



Hidrógeno Verde: criterios de sostenibilidad desde PtX Hub Berlín

Noviembre 2023 Catalyzing Sustainable Green Hydrogen Fuels and Feedstocks

www.ptx-hub.org

Actions PtX Hub Colombia

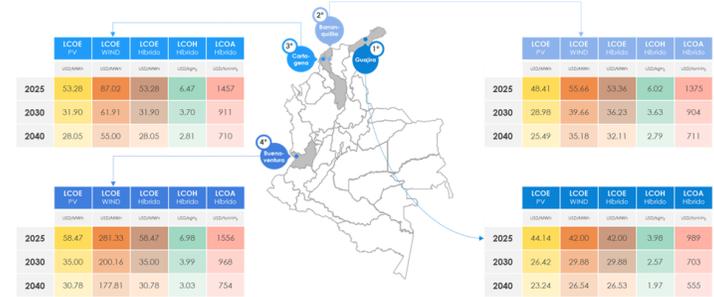
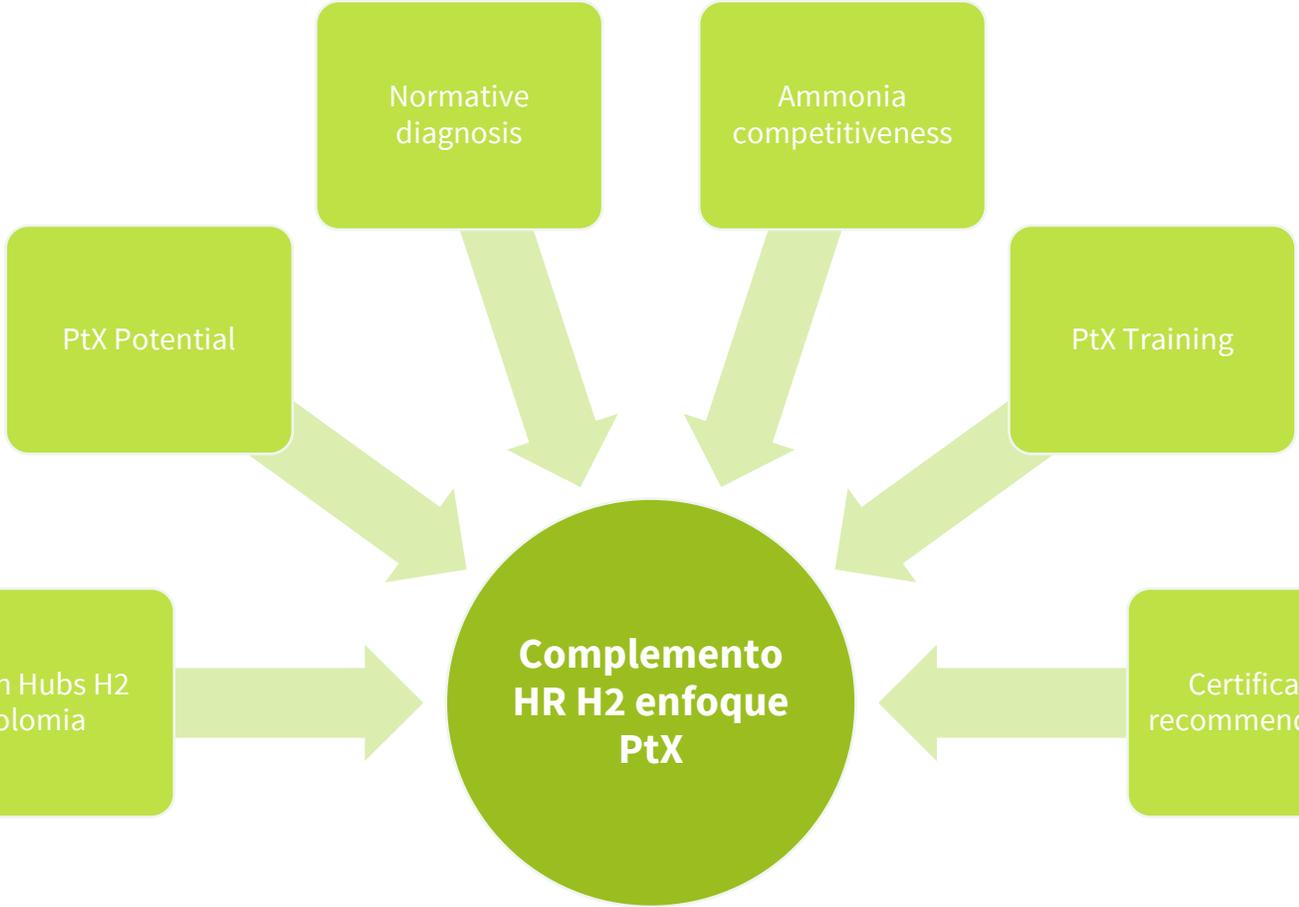
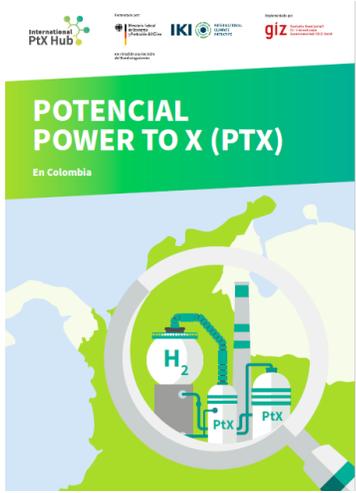


Figura 47. Cálculo de LCOA híbrido por región en Colombia de 2025-2040



Energía



Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Implemented by
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

CONTENIDO

1

USO ACTUALES H2

2

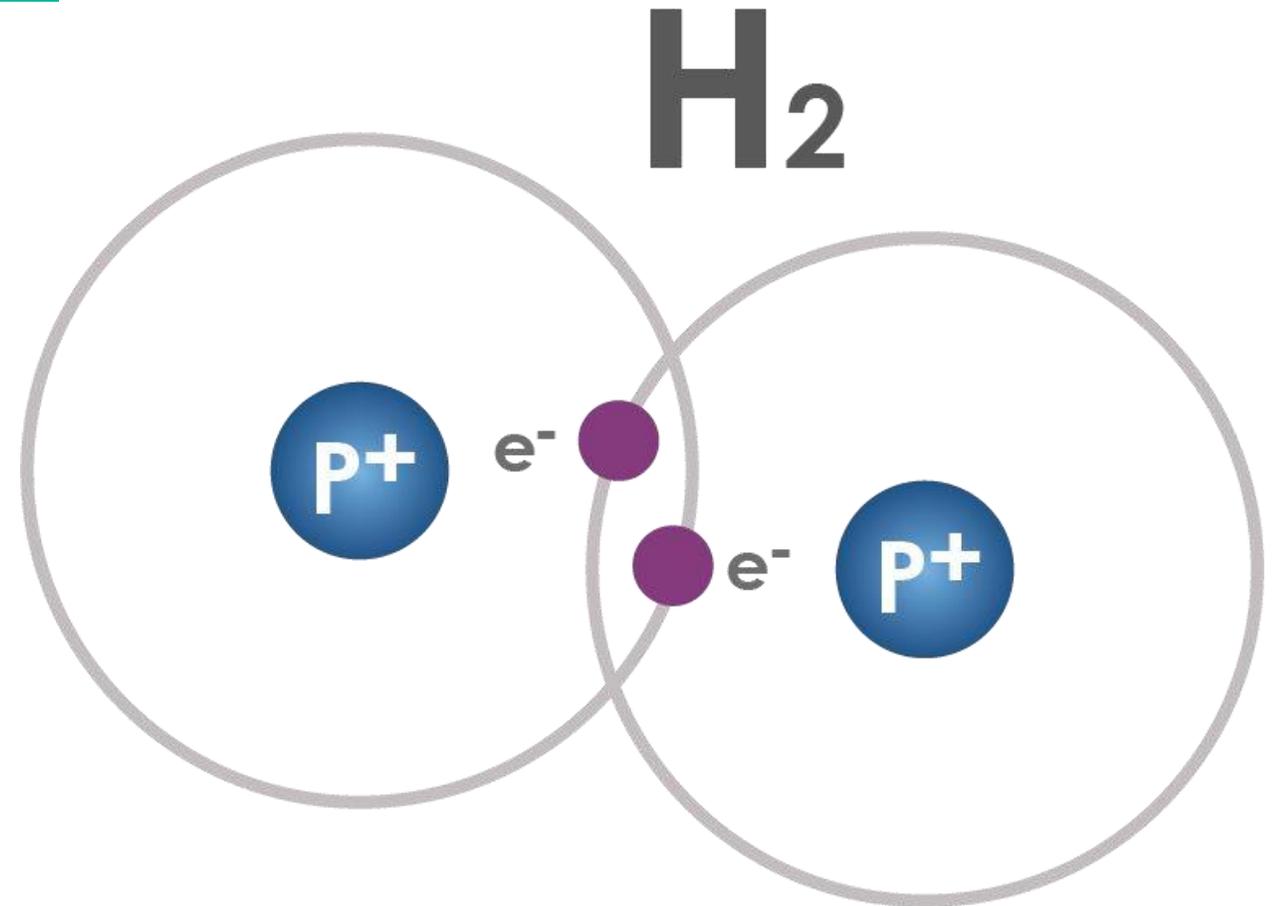
MERCADO POTENCIAL H2
VERDE

3

PTX- HUB COLOMBIA – BMWK,
GIZ y MinEnergia

¿QUE ES EL HIDRÓGENO?

