

ESTADO DEL HIDRÓGENO VERDE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

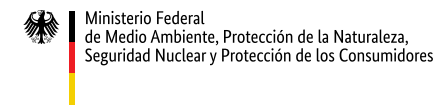
Hojas de ruta y perspectiva regional

H₂

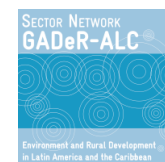


Implementado por
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Fomentado por:



en virtud de una decisión
del Bundestag alemán



Sobre esta publicación

Esta publicación fue preparada por encargo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, a través del grupo de trabajo de su red sectorial Gestión Ambiental y Desarrollo Rural en América Latina y del Caribe (GADeR-ALC) del workstream (WS) “Iniciativa para la articulación y promoción del hidrógeno verde en Latinoamérica y el Caribe” y la plataforma H2LAC en 2022 para presentar de manera gráfica el estado del arte del hidrógeno en América Latina y el Caribe (ALC). La información recopilada se hizo a través de los proyectos asociados a hidrógeno verde de ALC de la GIZ, gobiernos y empresas con proyectos en implementación.

El WS nace en 2021, conformado por 12 países: Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay y Uruguay para fortalecer capacidades en gobernanza del hidrógeno verde a través de la Capacitación “El rol del Estado en el desarrollo del hidrógeno verde”, dirigida tanto a técnicos como a tomadores de decisión del sector público y privado en 13 países con presencia de GIZ a través de sus proyectos. La versión de 2022 incorporó a Chile, República Dominicana y la co-organización de H2LAC, plataforma colaborativa para el fomento del desarrollo del hidrógeno verde en América Latina y el Caribe, creada por la GIZ junto con el Programa Euroclima+ de la Unión Europea, el Banco Mundial y CEPAL, con el fin de fortalecer el intercambio de conocimiento regional relacionado a buenas prácticas públicas y privadas en la promoción y desarrollo del hidrógeno verde.

Costa Rica, agosto de 2022

Elaborada por



Luis Diazgranados
Carlos Andrés López
Juan Esteban Duque

Con el apoyo técnico de

Arturo Loayza-Ordoñez, GIZ Bolivia
Yaklan Andrea Zapata, GIZ Colombia
Sergio Antonio Ruiz, GIZ Colombia
Jorge Roncancio, GIZ Colombia
Anny Santodomingo, GIZ Colombia

Constanza Meneses, GIZ Chile
Veronica Vukasovic, GIZ Chile
Max Fernández, GIZ Costa Rica
Javier Salas, GIZ México
Lorena Espinosa, GIZ México

Carolina Guerrero Rivera, GIZ México
Walmy Fernández, GIZ República Dominicana
Alejandro Velázquez, GIZ República Dominicana
C.-Bernhardt Johst, GIZ El Salvador

Índice

- 1 **¿Qué es el H₂ verde?**
Conceptos básicos
- 2 **Cadena de valor de H₂ verde**
- 3 **Oferta y demanda global**
- 4 **Panorama del H₂ verde en Latinoamérica y el Caribe**

¿Qué es el H₂?

El H₂ es el elemento más abundante del universo y el más liviano

Contiene una **alta densidad energética** por unidad de masa, pero baja densidad energética por volumen

Se considera como un **vector energético** permitiendo el transporte de energía y su conversión en otra forma de energía como calor o electricidad

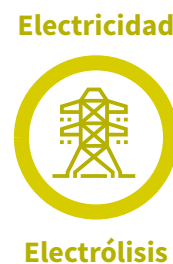
Por lo general requiere ser **extraído de otras moléculas** como el agua y compuestos de carbono

En la actualidad es producido principalmente de **fuentes fósiles** como el gas natural y carbón

El H₂ **permite la integración de energías renovables** con aquellas industrias difíciles de descarbonizar

Tipos de H₂

El **hidrógeno verde** se produce mediante la electrólisis del agua usando energía eléctrica proveniente de fuentes renovables como: mareomotriz, hidroeléctrica, geotérmica, biomasa, solar y eólica.



INSIGHTS TÉCNICOS

1 kg de H₂ tiene un LHV de 33kWh equivale a 3,77 L de gasolina (alta densidad energética en masa)
1 Nm₃ de H₂ equivale a 0,34 L de gasolina (baja densidad energética volumétrica)
1 MW de electrolizador genera ≈ 18 kg/h de H₂, es decir, 200 Nm³/h (asumiendo eficiencia 60% LHV)

Solución para la **descarbonización** económica

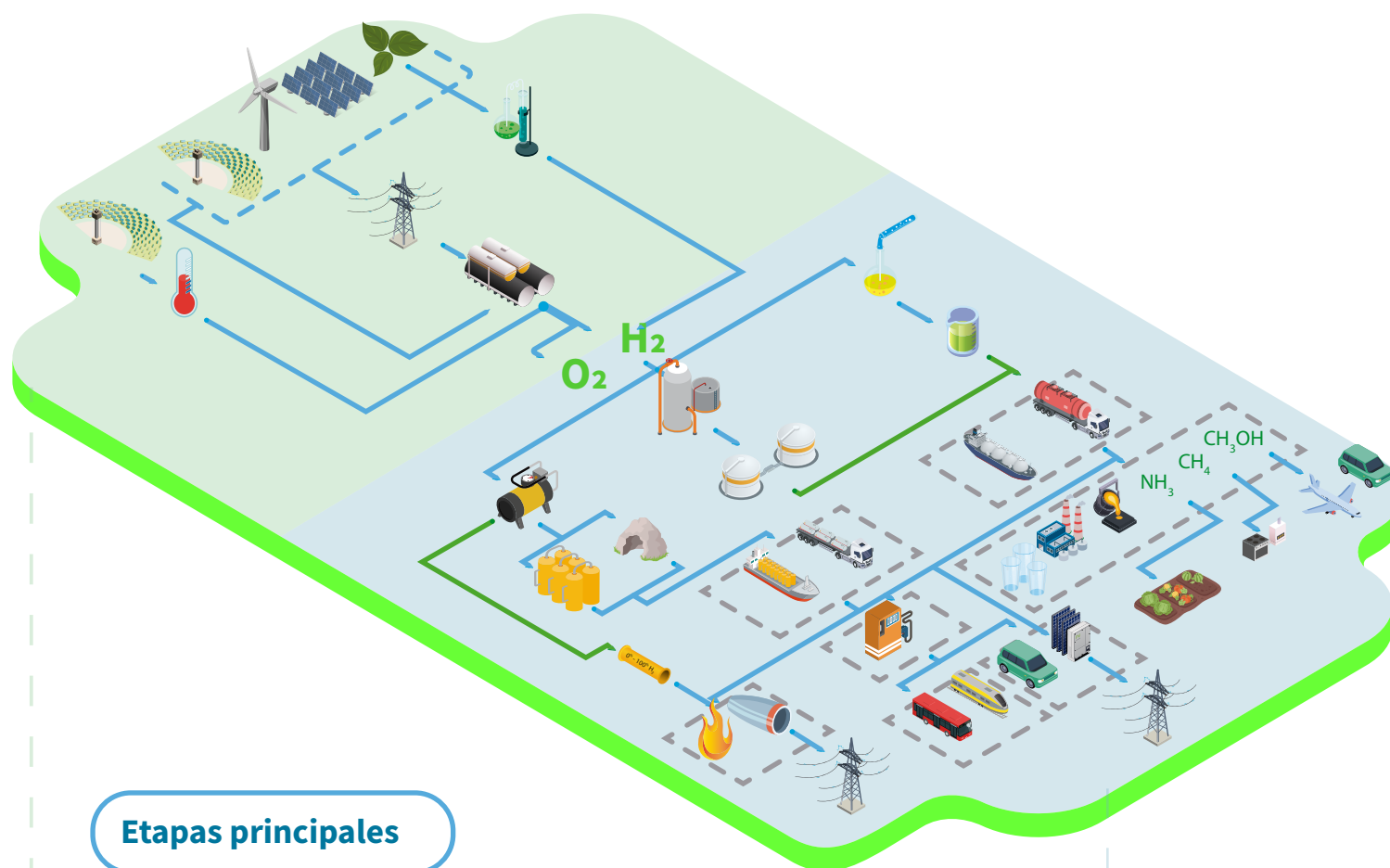
8 FACTORES CLAVE



- 1 Hay un momentum global por lograr una transición energética acelerada que **favorece todas las tecnologías de descarbonización** de los sectores energético, industrial y de transporte.
- 2 El hidrógeno puede ayudar a **descarbonizar industrias** donde la **electrificación no tiene la capacidad técnica** para hacerlo como transporte larga distancia, aviación, calor industrial, industria química y alimentos.
- 3 El hidrógeno, a diferencia de cualquier otro vector energético, **permite vincular de manera directa los sectores** de energía eléctrica, gas, transporte e industria usando una misma molécula portadora.
- 4 Dada la aceleración de la industria, los esfuerzos de R&D y el crecimiento orgánico del mercado, **los costos de electrolizadores y celdas de combustible bajan** consistentemente año a año.
- 5 La masificación y **disponibilidad de energías renovables** de bajo costo, el incremento en precio del gas natural y la incertidumbre sobre su futuro son drivers para la producción de hidrógeno verde.
- 6 La industria del hidrógeno tiene el potencial de **generar empleos verdes a futuro**, vinculando profesionales de distintas disciplinas y con experiencia en industrias como el petróleo, el gas, la producción industrial, y la movilidad
- 7 Sectores industriales como las refinerías, petroquímicas, gas y petróleo migrarán progresivamente del hidrógeno gris a verde gracias a que la **demanda actual permite garantizar la viabilidad de su consumo en el futuro.**
- 8 **Regiones que impulsan la economía del hidrógeno no cuentan con los recursos renovables** para su producción, lo cual hace que regiones como Latinoamérica y el Caribe se conviertan en actores clave.

