletter
Noticias locales e internacionales (2/mes)
>2.000 personas registradas

04/2021 - actualidad

Sensibilización e información sobre H2 verde a actores locales y regionales



Actividades de GIZ en H2 verde /PtX en Chile (4/4)



06/21 - actualidad
Sensibilización y capacitación en H2 verde para el sector financiero



06/21 - actualidad
Trazabilidad de producción de ERNC para la elaboración de H2 verde



03/21 – 11/21
Análisis combustión dual hidrógeno – diésel, genset.



07/21 – 11/21
Financiamiento climático (Art. 6) para uso H2 en acero, cemento y transporte en minería

05/21 – 08/21
Análisis para la regulación del transporte de H2 en Chile

08/20 – 09/21
„Blending“: Posibilidades y desafíos para la inyección de H2 en las redes de gas

05/21 - 09/21
Reconversión de centrales termoeléctricas con H2 y otras soluciones

07/21 - actualidad
Cogeneración para producción de H2 en la industria de la celulosa

09/21 - actualidad
Suministro sustentable de energía (H2) para estación Julio Escudero en Antártica Chilena

Desde 2014 una exitosa cooperación en H2 verde en Chile



Estudio de análisis de dos sistemas tecnológicos de reconversión de las termoeléctricas y su integración al Sistema Eléctrico Nacional



Definición y uso actual

Qué es el hidrógeno

Descripción básica

- **Elemento más ligero y más abundante del UNIVERSO**
- 75% de la masa
- 90% de sus átomos
- 80% combinado en forma de agua.

Propiedades Generales

- Inflamable
- No irritante, no tóxico, asfixiante
- No corrosivo
- Gas más liviano de todos

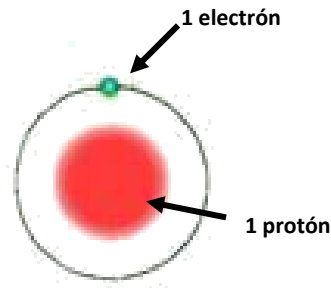
Comparativa energética de masa

- **1 kg hidrógeno tiene casi 3 veces la energía** contenida en 1 kg de gasolina (1 kg de H_2 = 2,78 kg de gasolina)