<p>1</p> <p>H</p> <p>Wasserstoff</p> <p>1,00794</p>	<p>1</p>  <p>Wasserstoff</p> <p>1,00794</p>	<p>1</p>  <p>Wasserstoff</p> <p>1,00794</p>
<p>1</p>  <p>Wasserstoff</p> <p>1,00794</p>	<p>1</p>  <p>Wasserstoff</p> <p>1,00794</p>	



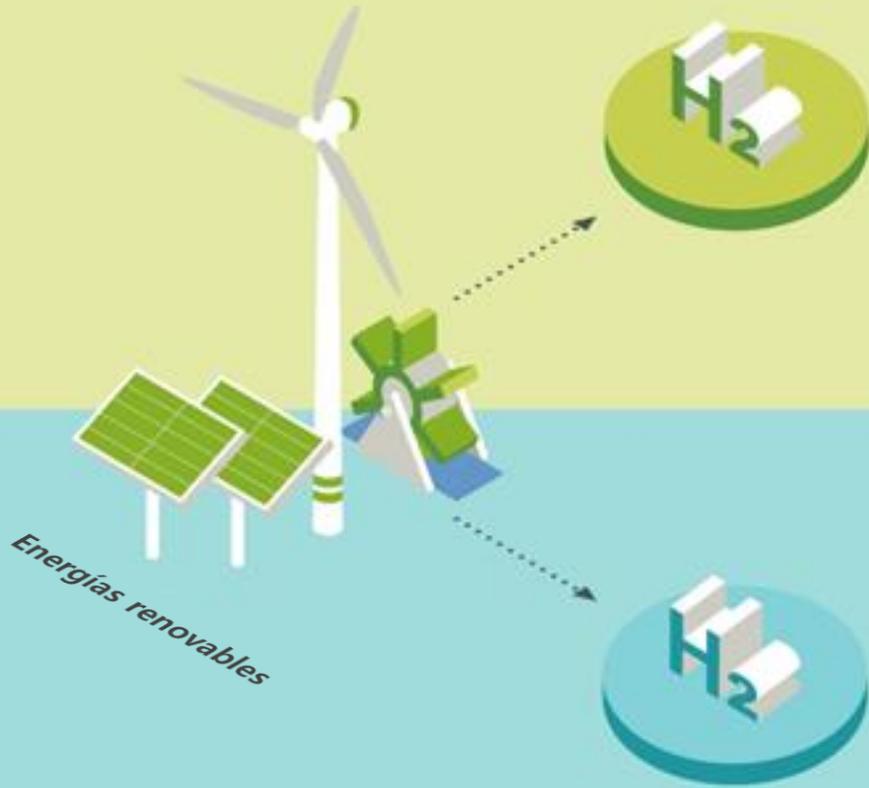
El hidrógeno el gas más ligero del universo y abundante en el universo (75% de la materia visible).

Descubierto en el año 1766 por Henry Cavendish.

1kg de H₂ tiene muchísima energía, pero lograr almacenarlo implica energía y tecnología.

Hidrógeno verde

- Se produce mediante electrólisis de hidrógeno a partir de energías renovables
- El hidrógeno verde no contiene CO₂



HIDRÓGENO

Hidrógeno gris

- Se produce a partir de combustibles fósiles mediante reformado por vapor ($\text{CH}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{C}$)
- Se libera CO₂ a la atmósfera (CO₂ no neutral)



Hidrógeno turquesa

- Se produce mediante pirólisis de metano (descomposición térmica de CH₄)
- CO₂ neutral si el suministro de calor para reactores proviene de RES



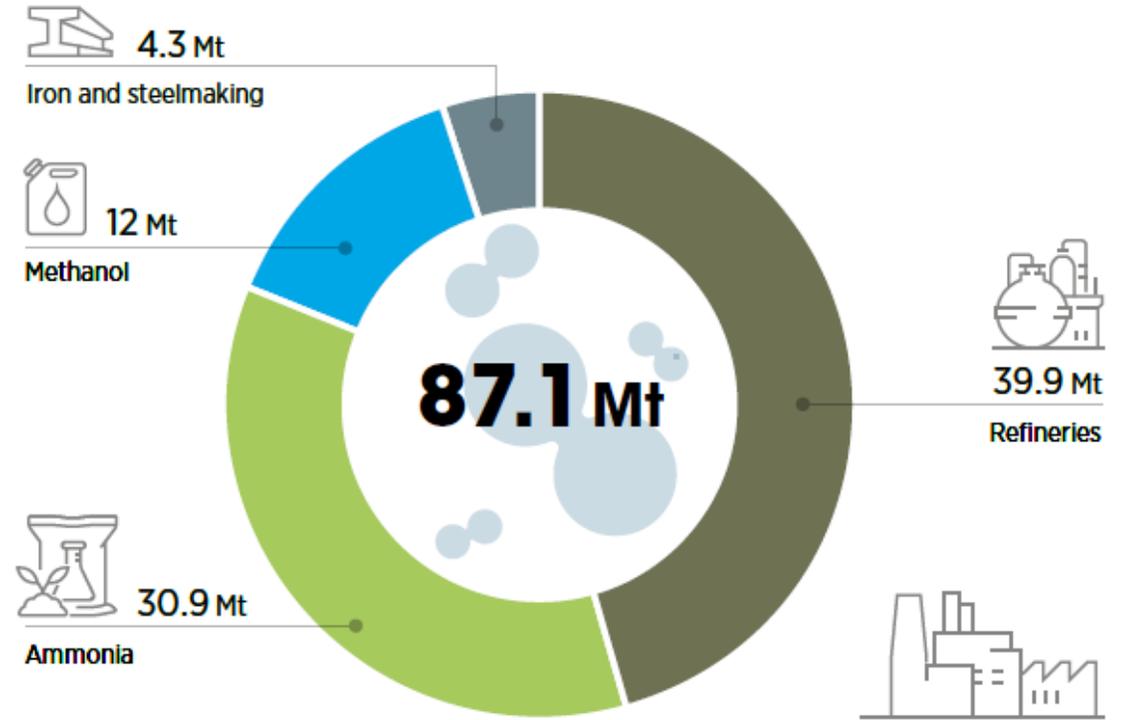
Hidrógeno azul

- Se produce como el hidrógeno gris
- Sin embargo, el CO₂ se captura mediante CCS y se almacena bajo tierra

¿EXISTE HOY UN MERCADO ESTABLECIDO DEL HIDRÓGENO?

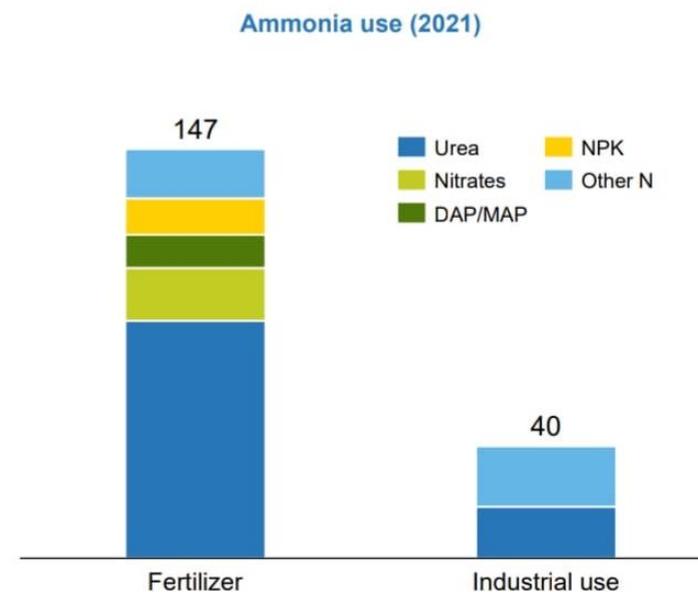
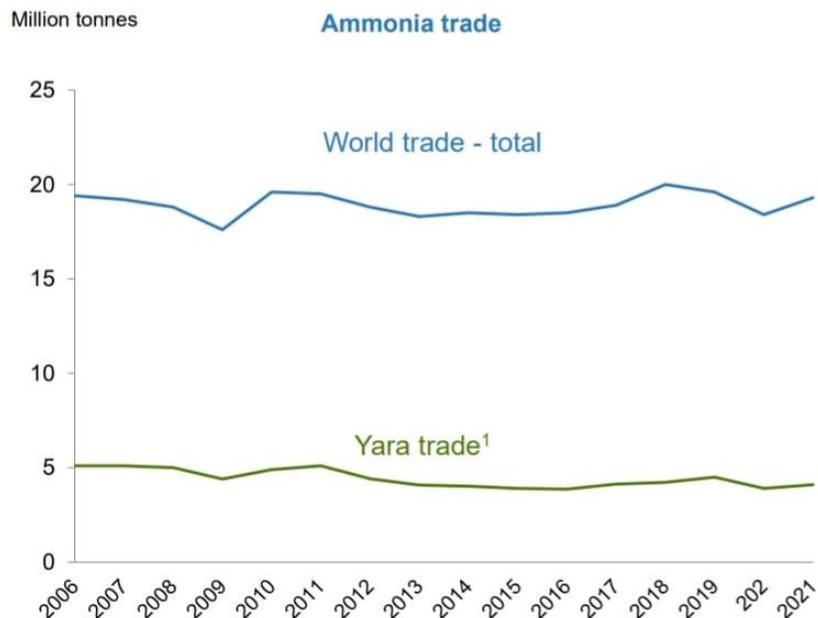


Figure 1.1 Pure hydrogen demand in industry, global, 2020



Fuente: Green Hydrogen for Industry 2022, IRENA

Most of global ammonia production is upgraded to urea and other finished fertilizer



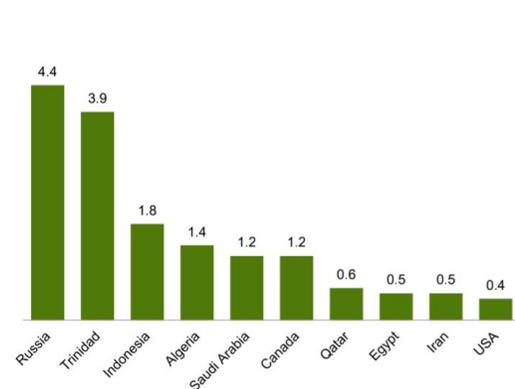
1) From 2019 Yara trade is based on sales volumes in the Yara Clean Ammonia ("YCA") reporting segment, which leads to some minor variations compared with previous years.