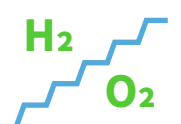
Contexto general de la cadena de valor del H₂

La cadena de valor del hidrógeno verde involucra múltiples etapas de transformación físico-química con procesos de generación de energía renovable, producción, acondicionamiento, transporte y distribución y usos finales.



Etapas principales

Producción de electricidad a partir de fuentes renovables



Generación de **hidrógeno verde** mediante electrólisis, procesos biológicos o termólisis

Power-to-X

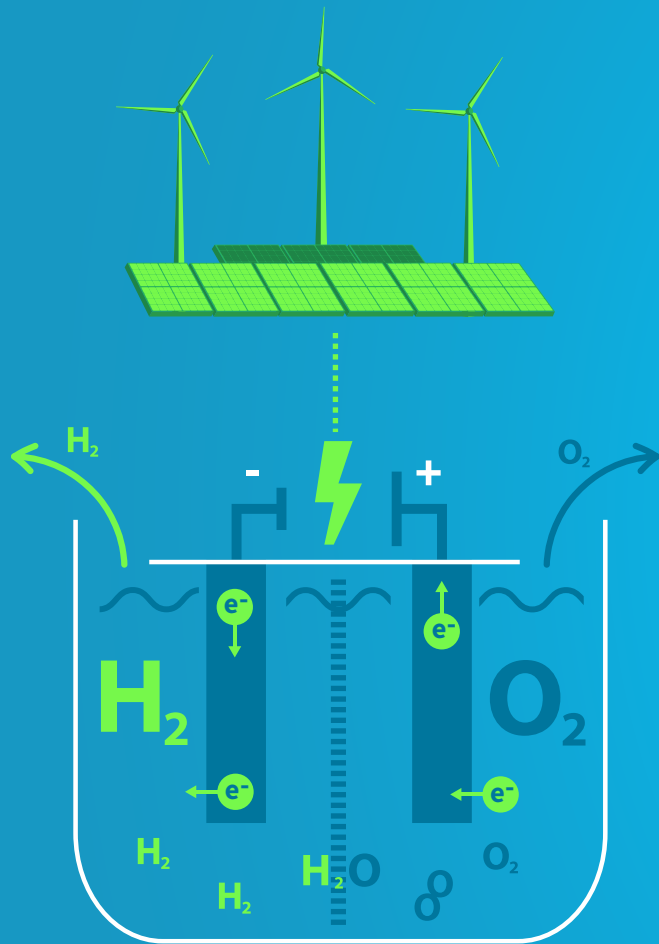
A través del uso de hidrógeno verde como vector energético, **la energía renovable puede llegar a todos los sectores de la economía** donde se usan combustibles fósiles en la actualidad.

La **versatilidad del hidrógeno** es una de sus mayores características, lo que permite su uso en generación de energía eléctrica, producción de combustibles sintéticos o usos con fines comerciales, industriales o de movilidad.

Fuente: Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética 4e Chile (2021)

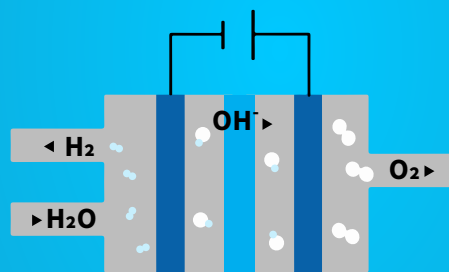
Producción de hidrógeno verde

La electrólisis del agua es la tecnología de mayor relevancia para la generación de hidrógeno verde, ya que involucra el **uso de energía eléctrica de fuentes renovables** libres de emisiones. Esta se realiza a través de un dispositivo llamado **Electrolizador**.



Electrólisis

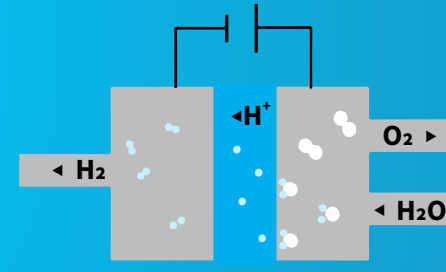
TIPOS DE ELECTROLIZADORES



Electrolizador alcalino

Los átomos de H y O se separan a través de un electrolito alcalino.

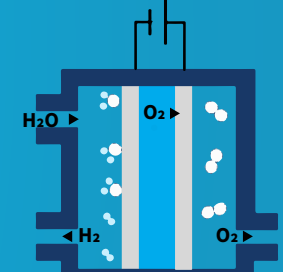
Eficiencia: 60%-70% (LHV)
Nivel adopción tecnológica: 5



Electrolizador PEM

Los átomos de H y O se separan a través una membrana polimérica.

Eficiencia: 55%-65% (LHV)
Nivel adopción tecnológica: 3



Electrolizador SOEC

Las moléculas se rompen en H₂ y O₂ a través de un electrolito de óxido sólido a temperaturas de 500-800 °C

Eficiencia: 70%-80% (LHV)
Nivel adopción tecnológica: 1

Nivel adopción tecnológica: i

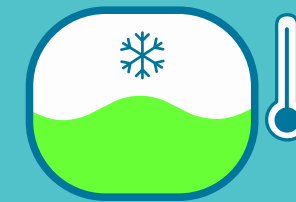
Describe el grado de adopción (de 1-5) de una tecnología por parte del mercado, donde 1 representa tecnologías operando en proyectos piloto de pequeña y mediana escala, mientras que 5 representa tecnologías operando de forma extendida desde hace más de 10 años.

Acondicionamiento

El hidrógeno se debe acondicionar en presión, temperatura e incluso fase para la etapa de almacenamiento, y posterior distribución y uso final. Las tecnologías que se usan para el acondicionamiento están relacionadas con el tipo de almacenamiento que se planea usar.



Compresión



Licuefacción



Reacción química

Almacenamiento



Contenedores presurizados



Cavernas



Contenedores térmicos



LOHCs

El hidrógeno posee una alta densidad energética gravimétrica; siendo incluso 3 veces mayor que la de los hidrocarburos líquidos (AH₂BioBio, 2021). Sin embargo, su densidad de energía volumétrica es baja. Por lo tanto, las tecnologías de almacenamiento buscan **incrementar su densidad y facilitar su utilización.**

Transporte y distribución

El hidrógeno en algunos casos no se produce en el lugar en donde se planea consumir. Por lo tanto, este **debe ser transportado de forma confiable, segura y eficiente.**

Se puede transportar comprimido, licuado o sintetizarse en diferentes carriers como lo son amoníaco, metanol, o LOHC. Estos contienen una mayor densidad energética y en algunos caso pueden utilizar infraestructura preexistente.