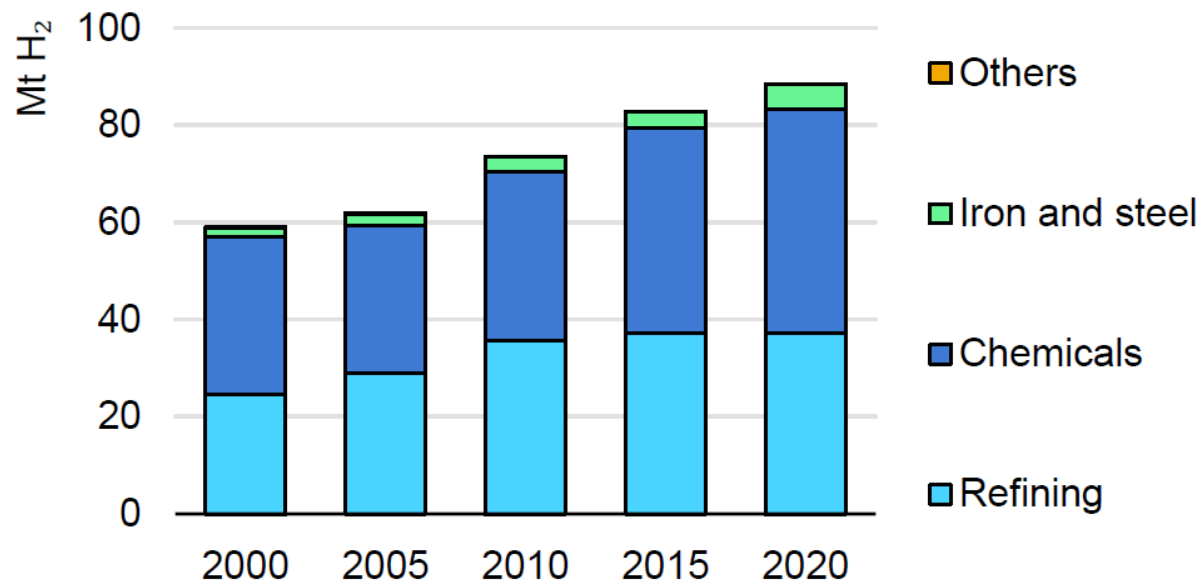
Comparativa energética de volumen

- **1 Nm³ de H_2 = 0,34 L de gasolina**

Átomo
Hidrógeno

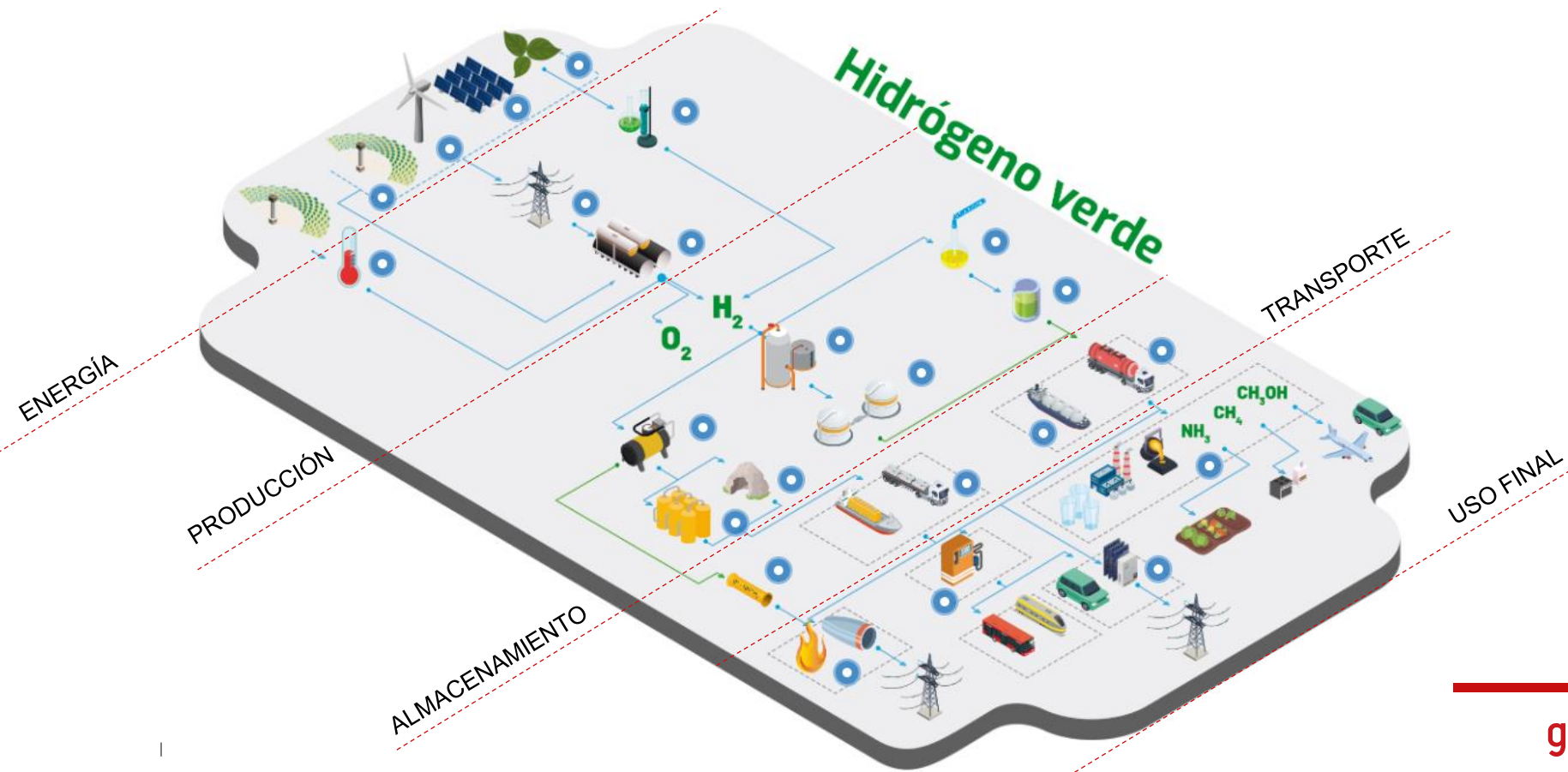


Uso actual del hidrógeno

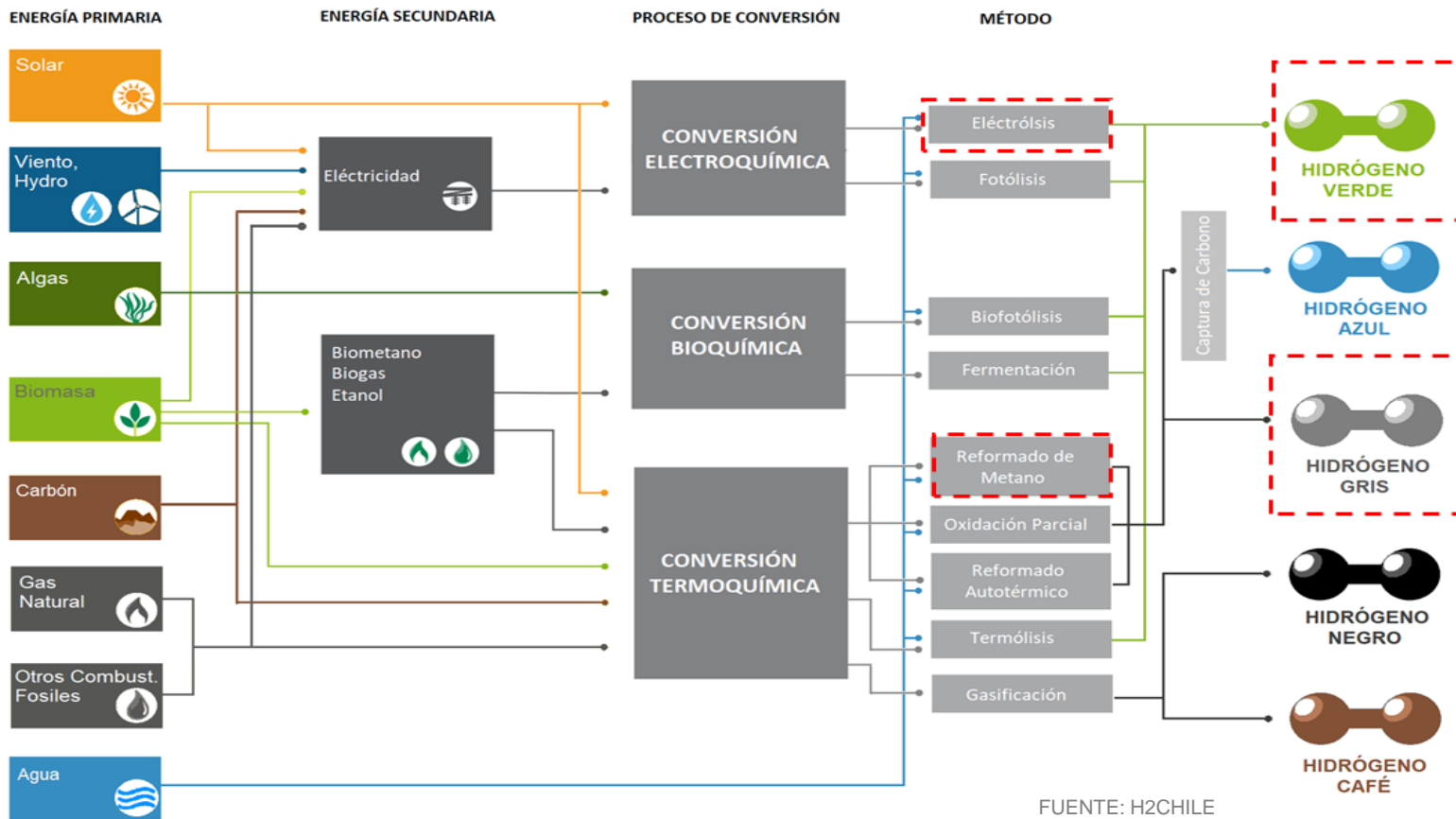


FUENTE: IEA, Global Hydrogen Review, 2021.

Cadena de valor



Rutas para la producción de hidrógeno



FUENTE: H2CHILE

Cadena de valor del hidrógeno: Producción, almacenamiento y transporte.

Electrolizadores (alcalino, AEM, PEM)