Fuente: Fertilizer Market 2022, YARA

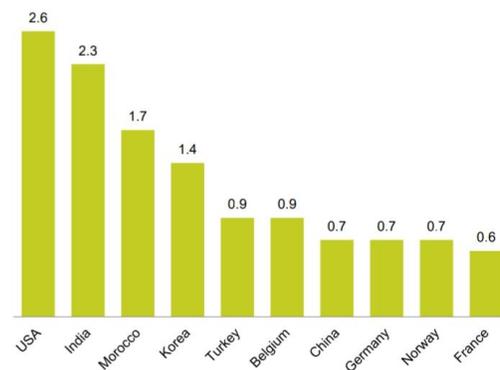


Global ammonia trade

Million tonnes 10 largest exporters (2021)

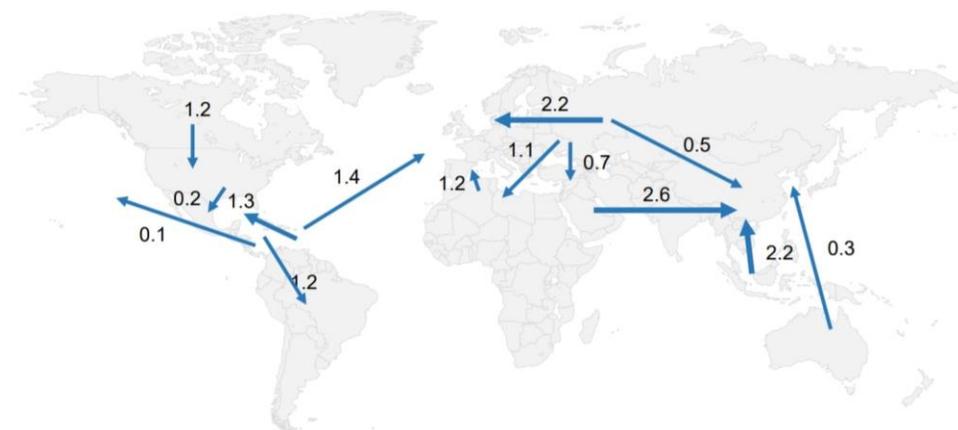


Million tonnes 10 largest importers (2021)



Main ammonia flows 2021

Million tonnes



Source: IFA 2021, 83% of trade shown. Asia deficit equals roughly 0.6 million tons, supplied from Russia and Trinidad



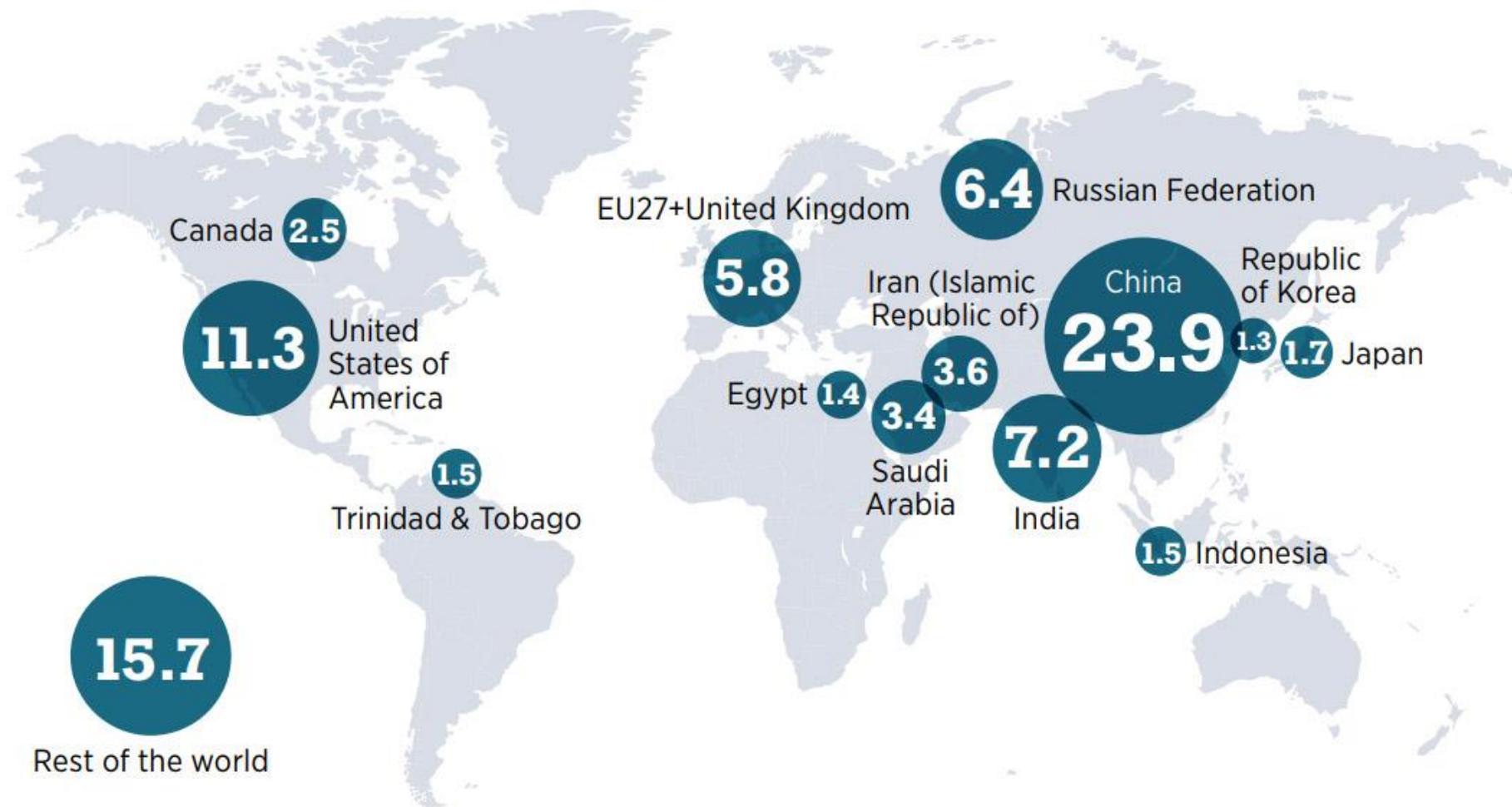
Source: IFA

43



Fuente: Fertilizer Market 2022, YARA

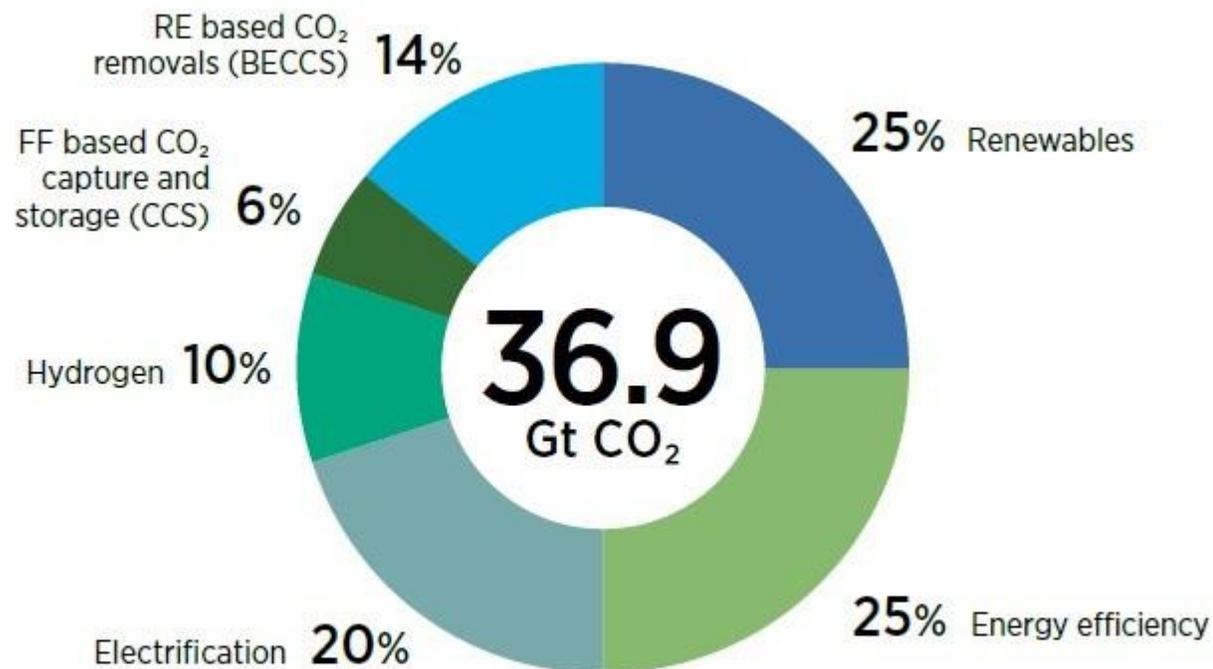
HIDRÓGENO HOY – CONSUMO MILLONES TONELADAS



Fuente: Geopolitics of the Energy Transformation 2002, IRENA

HIDRÓGENO HOY – CAMBIO CLIMATICO Y ESCENARIO 1,5°

FIGURE 1.1. Carbon emission abatements under the 1.5°C scenario

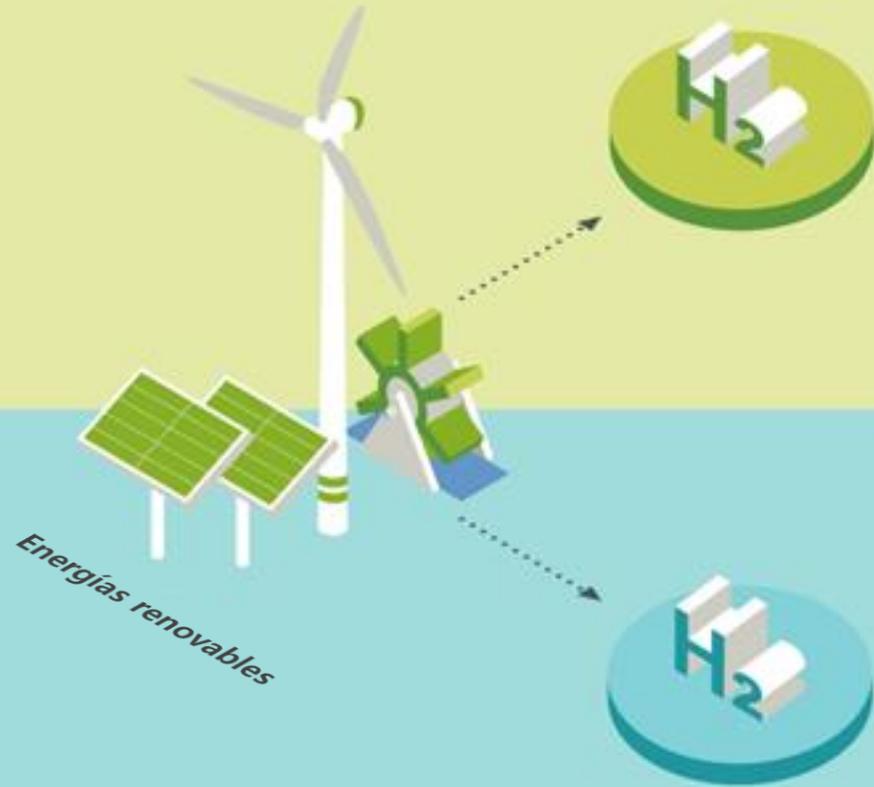


Note: BECCS = bioenergy with carbon capture and storage ; FF = fossil fuel; RE = renewable energy.
Source: IRENA (2022a).