Redes de gas



Camión de carga



Barco de distribución



Camión tanque

Usos finales

Combustible para:



Transporte

Vehículos, camiones, buses, trenes, barcos, aviones



Energía

Almacenamiento, turbinas de gas, celdas de combustible

Calor para:



Industria

Producción de acero, cemento, papel, aluminio



Edificaciones

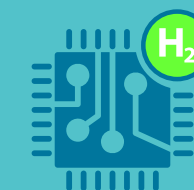
Uso residencial y comercial, co-generación

Materia prima para:



Químicos

Metanol, peróxido de hidrógeno, amoníaco, fertilizadores



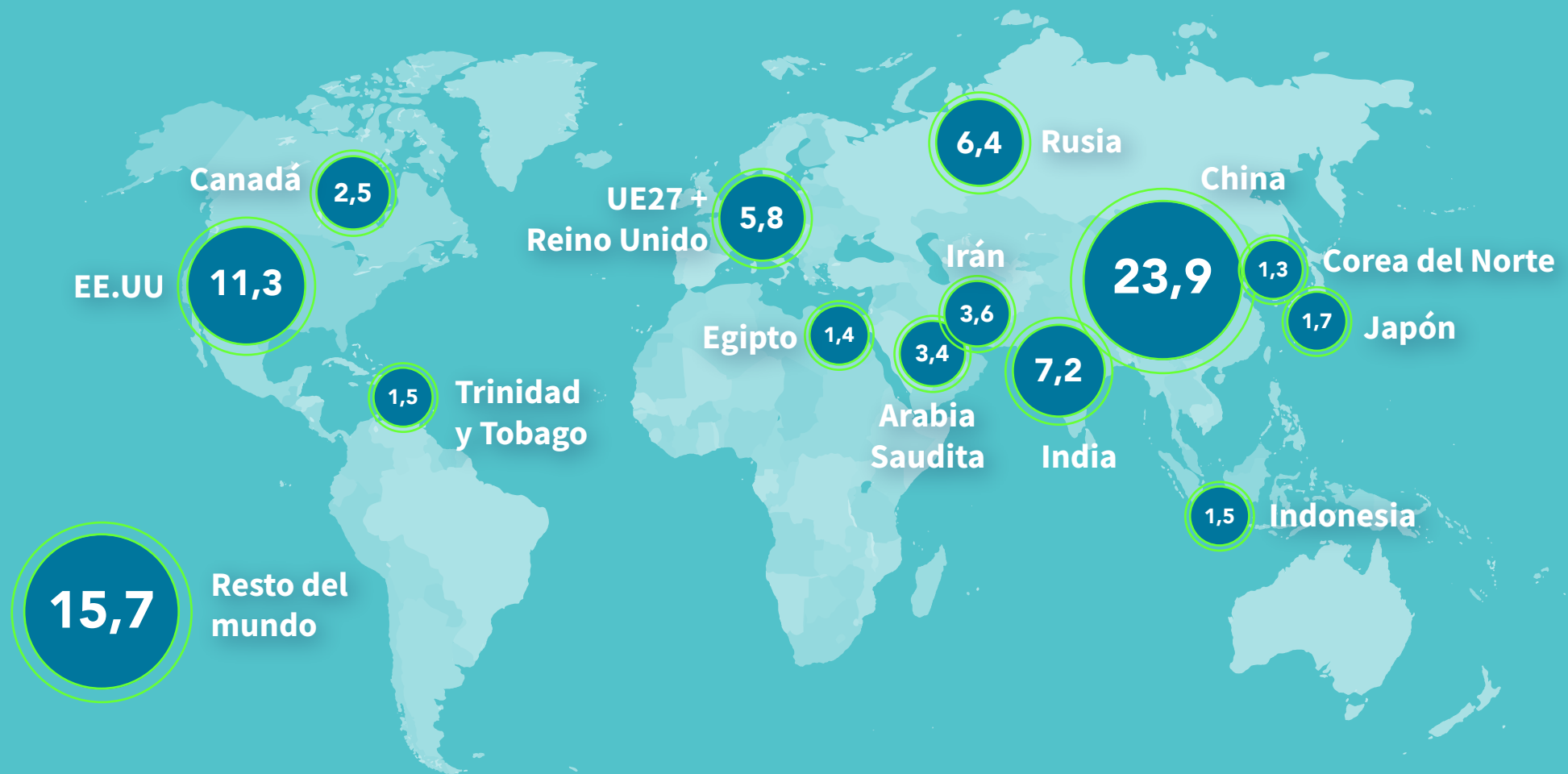
Productos

Grasas y margarinas, vidrio, fundiciones, electrónica, plásticos

Demanda H₂ a nivel mundial – Actual (2020) y futura (2050)

En 2020, la **demanda a nivel mundial de hidrógeno fue de aproximadamente 90 millones de toneladas**, producido en su mayoría por combustibles fósiles como gas natural y carbón (IEA, 2021).

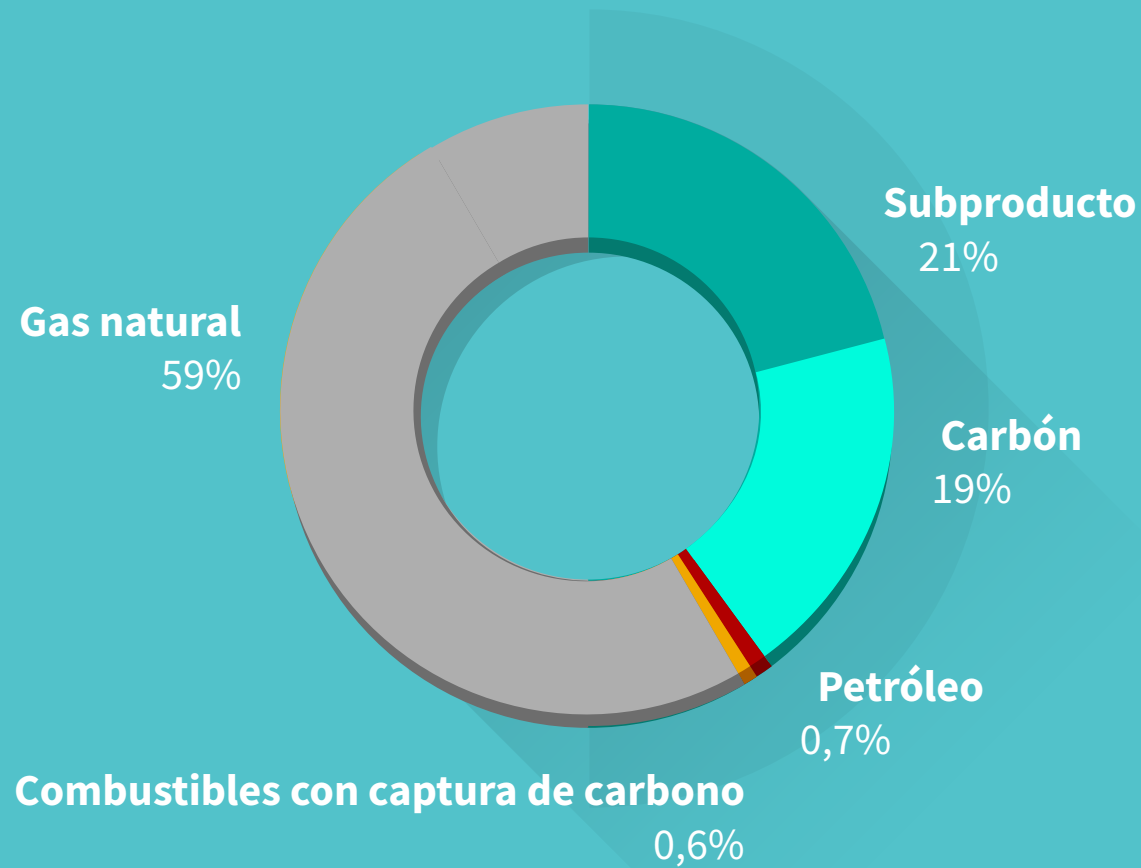
Consumo de hidrógeno en 2020



Fuente: Geopolitics of the Energy Transformation, IRENA (2022)

*Las unidades son millones toneladas por año

Oferta al 2020



Fuente: Global Hydrogen Review, IEA (2021)