FUENTE: SIEMENS

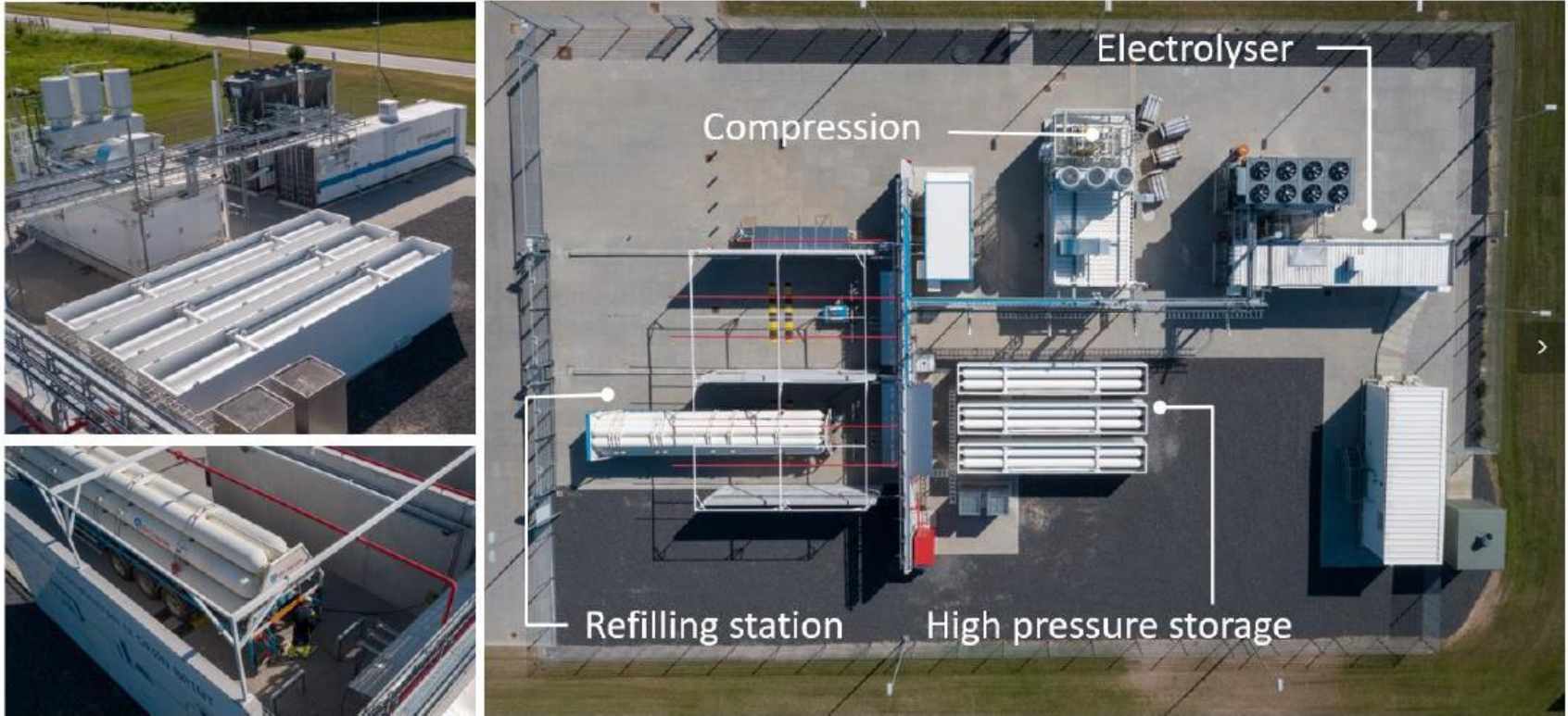


FUENTE: SIEMENS



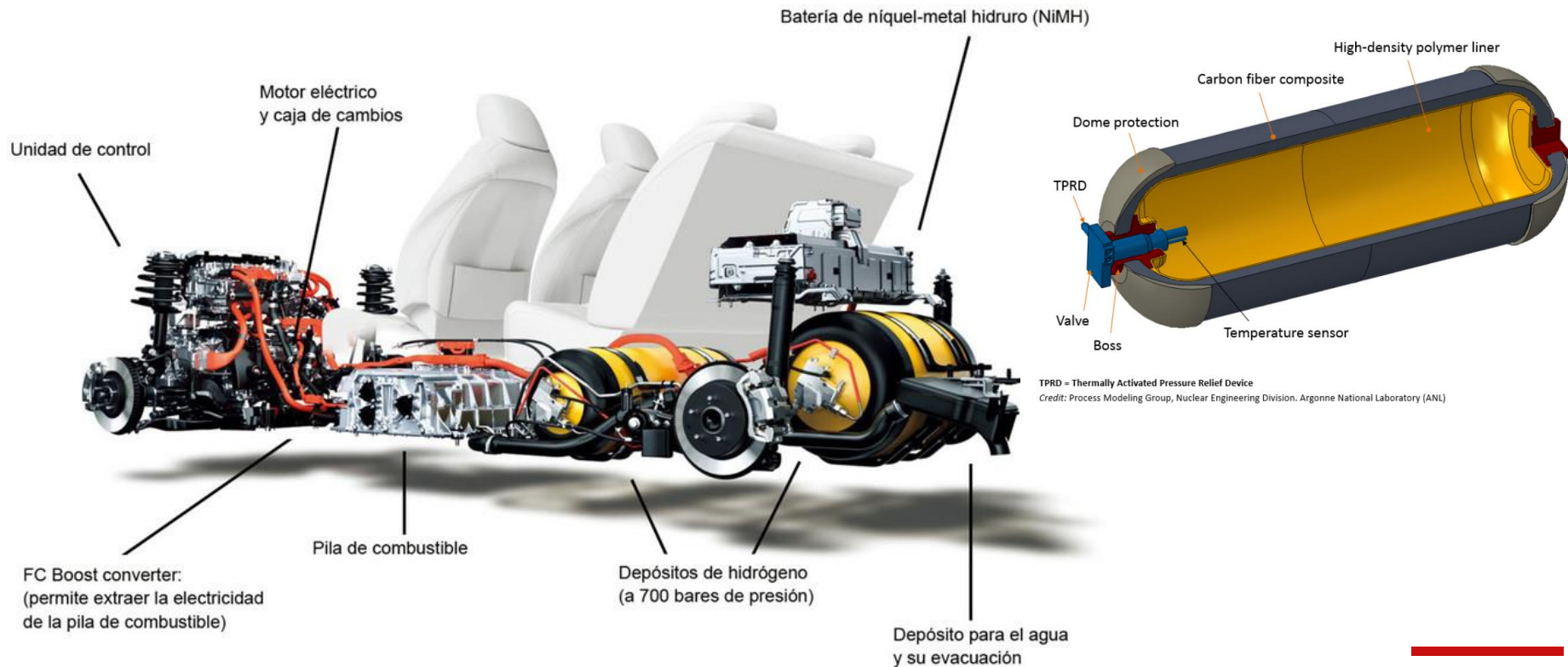
FUENTE: ENAPTER

Esquema de planta producción H2



FUENTE: HYDROGENICS

Almacenamiento (GH2)



Almacenamiento (LH2)



- El hidrógeno se puede almacenar en forma líquida a -253°C y 1 bar.
- El almacenamiento de hidrógeno líquido tiene la ventaja de presentar mayor densidad energética volumétrica y operar en presiones atmosféricas.
- Usualmente se utiliza en aplicaciones de mediana demanda (5-20 ton/día) y de alta pureza (EJ: combustible sector aeroespacial).
- Su desventaja principal recae en el costo energético de licuefacción: 10-12 kWh/kg H₂ o aprox. 30-36% del poder calorífico menor.
- Las pérdidas por “boil-off gas” son del orden de 0.1 a 1%/día dependiendo del tamaño almacenado.
- Se hace rentable cuando la planta de producción es por sobre las 10 - 15 ton/día de H₂.
- Los estanques son similares a los de GNL, doble estanque con un alto vacío entre medio.

	Líquido	Gas (300 bar)
Densidad	70,85 g/L	20,77 g/L
Densidad Energética Volumétrica	2.36kWh/L	0.69kWh/L
Densidad Energética Másica	1.2 kWh/kg	0.33 kWh/kg

Transporte

Tuberías



- Las redes de pipelines de hidrógeno se estiman en alrededor de 1600 km en Europa y 1100 km en América del Norte. La mayoría de las tuberías están ubicadas donde se consumen grandes cantidades de hidrógeno en los sectores de refinación y petroquímica.

Transporte por carretera



- Los remolques de tubos pueden acarrear entre 2000 y 3000 Nm³ (~180 y ~270kg) dependiendo del número de tubos.
- Los remolques de cilindros pueden acarrear hasta 6200 Nm³ (540 kg).
- Las presión de los cilindros y tubos varía entre 200 y 300 bar.