Hoy, la producción de H₂ es responsable de más de 900 Mt de emisiones de carbono. Superó por ejemplo a las emisiones de la aviación mundial, casi 800 Mt, o a las del estado de la UE más contaminante, Alemania, con 635Mt.

Hidrógeno verde

- Se produce mediante electrólisis de hidrógeno a partir de energías renovables
- El hidrógeno verde no contiene CO₂



HIDRÓGENO

Hidrógeno gris

- Se produce a partir de combustibles fósiles mediante reformado por vapor ($\text{CH}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{C}$)
- Se libera CO₂ a la atmósfera (CO₂ no neutral)



Hidrógeno turquesa

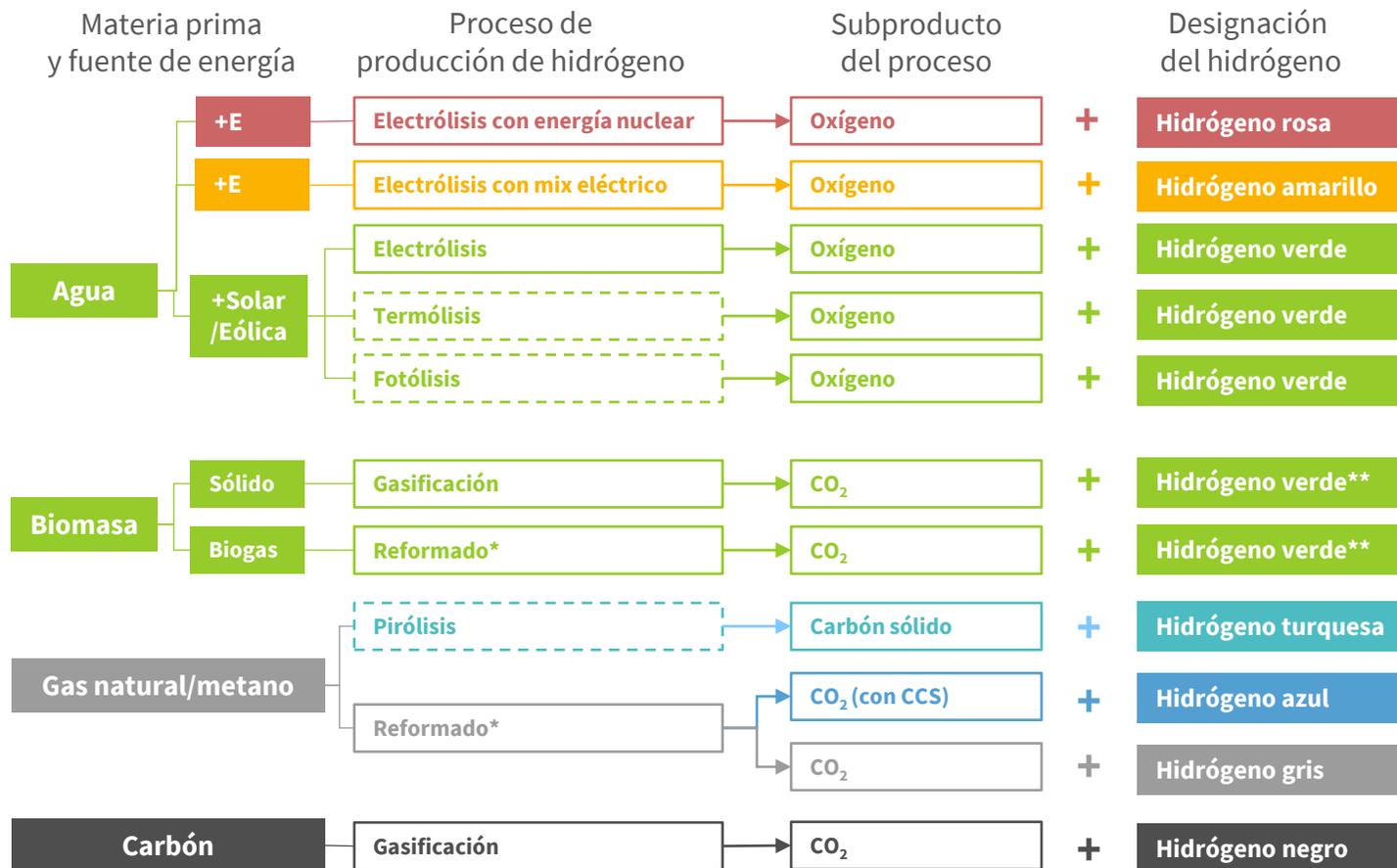
- Se produce mediante pirólisis de metano (descomposición térmica de CH₄)
- CO₂ neutral si el suministro de calor para reactores proviene de RES



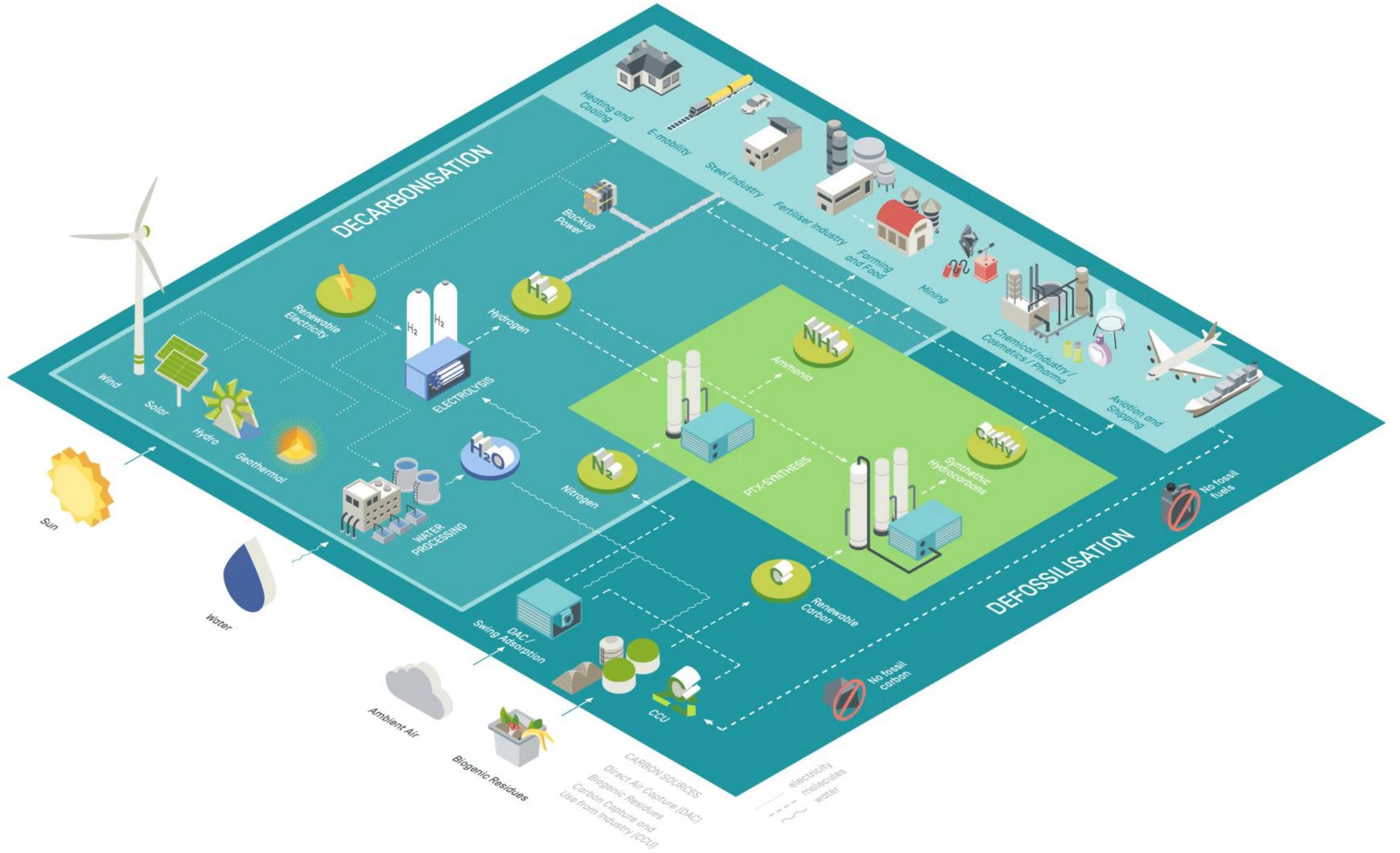
Hidrógeno azul

- Se produce como el hidrógeno gris
- Sin embargo, el CO₂ se captura mediante CCS y se almacena bajo tierra

LOS COLORES DEL HIDRÓGENO – EMISIONES ASOCIADAS



Hablamos de colores de forma didáctica de acuerdo a la forma de producción. Pero, las **emisiones GEI asociadas al ciclo de vida son lo relevante**. De momento, la producción.



HIDRÓGENO VERDE ¿CÓMO SE PRODUCE?