79% Producido a través de combustibles fósiles



21% Subproducto industrial

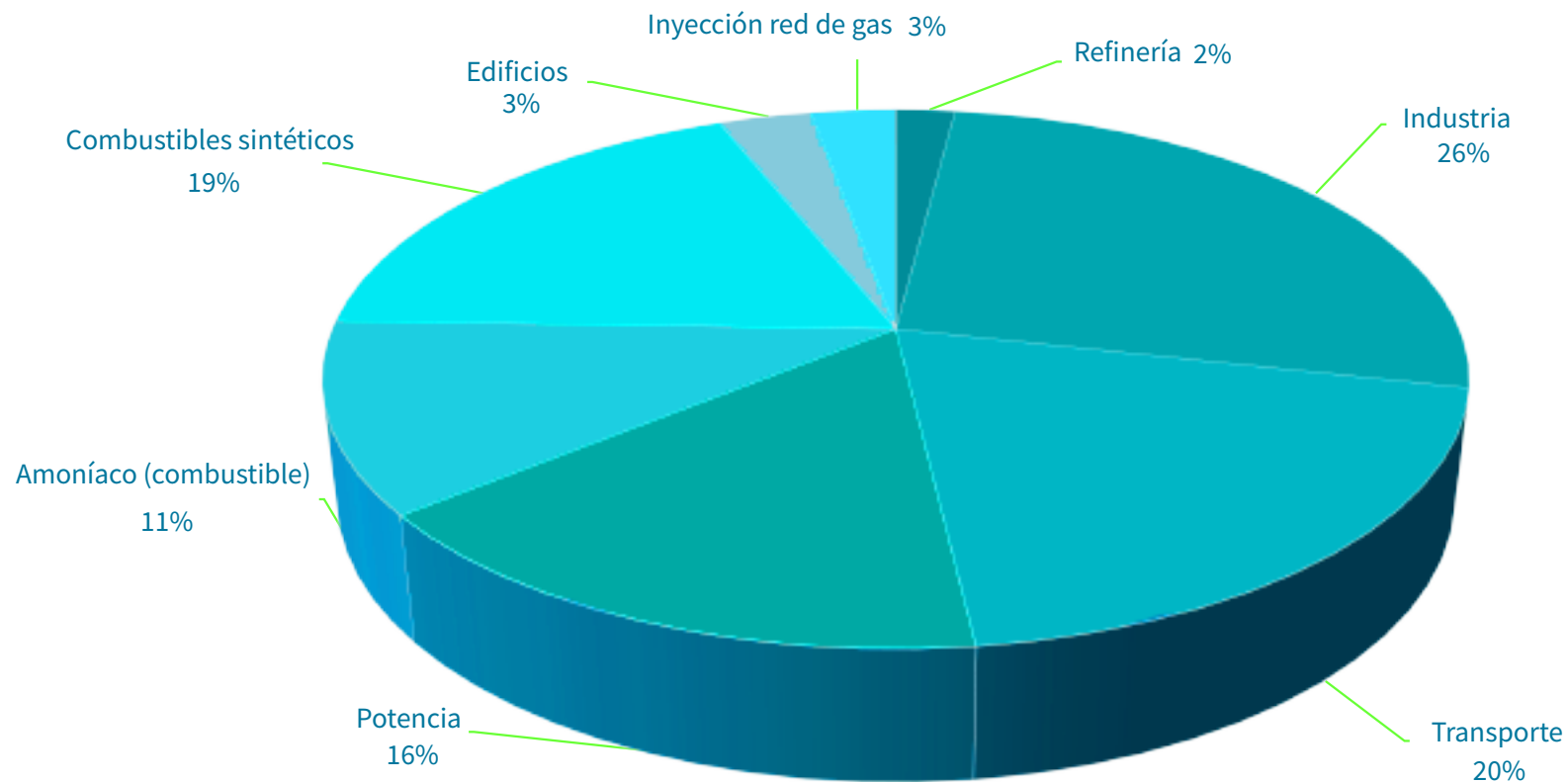
4 DATOS CLAVE

H₂
AHORA

- 1 En la actualidad, 42% de la demanda de hidrógeno es para procesos de refinería, 52% para producción de químicos y DRI (6%) para producción de acero (IEA, 2021).
- 2 En 2020, el mercado del hidrógeno fue de 125 mil millones y generó 900 Mton de CO₂ (IEA, 2021).
- 3 Mas de 40 mil FCEV se encuentran en funcionamiento con una demanda anual en transporte menor a 20kton de H₂ (Goldman Sachs, 2022).
- 4 El gas natural es la principal fuente fósil para la producción de hidrógeno a través del reformado de metano con el 60% de la oferta, seguido por carbón a través de la gasificación con un 19%. (IRENA, 2022)

Demanda futura al 2050

Se espera que el hidrógeno y los combustibles a base de hidrógeno provean el **10% de la demanda total de energía a nivel global para 2050** en el escenario de Net Zero Emissions (IEA, 2021):



Fuente: Global Hydrogen Review, IEA (2021)

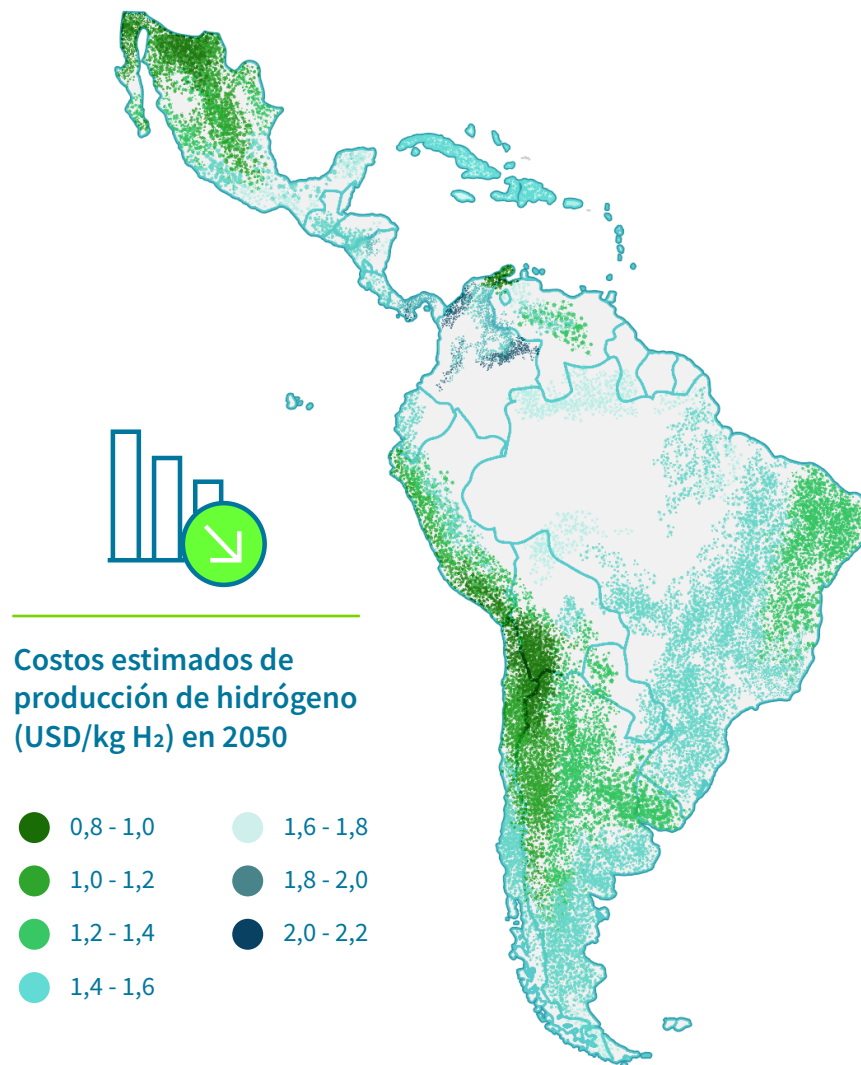
INSIGHTS TÉCNICOS

En el escenario de Net Zero Emissions el 60% del hidrógeno producido será a través de electrólisis con una capacidad instalada superior a los 3600 GW. Otro 36% de H₂ será producido a partir de combustibles fósiles con CCUS (IEA, 2021).