Transporte marítimo

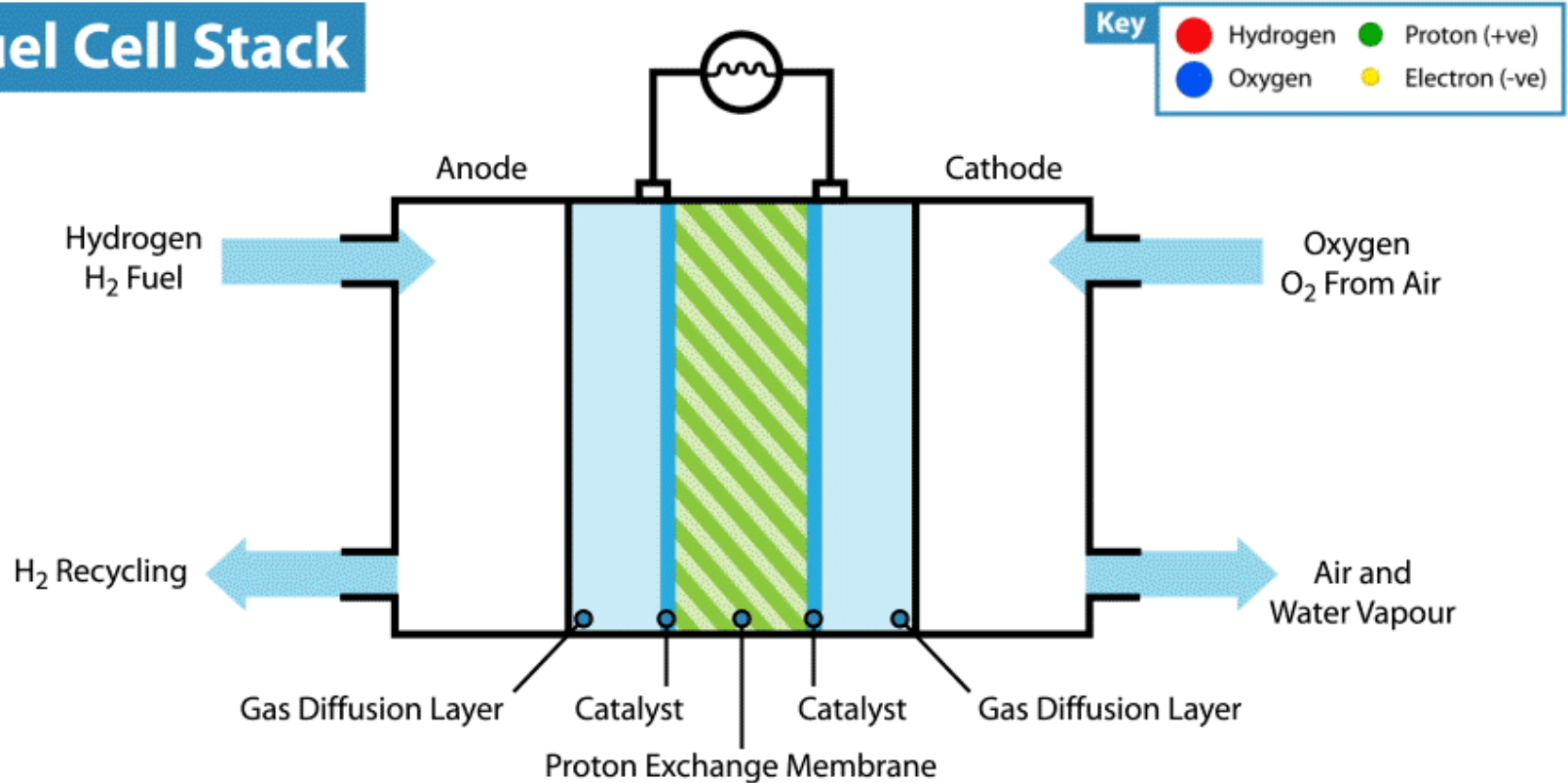


- Proyecto HySTRA busca generar una cadena de suministro de H₂ libre de CO₂, y transportando H₂ líquido como carrier.

Aplicaciones

Celda de combustible

Fuel Cell Stack



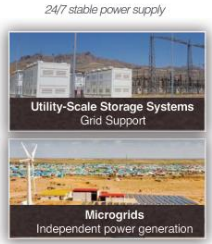
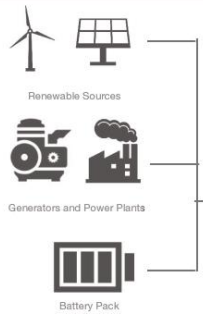
Almacenamiento energético (back-up)



HyESS®: one vertically-integrated technology platform fits all applications



COMMODITIES



Logística



FUENTE: ANGLO AMERICAN



FUENTE: GONZALO LOLAS



INCREASED PRODUCTIVITY

Battery-powered lift trucks lose approximately 14% of their speed over the last half of the battery charge. GenDrive fuel cells maintain constant power at all times, keeping the vehicle running at full speed throughout the entire shift.



LOWER OPERATIONAL COSTS

The GenDrive fuel cell solution eliminates the need to change, charge and manage batteries. The units run longer than lead-acid batteries and can be fueled in as little as two minutes, substantially reducing vehicle and personnel downtime. Labor normally used to charge batteries can be tasked with other important business objectives. Fueling the GenDrive is as simple as fueling a car.



ZERO EMISSIONS

Safe. Clean. Efficient. The GenDrive fuel cell solution produces no harmful emissions and eliminates the costs associated with handling and storing toxic materials.



MORE COMMERCIAL SPACE

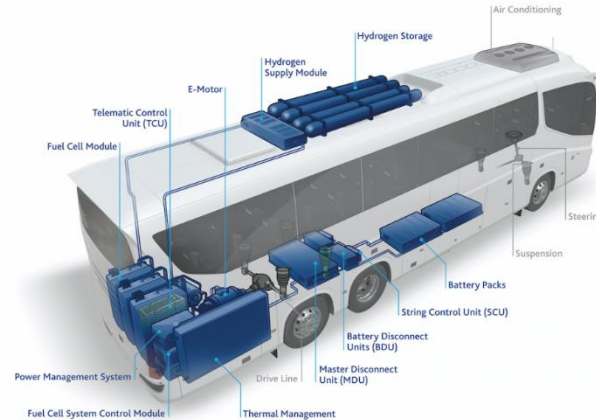
Compact hydrogen fueling stations replace large battery charging rooms, freeing up valuable warehouse space for other purposes. Since battery rooms are no longer needed, approximately 7% of the distribution center is recovered to set up inventory and revenue-generating operations.



TRANSPARENT TRANSITION

GenDrive fuel cell units fit seamlessly into the space occupied by batteries on all lift trucks, making them a simple and cost-effective solution for professionals to adopt.