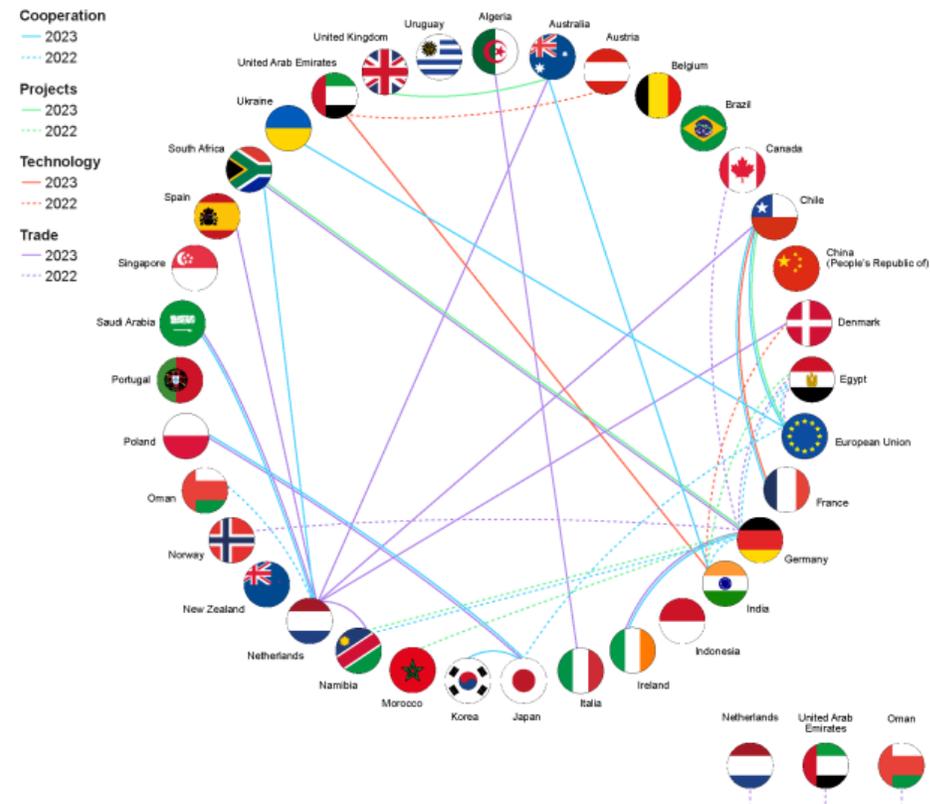
- 1 Kg Hidrógeno requiere 55 a 65 KWh aproximadamente energía renovable.
- 1 Kg Hidrógeno requiere 9 litros de agua.
- Los electrolizadores no requieren mucho espacio. Pero, si se debe tener en cuenta el lugar para las energías renovables asociados a la producción de hidrógeno.
- En **Colombia, se considera hidrógeno verde** “es a partir de **Fuentes No Convencionales de energía** Renovable, tales como la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, el calor geotérmico, la solar, los mareomotriz, entre otros.” Ley 2099/2021.

HIDRÓGENO VERDE - MERCADO POTENCIAL

FIGURE 1.3 Hydrogen strategies published or under development, July 2022



Figure 6.4 Co-operation agreements between governments on hydrogen since August 2022.