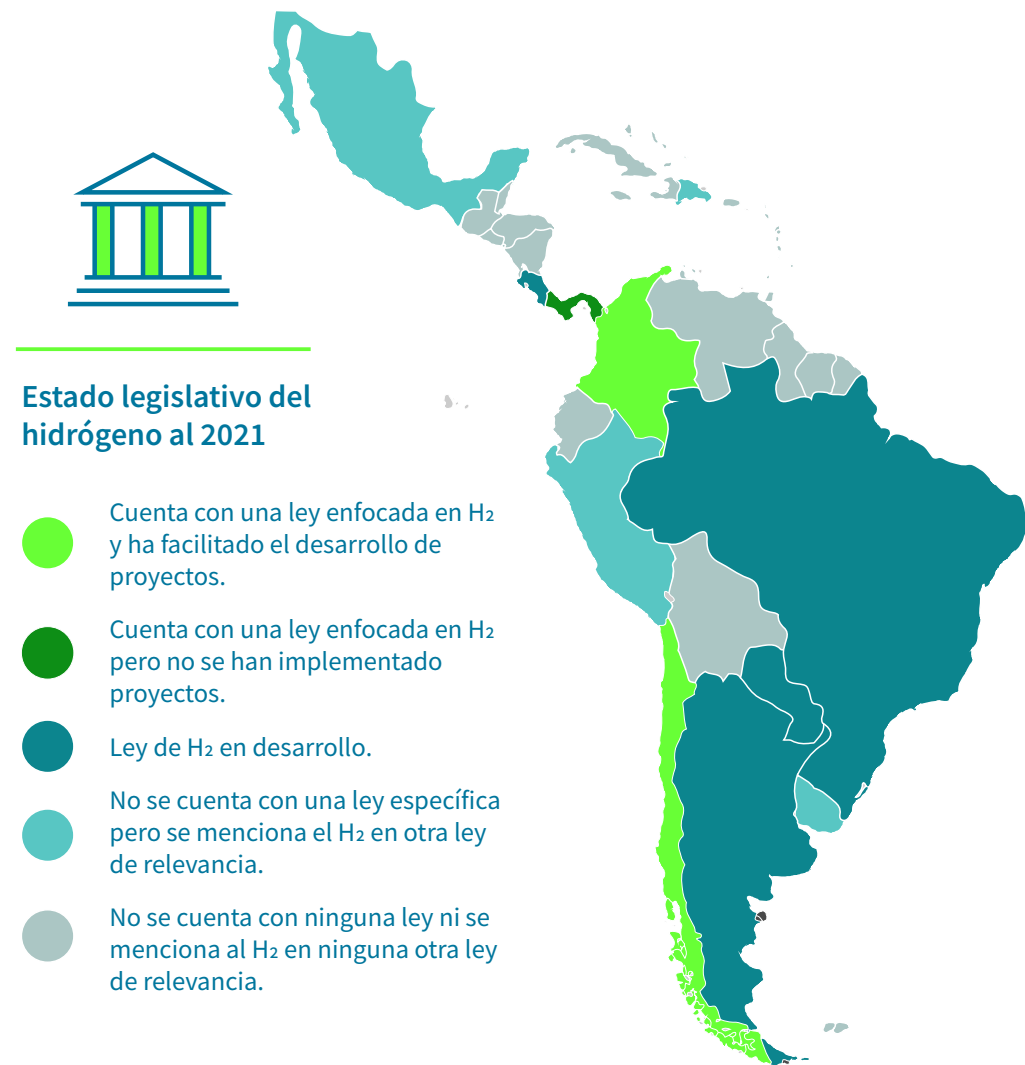
Se espera una producción de H₂ superior a los 500 Mton para 2050, con un mercado global en crecimiento entre el 6% al 8% (IEA, 2021).

Importancia del H₂ en Latinoamérica y el Caribe (LAC)

LAC cuenta con recursos renovables abundantes y su infraestructura tiene un gran potencial para la afrontar la transición energética. Esto le permite tener **costos de producción de hidrógeno verde bastante competitivos y una voluntad política en crecimiento** que ha venido integrando el H₂ como una de sus fuentes renovables más viables en muchos países de la región.



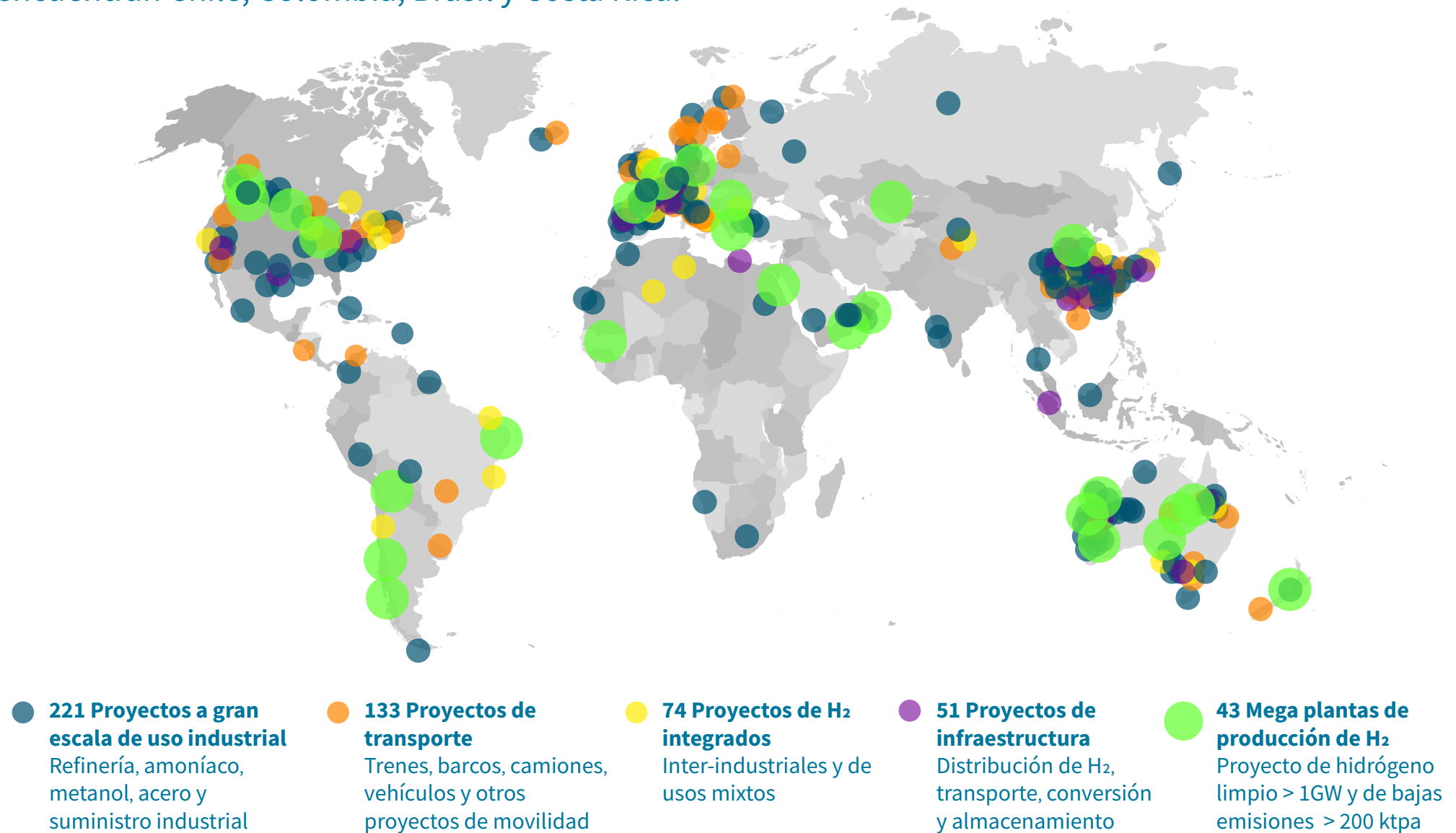
Fuente: *Hydrogen in Latin America*, IEA (2021)



Fuente: *Index H₂ LAC, Inicio & NEE* (2022)

Despliegue de proyectos de H₂ en el mundo

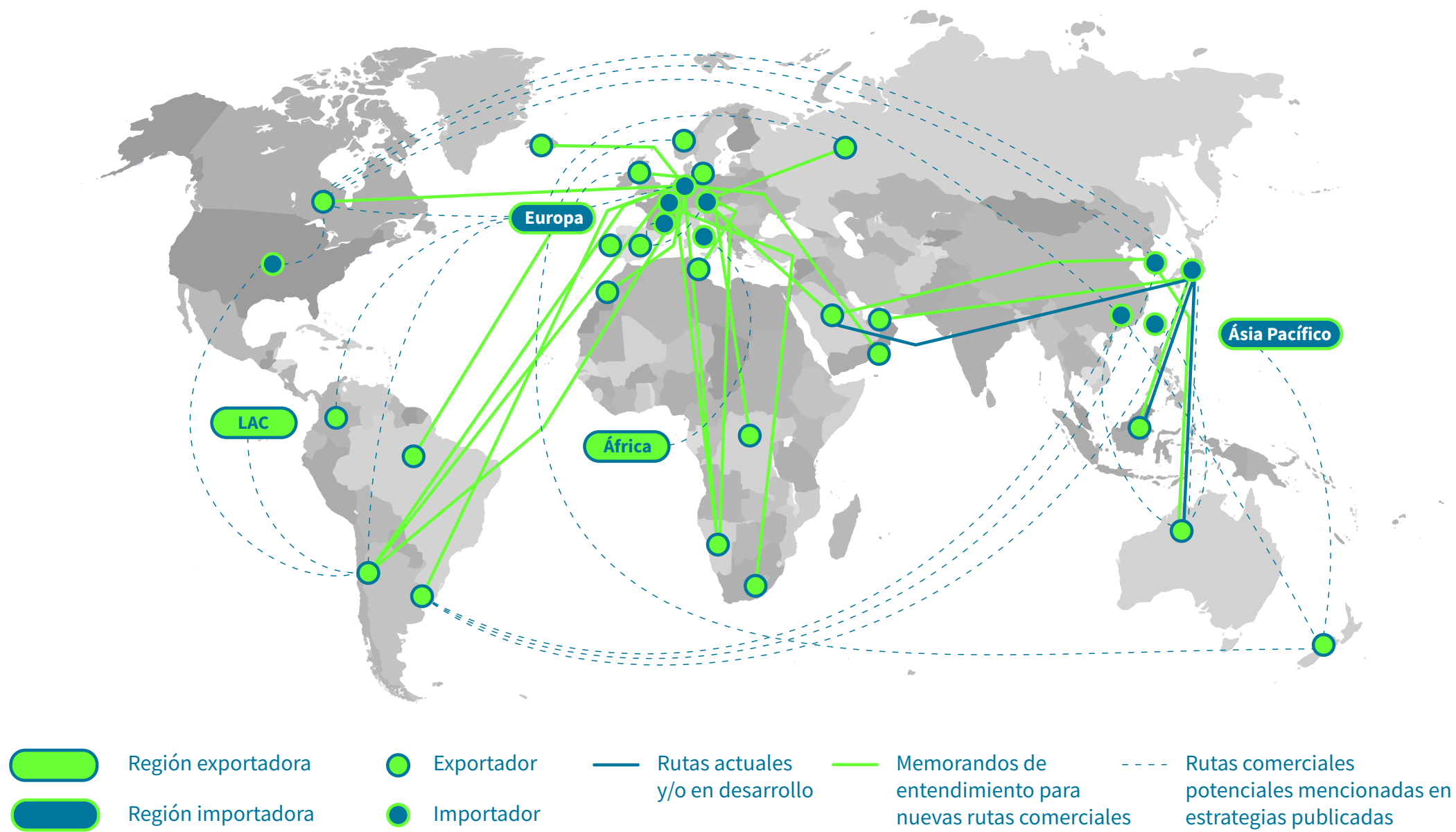
En la actualidad **existe un despliegue significativo de proyectos a gran escala**, donde distintos países de Latinoamérica y el Caribe comienzan a tener una participación importante, entre ellos se encuentran Chile, Colombia, Brasil y Costa Rica.