Buses a celdas de combustible



Fuente: BLK para HYZON, Fortescue

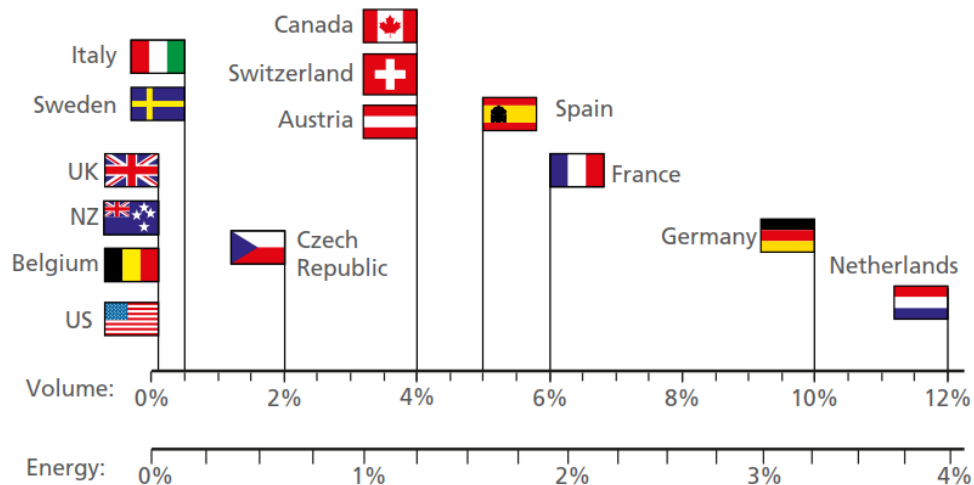
Camiones a celdas de combustible



11 Oct 2018
Weichai Group and National Energy Group Jointly Develop Hydrogen Mining Trucks of 200 tons

Power to gas – Inyección H2 en redes o metanación

WindGas Falkenhagen



Calor industrial con H2

Hydrogen Firing

Boiler and Burner fully equipped to burn H₂. The main criteria to have 100% hydrogen firing in a project, is the availability of H₂.



- Oversize boiler body +10%
- Special gas supply components
- External recirculation installed
- Fully equipped H₂ burner (+100%)

Hydrogen Ready

Boiler ready to burn 100% hydrogen. Burner, gas supply, controls, etc. has to be modified/replaced in the future to burn hydrogen.



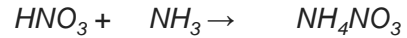
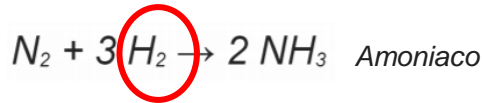
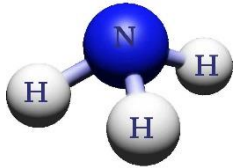
- Oversize boiler body +10%

Advantages:

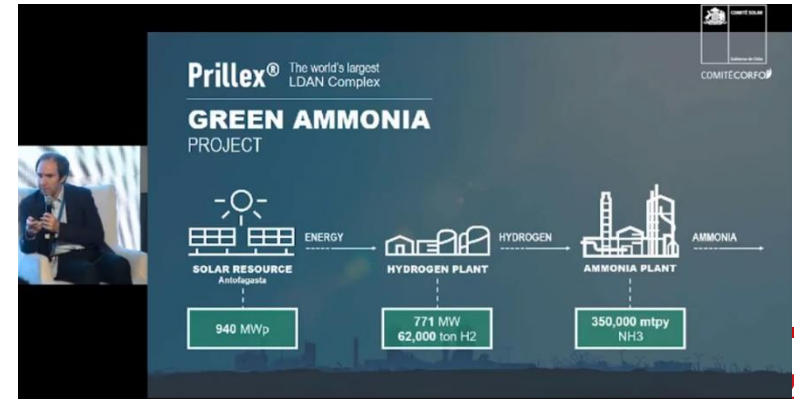
- Boiler has not to be replaced when using H₂
- Bosch supports a CO₂ free future

Derivados H2: amoníaco

F. Haber & C.
Bosch
1929



Ácido nítrico Amoniaco Nitrato de amonio

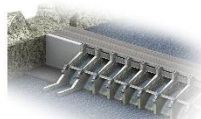


Combustibles sintéticos

Audi e-diesel plant Laufenburg

11/17

1. Renewable electricity
Renewable energy obtained from hydropower.



2. Electrolysis
Electrolysis splits water into hydrogen and oxygen. Oxygen dissipates into the surrounding air.



Chemical synthesis
In the first step, hydrogen and CO₂ are converted to synthesis gas in the reverse water-gas shift reactor.

The Fischer-Tropsch reactor then uses this to build hydrocarbon chains.



CO₂
CO₂ from sustainable sources or from the air.



3. Conversion
A two-step process turns CO₂ and hydrogen into hydrocarbon chains.



Heat for use in residential areas or in industry.

Renewable waxes for cosmetics, foodstuffs and chemical industries



Infrastructure compatibility
e-diesel is compatible with existing infrastructure and engine technologies. It replaces fossil fuel.



Almost CO₂-neutral e-diesel for mobility



AUDI y Global Bioenergies S.A. en Leuna (Sajonia-Anhalt), han desarrollado gasolina sintética que no depende del petróleo crudo, es compatible con la infraestructura existente y ofrece la posibilidad de un ciclo cerrado de carbono