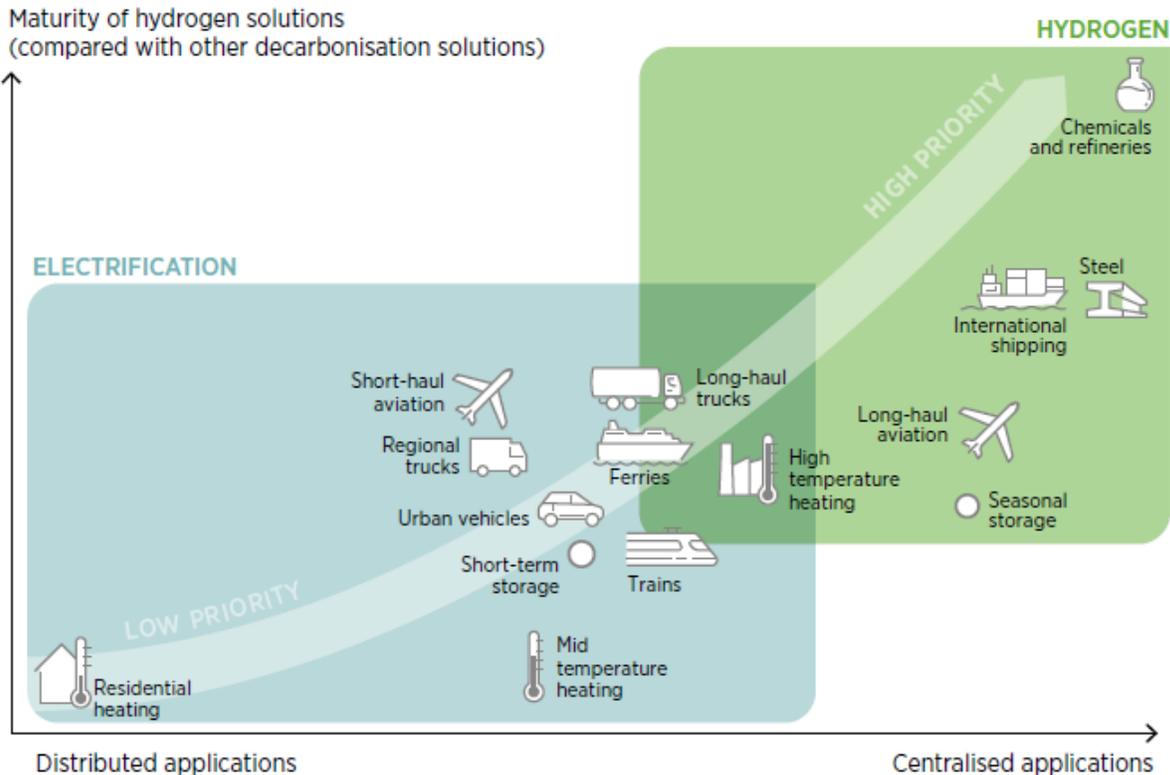
Fuente: Hydrogen Review 2023, IEA

Fuente: Geopolitics of the Energy Transformation 2022, IRENA



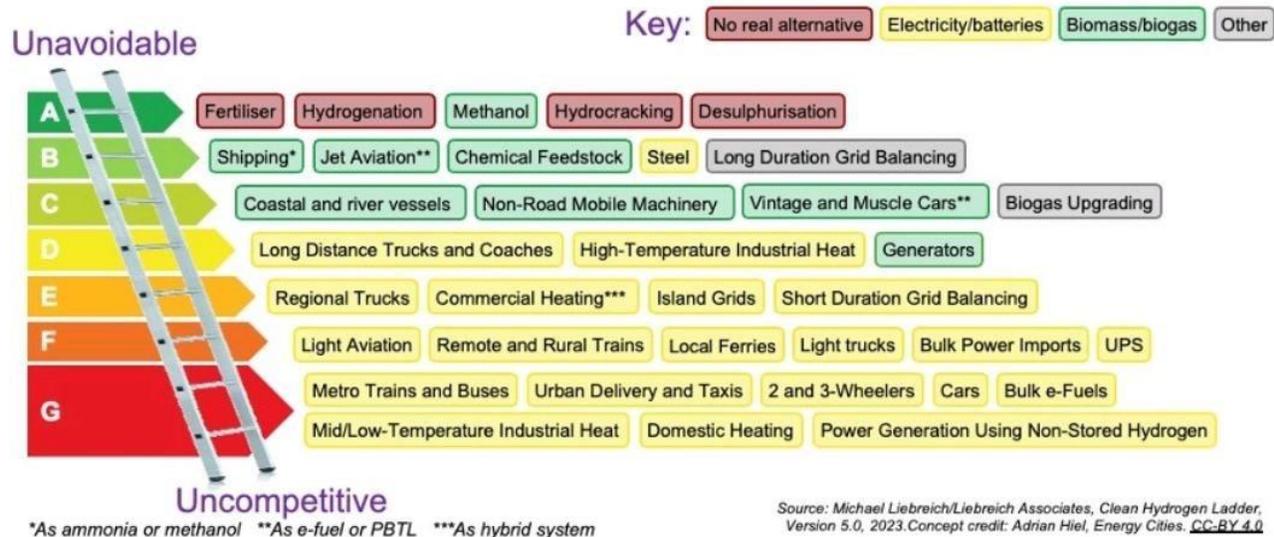
HIDRÓGENO VERDE – MERCADO POTENCIAL

Figure S.3 Clean hydrogen policy priorities



Hydrogen Ladder 5.0

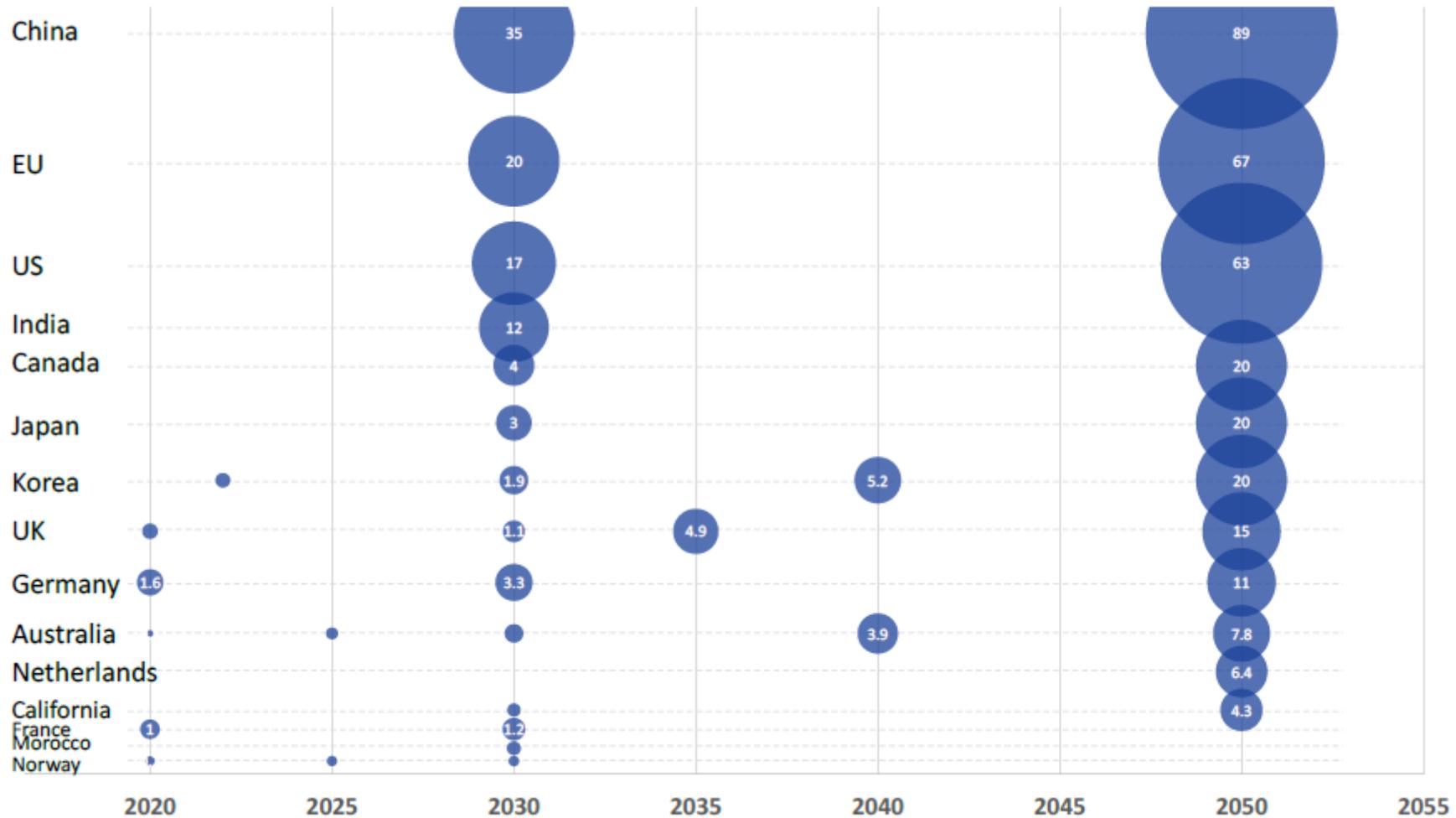
Liebreich Associates



The Hydrogen Ladder, Version 5.0

Fuente: Geopolitics of the Energy Transformation 2022, IRENA

DEMANDA ANUAL ESPERADA – MILLONES TONELADAS



Fuente:
International Trade Rules for Hydrogen and its Carriers
2022, IPHE

HIDRÓGENO VERDE – MERCADO POTENCIAL 2050

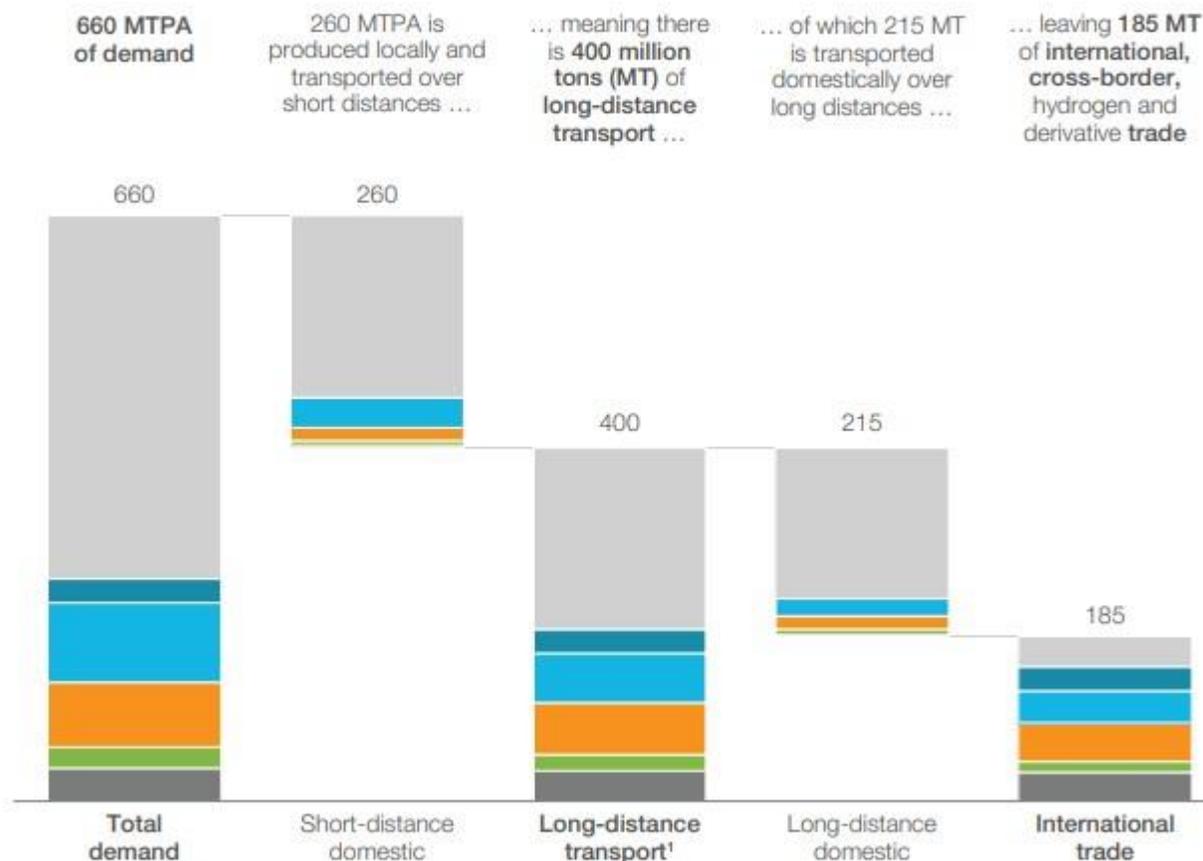
Annual hydrogen production, optimized reference-case scenario, million tons per annum

Low-carbon Renewable Gray



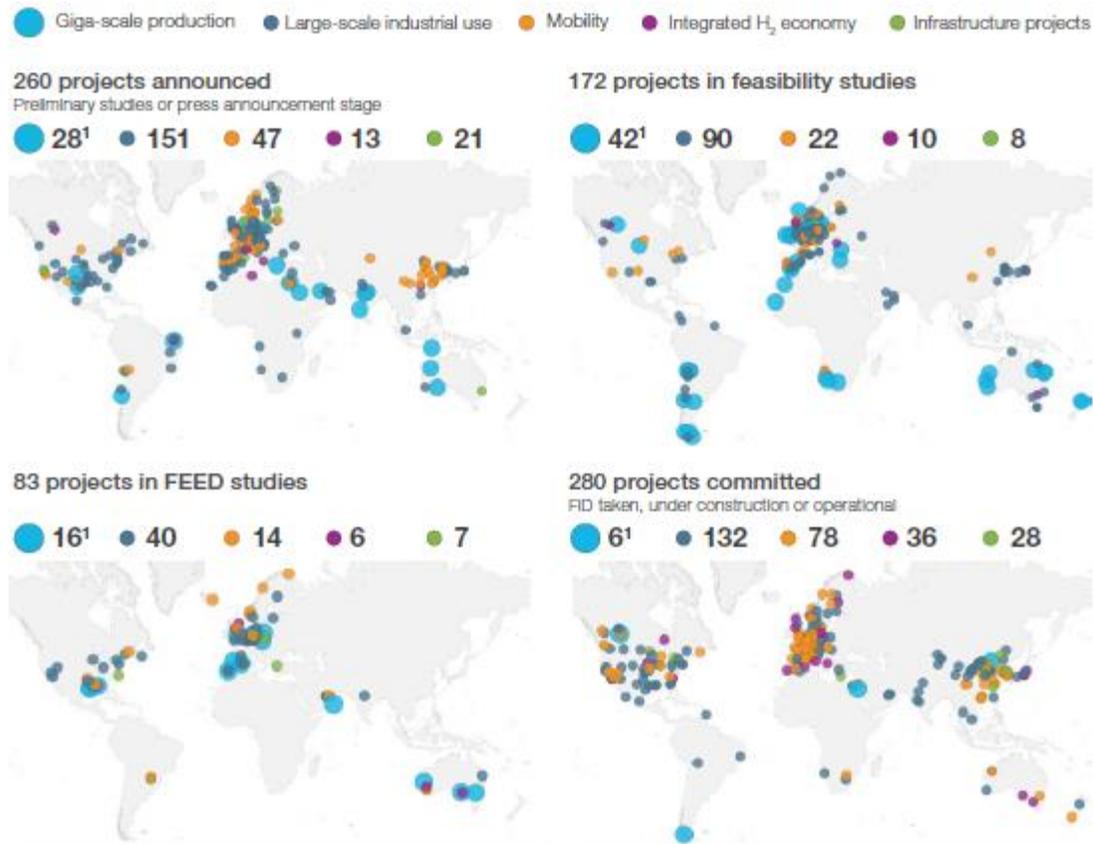
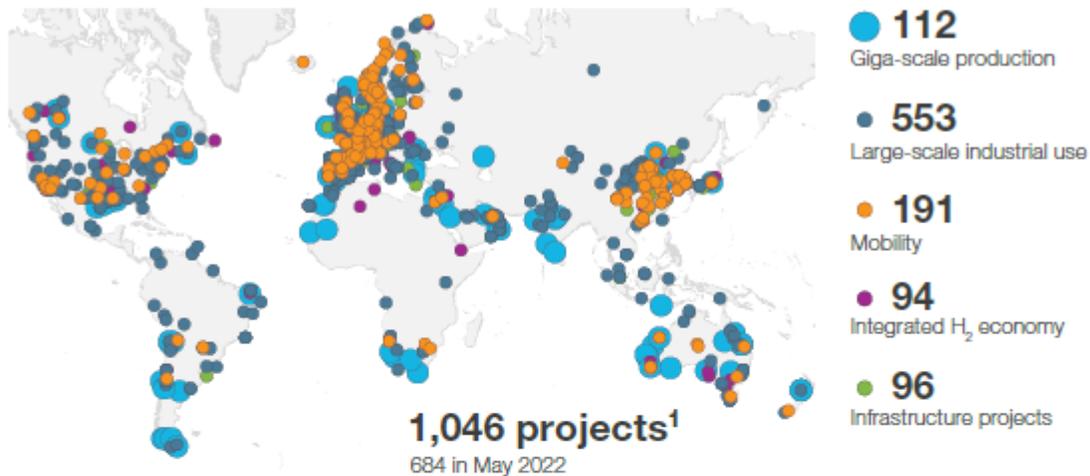
Hydrogen and derivative supply, 2050, million tons per annum (MTPA)

Green steel Methanol Synthetic kerosene Ammonia Shipped hydrogen Pipeline



Fuente: Hydrogen Insights 2023, Hydrogen Council

HIDRÓGENO VERDE – MERCADO POTENCIAL (RETOS LLEGAR AL FID)



795 projects with full or partial commissioning (COD) by 2030

+251 projects without specified COD or COD post-2030 (not shown)

1. For multiphase projects, phase 1 decides the project maturity
Source: Project & Investment tracker, as of Jan 31, 2023

Fuente: Hydrogen Insights 2023, Hydrogen Council

HIDRÓGENO VERDE – MERCADO POTENCIAL (RETOS CUMPLIR OBJETIVOS 2030)



2030: CONSUMO 20 Millones de toneladas; PRODUCIDO UE: 10 Millones toneladas. IMPORTADO: 10 Millones de toneladas.