Fuente: Geopolitics of the Energy Transformation, IRENA (2022). Modificado y actualizado en LAC por Hincio.

Relevancia estratégica a nivel global

LAC cuenta con un gran potencial para **sumir mercados energéticos** en Norteamérica, Europa y Asia.

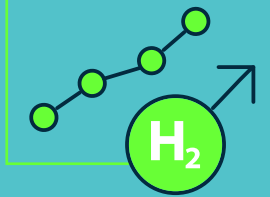


Fuente: Geopolitics of the Energy Transformation, IRENA (2022)

Proyectos de H₂ operacionales en LAC

12

Proyectos operacionales y más de 50 en desarrollo

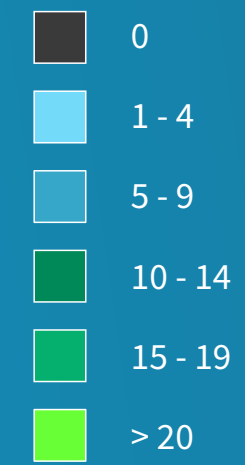


Simbología

- Refinería
- Minería
- Power to Power
- Exportación / E-Fuels
- Industria / Acero
- Power to Gas
- Calefacción
- Marítimo
- Buses o camiones
- Vehículos a celda de combustible



Proyectos en desarrollo



Fuente: Index H2 LAC, Inicio (2022)

Análisis de hojas de ruta por país

País	Estado de Hoja de Ruta o Estrategia Nacional H ₂	Fecha publicación	Tipos de H ₂	Tipos de fuentes ER para H ₂ V	Usos finales domésticos priorizados
Argentina	Inexistente	N/A	N/A	N/A	N/A
Bolivia	Hoja de ruta planeada	2023	N/A	N/A	N/A
Brasil	Estrategia nacional en desarrollo	2022	Verde	Solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa	N/A
Chile	Estrategia nacional publicada	2020	Verde	Solar, eólica, CSP, hidroeléctrica	Buses, refinería, amoníaco, camiones mineros, transporte pesado, inyección redes, transporte marítimo, transporte liviano
Colombia	Hoja de ruta publicada	2021	Verde y azul	Solar, eólica, PCH, biomasa, geotérmica y mareomotriz	Refinería, transporte pesado, amoníaco verde (fertilizantes), transporte ligero, transporte minero, transporte aéreo, generación electricidad, siderurgia, transporte marítimo
Costa Rica	Estrategia nacional en desarrollo	2022	Verde	Solar, hidroeléctrica, eólica, geotérmica	Transporte, industria, y exportación
Ecuador	Hoja de ruta planeada	2023	N/A	N/A	N/A
El Salvador	Hoja de ruta planeada	2023	Verde	Solar, geotérmica, biomasa	Transporte, industria, exportación
México	Inexistente	N/A	N/A	N/A	N/A
Paraguay	Hoja de ruta publicada	2021	Verde	Hidroeléctrica, solar	Transporte pesado, transporte marítimo industria alimentos, química, siderurgia, producción de e-fuels, exportación
Perú	Hoja de ruta planeada	2023	N/A	N/A	N/A
República Dominicana	Inexistente	N/A	N/A	N/A	N/A
Uruguay	Hoja de ruta publicada	2022	Verde y amarillo	Solar, eólica	Transporte pesado, transporte marítimo, producción de fertilizantes



Colombia



No.	Nombre	En desarrollo	Operación	Aplicación
1	Proyecto Piloto - Ecopetrol		x	Feedstock industrial, movilidad
2	Proyecto Piloto - Promigas		x	Inyección a red de gas natural
3	OPEX S.A.S		x	Movilidad
4	Ecopetrol - Proyecto Piloto 1	x		Feedstock industrial, movilidad, inyección a red de gas natural
5	Ecopetrol - Proyecto Piloto 2	x		Feedstock industrial
6	Proyecto META	x		Feedstock industrial
7	OCENSA	x		Feedstock industrial, generación energía eléctrica
8	MEC H ₂	x		Feedstock industrial, e-fuels, inyección a red de gas natural, generación energía eléctrica, calor industrial, movilidad
9	H ₂ acoplado a Central Eléctrica	x		Generación energía eléctrica
10	Refinería Sebastopol	x		Feedstock industrial, movilidad
11	Proyecto Piloto - Celsia	x		Movilidad

Mercados potenciales



Regulación existente

Ley	Qué define
Ley 2099 - 2021	H ₂ verde se define como una fuente no convencional de energía renovable.
Decreto 895 - 2022	Proyectos de hidrógeno accederían a beneficios tributarios.
Ley 1715 - 2014	Beneficios tributarios como: 1) Deducción de hasta el 50% de impuesto sobre la renta, 2) Exclusión de bienes y servicios del IVA, 3) Exención de aranceles, 4) Depreciación acelerada.
Ley 1964 - 2019	Los vehículos a hidrógeno son considerados como eléctricos.
Decreto 1609 - 2002	Reglamenta el transporte por tierra de sustancias peligrosas.
Decreto 1476	Se promueve la innovación, investigación, producción, almacenamiento, distribución y uso del hidrógeno.

Demanda potencial

Meta 2030: 120.000 toneladas anuales

Meta 2050: 1.850.000 toneladas anuales



Costa Rica



No.	Nombre	En desarrollo	Operación	Aplicación
1	Planta experimental de H ₂ – Ad Astra		x	Generación energía eléctrica
2	Proyecto de movilidad de estación de carga de hidrógeno y bus FC - Ad Astra		x	Movilidad
3	Proyecto de H ₂ - Ad Astra e Invermaster	x		Feedstock industrial, movilidad

Mercados potenciales



Regulación existente

Ley	Qué define
INTE/ISO 14687, 2020	Estándares de Calidad de Hidrógeno para aplicación en usos energéticos.
INTE/ISO 22734, 2020	Generadores de hidrógeno con electrólisis: Aplicaciones industriales y comerciales.
Ley 22393	Proyecto de ley para la implementación de la economía del hidrógeno.
Decreto 43366 - 2022	Política para el aprovechamiento de los recursos excedentes en el Sistema Eléctrico Nacional para el desarrollo de una economía de hidrógeno verde.
Ley 9518	Ley de incentivos al transporte verde.