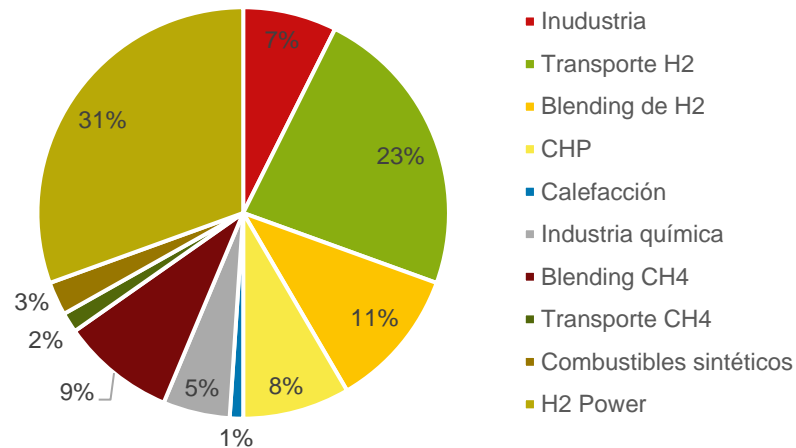
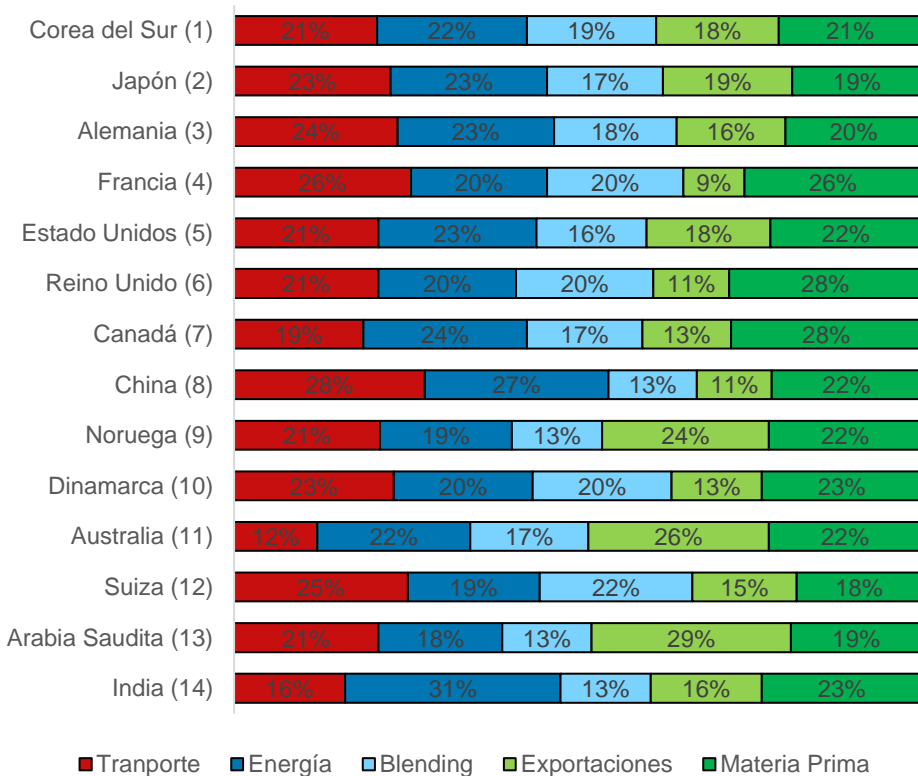
El Audi "e-benzin" es esencialmente un isoctano líquido.

Actualmente se produce a partir de biomasa en un proceso de dos pasos. En el primer paso, se produce isobuteno gaseoso (C₄H₈) y en el segundo paso, se hidrógeno adicional para transformarlo en isoctano (C₈H₁₈). El combustible está libre de azufre y benceno y, por lo tanto, es especialmente bajo en contaminantes cuando se quema.



Costos y grandes números

Países líderes en inversión en H2 / Aplicaciones



Fuente: Base de datos de proyectos de H2, IEA 2020

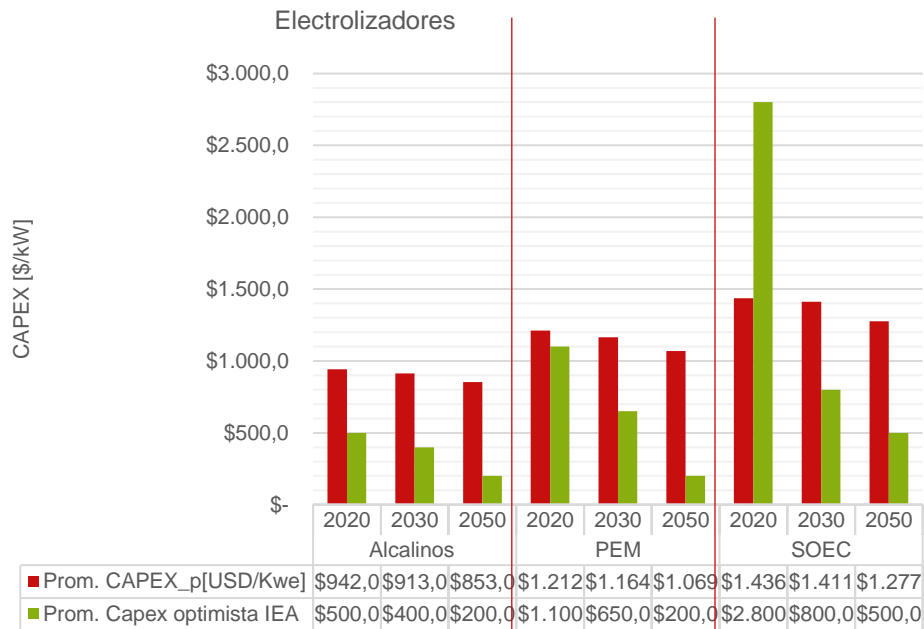
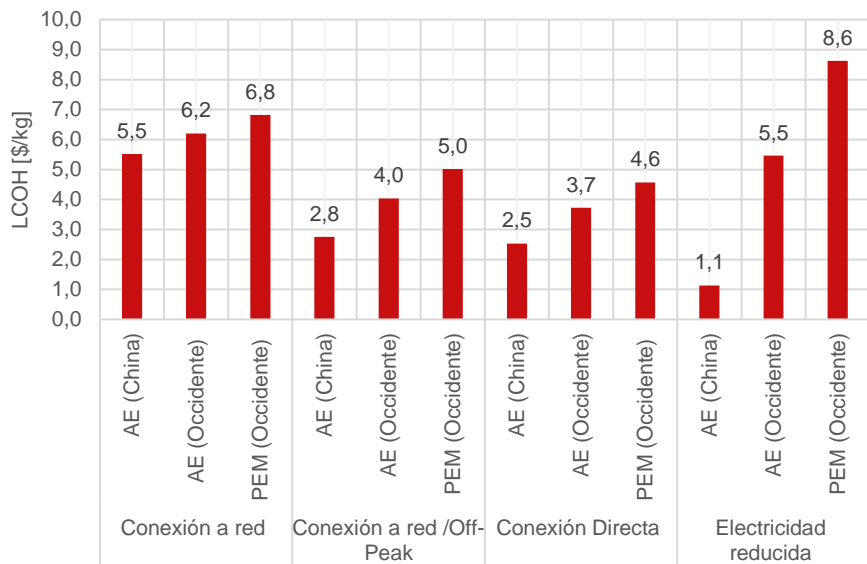
Observación 1: Solo se consideraron proyectos de producción de H2 con electrolizadores