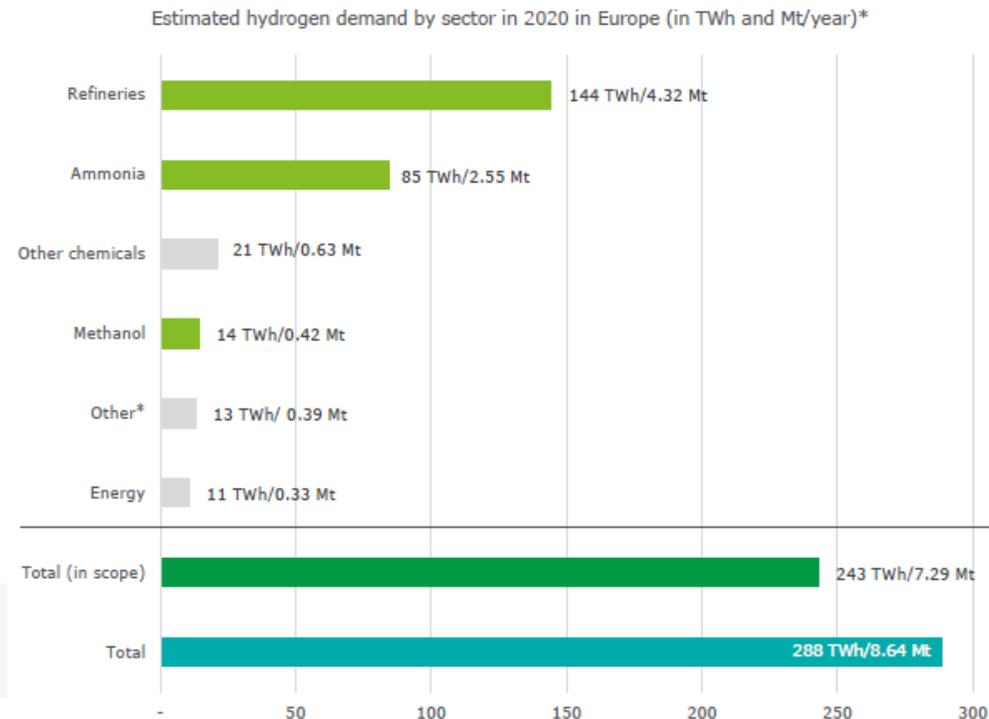
Demand projection

In 2020, hydrogen demand in Europe was 288 TWh with refineries, ammonia, and methanol plants accounting for 84% of total hydrogen demand

Hydrogen demand by sector in 2020 (in TWh/year)

- In March 2022, the Fuel Cells and Hydrogen Observatory (FCHO) estimated hydrogen demand in 2020 in the Europe* to be **288 TWh (8.65 Mt)**⁽¹⁾.
- Accounting for almost 75% of total demand, the main consumers of hydrogen were:
 - Germany (20%)
 - the Netherlands (15%)
 - Poland (9%)
 - Spain (7%)
 - Italy (7%)
 - France (6%)
 - Belgium (5%)
 - and the UK (5%).
- The **industrial sector** is currently the main user of hydrogen, with the oil hydrogenation process in **refineries** (144 TWh or 4.4 Mt), **ammonia** (85 TWh or 2.5 Mt) and **methanol** (14 TWh or 0.4 Mt) production **accounting for about 84%** of total hydrogen demand.
- According to the FCHO, the "other chemicals", "other" and energy sectors together represent a grey hydrogen demand equivalent to 45 TWh (1.3 Mt), or 16% of the hydrogen demand in Europe. These segments⁽²⁾ of the current hydrogen demand **are out of scope of this study**.

Note: the "Other" category covers the demand from small to medium scale hydrogen users, including the food industry, glass manufacturing, automotive, generator cooling in the power sector, metal welding and cutting, electronics, research labs and other small-scale applications.



Sources: (*) Europe is defined as the EU27+UK+Norway+Switzerland. (1) FCH JU, 2019. (3) FCHO, 2022. (2) Covering mainly small to medium scale hydrogen users, such as some chemical plants as well as the food industry, glass manufacturing, automotive, generator cooling in the power sector, metal welding and cutting, electronics, research labs etc.

www.clean-hydrogen.europa.eu

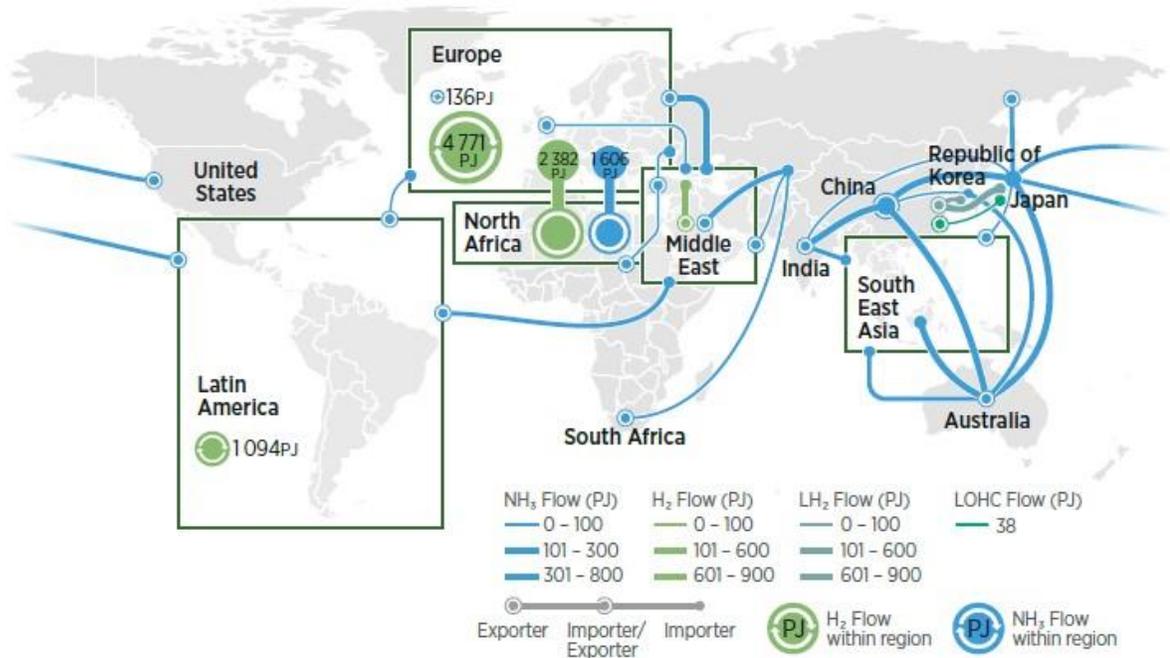
Study on hydrogen in ports and industrial coastal areas

70

Fuente: Study on hydrogen in ports and industrial coastal areas 2023, Clean Hydrogen Partnership

HIDRÓGENO VERDE – MERCADO POTENCIAL LAC

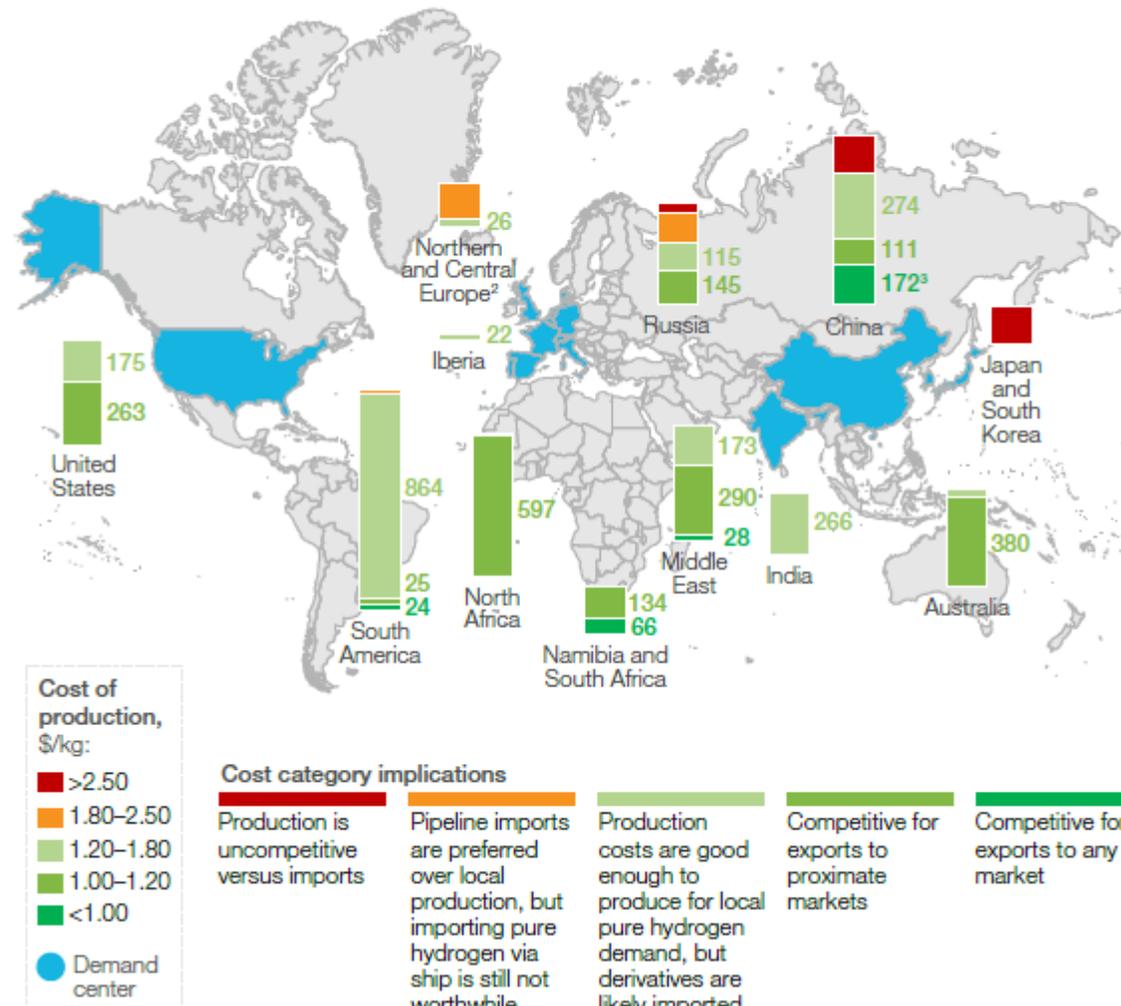
FIGURE 3.13. Global hydrogen trade map under *optimistic* technology assumptions In 2050