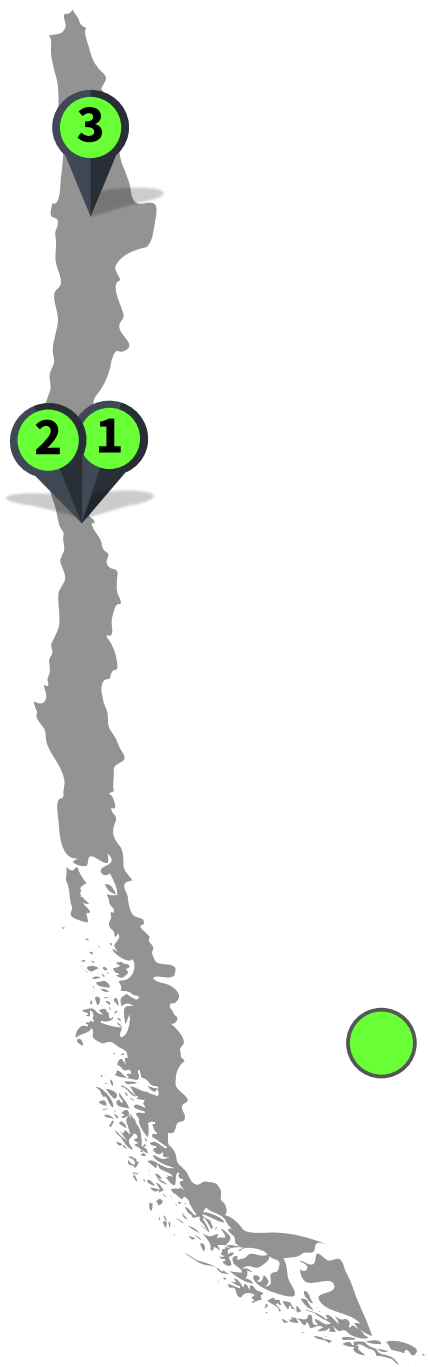
Demanda potencial


Meta 2030: 31.000 toneladas anuales

Meta 2050: 598.000 toneladas anuales



Chile



 En operación

Mercados potenciales



Regulación existente

Ley	Qué define
Decreto 43, 2015	Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas, como el hidrógeno.
Decreto 298, 1994	Reglamenta transporte de cargas peligrosas en espacios públicos.
Decreto 408, 2016	Introduce al hidrógeno como sustancia peligrosa tanto en forma comprimida como líquida.
Ley 21-305	Hidrógeno se define como un portador de energía, previa a esta ley el hidrógeno se consideraba como materia prima.

Demanda potencial

Meta 2025: 300.000 toneladas anuales

Meta 2030: 500.000 toneladas anuales

Meta 2040: 2.700.000 toneladas anuales

Meta 2050: 3.200.000 toneladas anuales

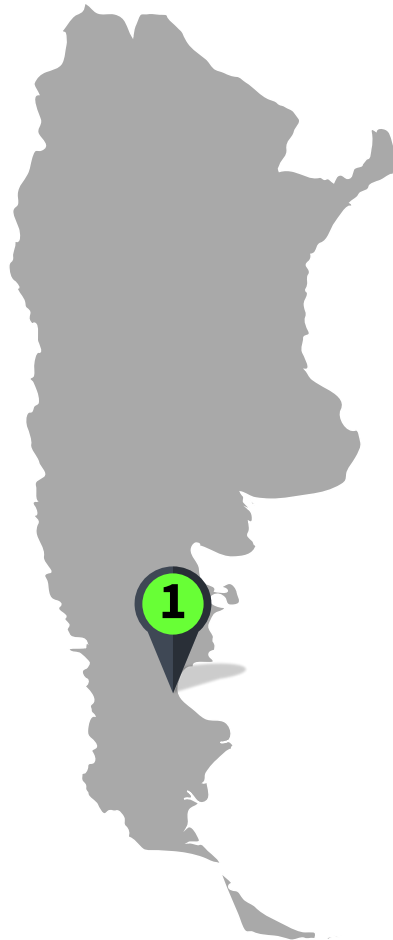



Chile

No.	Nombre	En desarrollo	Operación	Aplicación
1	Las Tórtolas Project		x	Movilidad, minería
2	H ₂ para grúas horquilla de Walmart		x	Movilidad
3	Microgrid Cerro Pabellón		x	Generación energía eléctrica
4	Haru Oni	x		e-fuels, exportación
5	Gas Valpo (H ₂ verde)	x		Inyección a red de gas natural
6	HyEX	x		Feedstock industrial
7	AES Andes "Green Ammonia" Project	x		Marítimo, exportación
8	Paracelsus	x		Movilidad, minería
9	ACH-MRP Project	x		Marítimo, exportación
10	Green Steel Project	x		Producción de acero
11	H ₂ Magallanes Project	x		Marítimo, exportación
12	Quintero Bay H ₂ Hub	x		Inyección a red de gas natural, movilidad, generación energía eléctrica, minería
13	San Pedro de Atacama Project	x		Generación energía eléctrica
14	H ₂ Solar Project	x		Movilidad
15	Hydra	x		Movilidad, minería
16	SELKNAM project	x		Marítimo, exportación
17	H ₂ Magallanes Project	x		Feedstock industrial, exportación
18	Pauna Greener Future	x		Feedstock industrial, exportación
19	Hypro Aconcagua	x		Inyección a red de gas natural
20	Faro del Sur	x		e-fuels
21	Antofagasta Mining Energy Renewable (AMER)	x		e-fuels
22	HDF Project	x		Generación energía eléctrica
23	Gente Grande	x		Feedstock industrial, exportación
24	Magellanic Winds	x		Feedstock industrial, exportación
25	H ₂ Locomotive	x		Minería, movilidad
26	HNH Energy project	x		Exportación, marítimo, feedstock industrial
27	Hoasis	x		Feedstock industrial
28	Llaquedona	x		Feedstock industrial, exportación



Argentina



 En operación

Mercados potenciales



Regulación existente

Ley	Qué define
Proyecto de ley	Ley de Promoción del hidrógeno bajo en emisiones.
Ley 26.123 - 2016	Régimen para el desarrollo de tecnología, producción, uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector energético. Creación del Fondo Nacional para el Fomento del Hidrógeno. Se encuentra en proceso de renovación para incluir el hidrógeno verde.
ISO/TC 197	Normalización en el campo de los sistemas y dispositivos para la producción, almacenamiento, transporte, medida y uso del hidrógeno.

Demanda potencial

Meta 2030: 500.000 toneladas anuales

Meta 2050: 1.300.000 toneladas anuales

No.	Nombre	En desarrollo	Operación	Aplicación
1	HYCHICO, Comodoro Rivadavia		x	Inyección a redes de gas natural, generación energía eléctrica
2	BUQUEBUS H ₂ Ferry	x		Marítimo
3	HYCHICO New Wind H ₂ Project	x		Exportación
4	H ₂ Solar Neuquen	x		Feedstock industrial
5	HYCHICO FC Bus Project	x		Movilidad
6	Pico Truncado	x		Inyección a redes de gas natural
7	Río Diamante Solar	x		Generación energía eléctrica



Brasil



Mercados potenciales



Regulacion existente

Regulación/ Estrategias	Qué define
Hoja de Ruta de H ₂	En desarrollo.
Programa Nacional de Hidrógeno – PNH2	Durante el 2022 el Consejo Nacional de Política Energética aprobó el Programa Nacional de Hidrógeno que busca desarrollar la economía del hidrógeno en Brasil.
Plan Energético Nacional (2050)	Se describe al hidrógeno como una tecnología disruptiva, estableciéndose como un elemento estratégico para lograr la descarbonización de la matriz energética.

Demanda potencial

Brasil se encuentra avanzando en el desarrollo de su hoja de ruta del hidrógeno en donde se establecerá el mercado al 2050.



Brasil

No.	Nombre	En desarrollo	Operación	Aplicación
1	Fuel Cell Bus Project for Urban Transport in Brazil		x	Inyección a red de gas natural, movilidad, generación energía eléctrica
2	FURNAS/Base Energia Sustentável		x	Generación energía eléctrica
3	CESP/Base Energia Sustentável		x (2010- 2012)	Inyección a red de gas natural, generación de energía eléctrica
4	Itaipú Binacional - H ₂ Production via Alkaline Electrolysis	x		E-fuels, feedstock industrial, inyección a red de gas natural, movilidad, generación energía eléctrica, calor industrial,
5	CEMIG	x		E-fuels, feedstock industrial, movilidad,
6	Vale Powership	x		Inyección a red de gas natural, movilidad, generación energía eléctrica
7	Aviation Biokerosene	x		Inyección a red de gas natural, movilidad, generación energía eléctrica
8	COPPE UFRJ - Hybrid Fuel Cell Bus	x		Movilidad, generación de energía eléctrica,
9	COPPE UFRJ - PACOS - BNDES	x		Marítimo
10	Green Hydrogen Hub Pécem - Ceará	x		Feedstock industrial, inyección a redes de gas natural, movilidad, generación energía eléctrica
11	Green Hydrogen Hub Ceará – Fortescue	x		Exportación
12	Green Hydrogen Hub Ceará – Qair	x		Exportación
13	Green Hydrogen Hub Ceará - Enegix	x		Exportación
14	Green Hydrogen Pilot Ceará – EDP	x		Feedstock industrial
15	Green Hydrogen Hub Ceará – Engie	x		Producción de acero, feedstock industrial, inyección a red de gas natural, movilidad, exportación
16	Green Hydrogen Hub Rio Grande do Norte - Enterprize Energy	x		Exportación
17	Quair's Pernambuco Green Hydrogen Plant	x		Exportación
18	Green Hydrogen Hub Ceará - Transhydrogen	x		Feedstock industrial
19	Nexway and Casa Dos Ventos in Piauí	x		Feedstock industrial, movilidad, exportación
20	Raízen and Yara Biomethane to H ₂ for Fertilizer	x		Feedstock industrial
21	Green Hydrogen Hub Ceará – AES Brasil	x		Exportación
22	Green Hydrogen Hub Ceará – Total EREN	x		Generación energía eléctrica