Observación 2: Se consideraron proyectos en operación desde el 2000 y con fecha de inicio hasta 2030

Fuente: H2 Economy Today, Bloomberg, octubre 2019.

Observación: Estudio donde se analizan los 14 países más involucrados en H2. Estos se clasifican según las medidas e inversiones que están realizando en diferentes sectores.

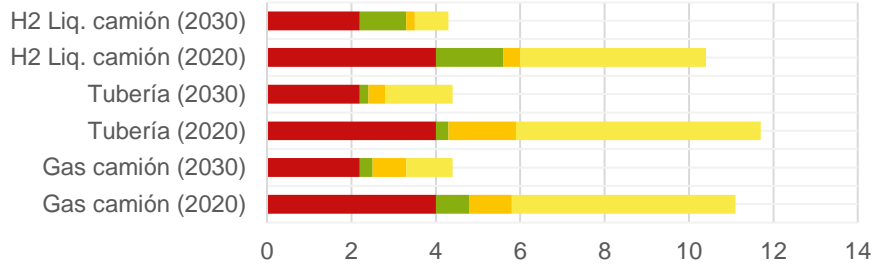
Costos de producción y CAPEX electrolizadores



Fuente: *Glenk et al.*

Costos de transporte de H2

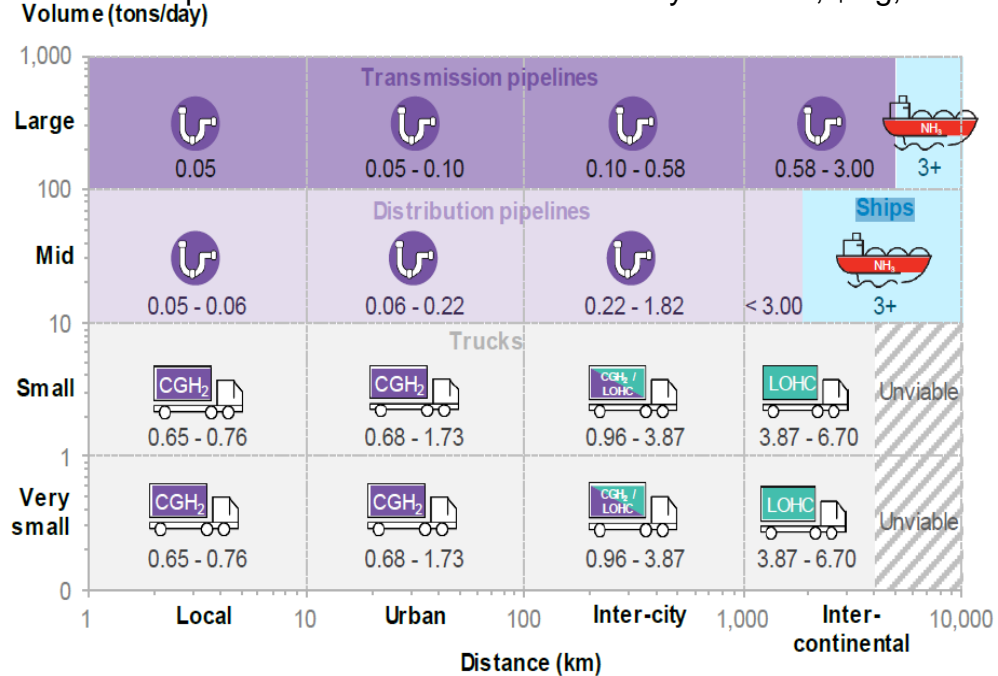
Costos de transporte



	Gas camión (2020)	Gas camión (2030)	Tubería (2020)	Tubería (2030)	H2 Liq. camión (2020)	H2 Liq. camión (2030)
■ Producción	4	2,2	4	2,2	4	2,2
■ Preparación	0,8	0,3	0,3	0,2	1,6	1,1
■ Distribución	1	0,8	1,6	0,4	0,4	0,2
■ Estación de Combustible	5,3	1,1	5,8	1,6	4,4	0,8

USD/kg de H2 distribuido

Costos de transporte de H2 basados en distancia y volumen, \$/kg, 2019



Legend: Compressed H₂ Liquid H₂ Ammonia Liquid Organic Hydrogen Carriers

Fuente: BloombergNEF, Hydrogen Economy Outlook, marzo 2020.

Contacto



Pablo Tello Guerra

Asesor Técnico Programa Energía

Descarbonización del sector energía en Chile

pablo.tello@giz.de



www.giz.de



https://twitter.com/giz_gmbh



<https://www.facebook.com/gizprofile/>