México



Mercados potenciales



Regulación existente

Regulación/ Estrategias	Qué define
Ley de transición energética - 2015	Establece como mandato que el 35% de la generación eléctrica en México debe provenir de energías limpias para 2024 considerando al hidrógeno verde como una fuente de energía limpia.
Ley de la Industria Eléctrica - 2014	Se incorpora al hidrógeno para generación de energía eléctrica en procesos de combustión o celdas de combustible.
Hoja de Ruta de H2	En desarrollo.

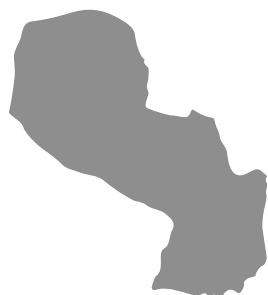
Demanda potencial

México no cuenta con una hoja de ruta o estrategia nacional del hidrógeno que determine el mercado del hidrógeno al 2050.

No.	Nombre	En desarrollo	Aplicación
1	HDF - Los cabos	x	Generación energía
2	Dahma Energy	x	Feedstock, movilidad, marítimo
3	Delicias Solar	x	Generación energía
4	CFE - Fuel Cells	x	Generación energía



Paraguay



Mercados potenciales



No.	Nombre	En desarrollo	Aplicación
1	Planta Piloto de Hidrógeno	x	Feedstock, movilidad, marítimo, generación energía
2	Seven Seas Energy Limited	x	Feedstock, movilidad
3	Proyecto de movilidad Villeta - ATOME	x	Feedstock, movilidad, exportación
4	Proyecto de Movilidad Itaipau - ATOME	x	Feedstock, movilidad, exportación

Regulación existente

En la actualidad, Paraguay no cuenta con un marco regulatorio específico para el hidrógeno.

Demanda potencial

Paraguay desarrolló el estudio “Hacia la Ruta del Hidrógeno Verde” en donde se propone al hidrógeno verde como un vector de descarbonización principalmente para el sector de transporte.



Uruguay



Mercados potenciales



No.	Nombre	En desarrollo	Aplicación
1	H2U (Antiguo Proyecto Verne)	x	Movilidad
2	Tambor Green Hydrogen Hub	x	E-fuels

Regulación existente

Regulación/ Estrategias	Qué define
Hoja de Ruta de H2	Publicada en 2022.
Ley N° 16, 906	Ley de Inversiones que brinda un marco de incentivos y exenciones para proyectos de H2.

Demanda potencial


Meta 2030: 20.000 toneladas anuales

Meta 2040: 650.000 toneladas anuales



Perú



 En operación

Mercados potenciales



No.	Nombre	En operación	Aplicación
1	Industrial Cachimayo	x	Feedstock industrial



Regulación existente

Regulación	Qué define
Decreto Supremo N° 03 -2022	Prioriza la promoción del hidrógeno verde para cumplir los objetivos de transición energética
Decreto Supremo N° 58 -2003 (actualización)	Promueve el ingreso de vehículos eléctricos, híbridos y accionados con hidrógeno verde.

Demanda potencial

Perú se encuentra en proceso de licitación para el desarrollo de la hoja de ruta en donde se definirá el mercado futuro.



Bolivia



Mercados potenciales

Por definir

No.	Nombre	En desarrollo	Aplicación
1	Planta producción H2 Oruro, H2Bolivia S.A.	x	Feedstock industrial



Regulación existente

A la fecha, el país no cuenta con ninguna iniciativa de regulación para el hidrógeno.

Demanda potencial

Bolivia planea publicar su hoja de ruta del hidrógeno para el 2023 definiendo a su vez la oferta y demanda esperada.



El Salvador



Mercados potenciales



Regulación existente

El Salvador no cuenta con un marco regulatorio para el H₂.

Demanda potencial

El Salvador se encuentra desarrollando su hoja de ruta en donde se planea definir su mercado a futuro.



Ecuador



Mercados potenciales

Por definir

Regulación existente

Ecuador no cuenta con un marco regulatorio para el H₂.

Demanda potencial

No se cuenta con estudios que determinen el mercado del H₂. Se anunció a comienzos del 2022 el interés de Ecuador en desarrollar la hoja de ruta de hidrógeno.



República Dominicana



Mercados potenciales



Regulación existente

Regulación	Qué define
Ley N° 57-07	Incentivos al Desarrollo de Fuentes Renovables incluyendo equipos de producción de H ₂ verde.
Ley N° 103-13	Incentivos a la exportación de vehículos de energía no convencional entre los que se incluye los FCEV.

Demanda potencial

No se cuenta con estudios que determinen el mercado del H₂.

Mensajes clave



América Latina y el Caribe cuentan con una **ubicación geográfica estratégica y abundantes recursos renovables que favorecerán la producción de hidrógeno verde** competitivo a nivel mundial y acceso a mercados de América del Norte, Europa y Asia.



El liderazgo de países como Chile, Colombia y Uruguay en el desarrollo de políticas públicas de hidrógeno, incentivos y regulaciones nacionales han despertado el **interés de países de LAC en adoptar al hidrógeno como vector energético** clave para su descarbonización.



El sector privado se posiciona en Latinoamérica y el Caribe como uno de los jugadores claves en **acelerar el establecimiento de un mercado de hidrógeno competitivo a través del despliegue de proyectos** en aquellas localidades con recursos renovables y puertos para la exportación de hidrógeno o portadores.



Posicionar a Latinoamérica y el Caribe como una región próspera en el mercado internacional del hidrógeno se llevará a cabo a través de las **sinergias que se establezcan entre sus países**, compartiendo lecciones aprendidas y buscando desarrollar una hoja de ruta de hidrógeno regional que englobe los compromisos de cada uno los países de LAC.

Bibliografía

4eChile (Julio, 2022). Cadena de valor del hidrógeno verde. Obtenido de <https://4echile.cl/recursos/cadena-de-valor-h2/>

AH2BioBio (2021). Manual del hidrógeno verde. Obtenido de <http://www.ah2vbiobio.cl/recursos/>

Goldman Sachs (2022). Carbonomics: The Clean Hydrogen Revolution. Obtenido de <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/gs-research/carbonomics-the-clean-hydrogen-revolution/carbonomics-the-clean-hydrogen-revolution.pdf>

IEA (2021). Global Hydrogen Review 2021. Obtenido de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5bd46d7b-906a-4429-abda-e9c507a62341/GlobalHydrogenReview2021.pdf>

IEA (2021). Hydrogen in Latin America. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/hydrogen-in-latin-america>

IRENA (2022). Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor. Abu Dhabi.

Acrónimos

CCUS	Captura, uso y almacenamiento de carbono, del inglés Carbon Capture, Use and Storage
CO₂	Dióxido de carbono
CSP	Central térmica solar, del inglés Concentrated Solar Power
DRI	Hierro de reducción directa, del inglés Direct Reduced Iron
FCEV	Vehículo eléctrico de celda de combustible, del inglés Fuel Cell Electric Vehicle
GW	Gigavatios
h	hora
H₂	Hidrógeno
kg	Kilogramo
kton	Kilotoneladas
ktpa	Kilotoneladas por año, del inglés Kilotonnes per annum
L	Litro
LAC	Latinoamérica y el Caribe
LHV	Poder calorífico inferior, del inglés Low Heating Value
LOHC	Líquidos orgánicos portadores de hidrógeno, del inglés Liquid Organic Hydrogen Carriers
Mton	Millones de toneladas
MW	Megavatio
N/A	No disponible, del inglés Not Available
Nm³	Normo metro cúbico
O₂	Oxígeno
PCH	Pequeñas centrales hidroeléctricas
PEM	Membrana de intercambio de protones, del inglés Proton Exchange Membrane
SOEC	Celda electrolizadora de óxido sólido, del inglés Solid Oxide Electrolyzer Cell
USD	Dólar americano, del inglés United States Dollar