Note: Optimistic capital expenditure assumptions for 2050: photovoltaic (PV): USD 225-455/kW. Onshore wind: USD 700-1070/kW. Offshore wind: USD 1275-1745/kW. Electrolyser: USD 130/kW. Weighted average cost of capital as per 2020 values without technology risks across regions. Green hydrogen potential is based on assessing land availability for solar PV and wind. Demand is in line with a 1.5°C scenario from *World Energy Transitions Outlook 2022* IRENA (2022a).

Disclaimer: This map is provided for illustration purposes only. Boundaries and names shown on this map do not imply the expression of any opinion on the part of IRENA concerning the status of any region, country, territory, city, or area or of its authorities, or concerning the delimitation of frontiers or boundaries.

Hydrogen production potential,¹ 2050, million tons per annum

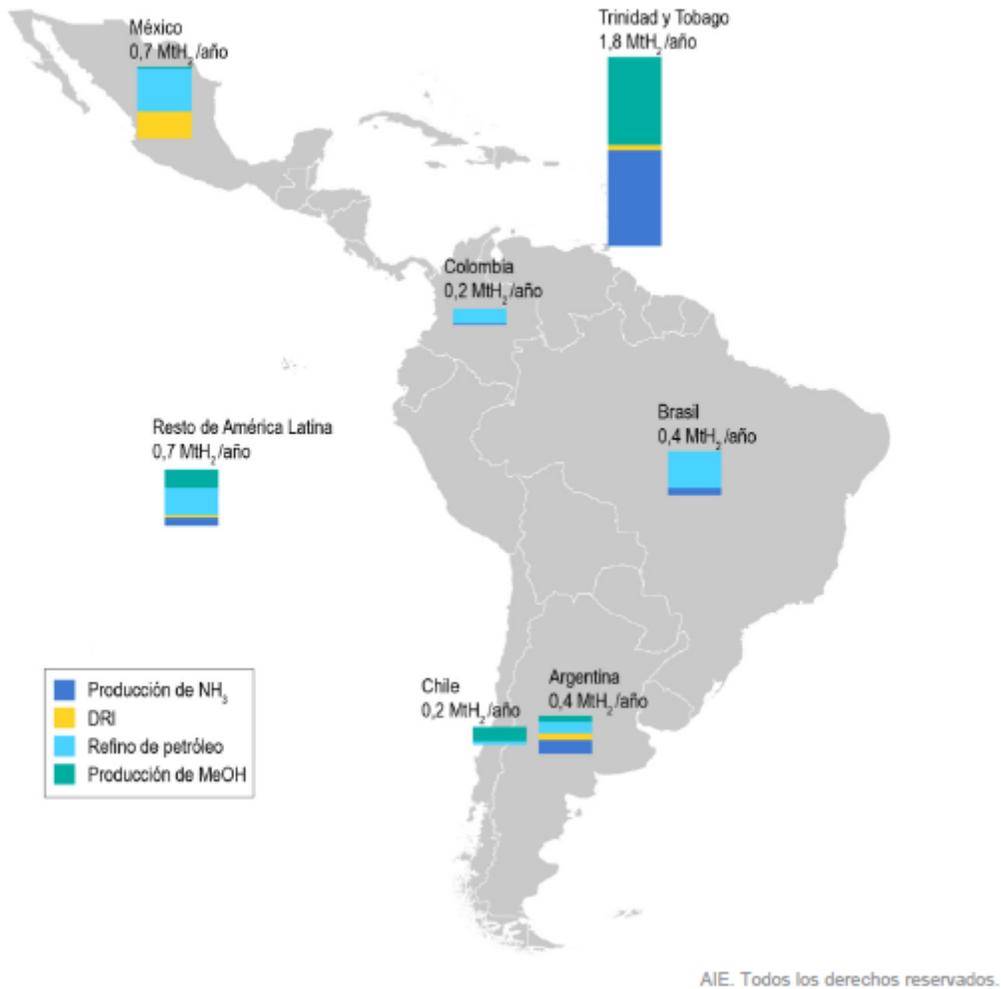


Fuente: Hydrogen Insights 2023, Hydrogen Council

Fuente: Geopolitics of the Energy Transformation 2022, IRENA

HIDRÓGENO VERDE – MERCADO POTENCIAL LAC

Figura 1 Demanda de hidrógeno en América Latina, 2019



Fuente: Hidrogeno en America Latina 2002, IEA



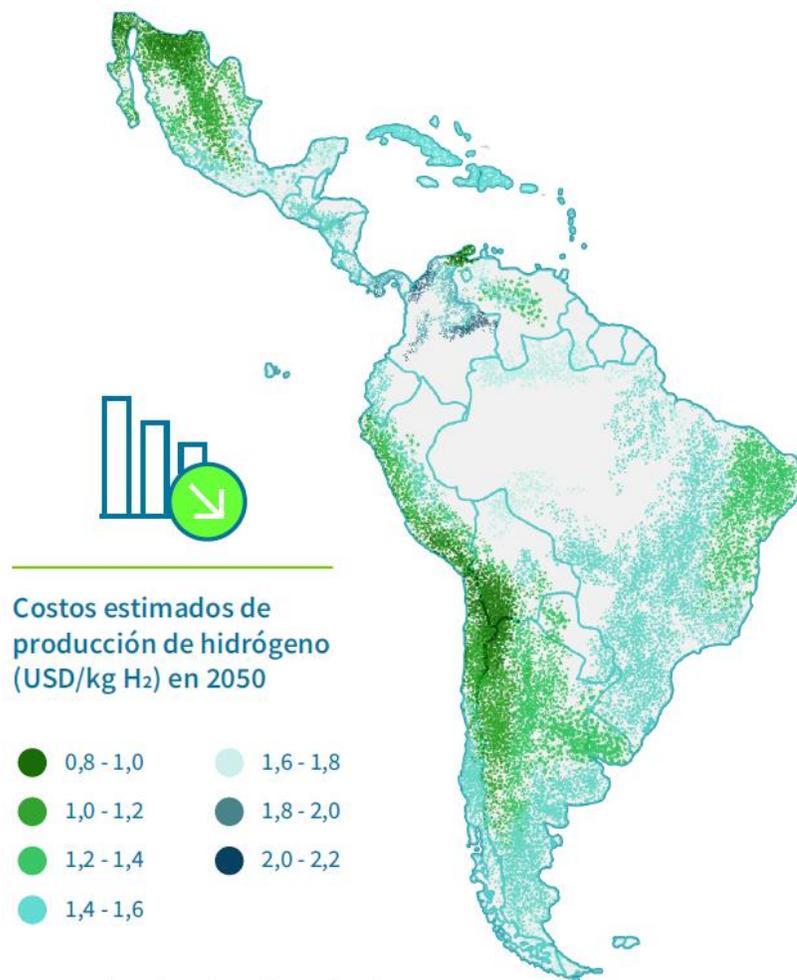
Figure 5: Hydrogen policies in American countries [1, 31-35]

Fuente: Renewable Hydrogen in LAC 2023, LAC Green Hydrogen Action



HIDRÓGENO VERDE – MERCADO POTENCIAL LAC

2.1.10.2023



Fuente: Hydrogen in Latin America, IEA (2021)



Fuente: Index H₂ LAC. Hínicio & NEE (2022)

HIDRÓGENO HOY – COLOMBIA



136.000 T NH₃/año



90.000 T H₂/año
(Reficar)



50.000 T NH₃/año



HIDRÓGENO VERDE – COLOMBIA OBJETIVOS



METAS NACIONALES DE H₂ DE BAJAS EMISIONES A 2030



Figura 15: Metas de país en materia de hidrógeno a 2030

Fuente: Hoja de Ruta del Hidrógeno, 2021



Fuente: UPME e Hidrógeno Colombia 2023

HIDRÓGENO - COLOMBIA POTENCIAL 2030



DESPLIEGUE MERCADO
NACIONAL E INTERNACIONAL



AMONIACO



COMBUSTIBLES
RENOVABLES

ACUERDOS COMERCIALES A
LARGO PLAZO



FERTILIZANTES
VERDES



ZONAS NO
INTERCONECTADAS



H2
NUEVOS
USOS



GENERACIÓN
DISTRUIDA

MARCO INSTITUCIONAL Y
COORDINACIÓN
STAKEHOLDERS

MENSAJES CLAVE

Dimensión Social:

La transformación de sistemas energéticos y la introducción de nuevas tecnologías PtX siempre tendrá implicaciones sociales. No solo se deberá hacer una transición energética, sino que debe ser una Transición Justa.

Dimensión de Gobernanza:

Compromisos políticos claros, empoderamiento y participación de las partes interesadas.

Normas y certificaciones nacionales e internacionales.

Esquemas de certificación deben proporcionar marcos regulatorios apropiados para aumentar los mercados y el comercio de PtX.

Dimensión Ambiental:

La producción, transporte, almacenamiento y comercio de derivados PtX tienen múltiples implicaciones ambientales. Deben ser cuidadosamente analizados en evaluaciones sistemáticas de riesgos y evaluaciones de impacto ambiental (EIA).

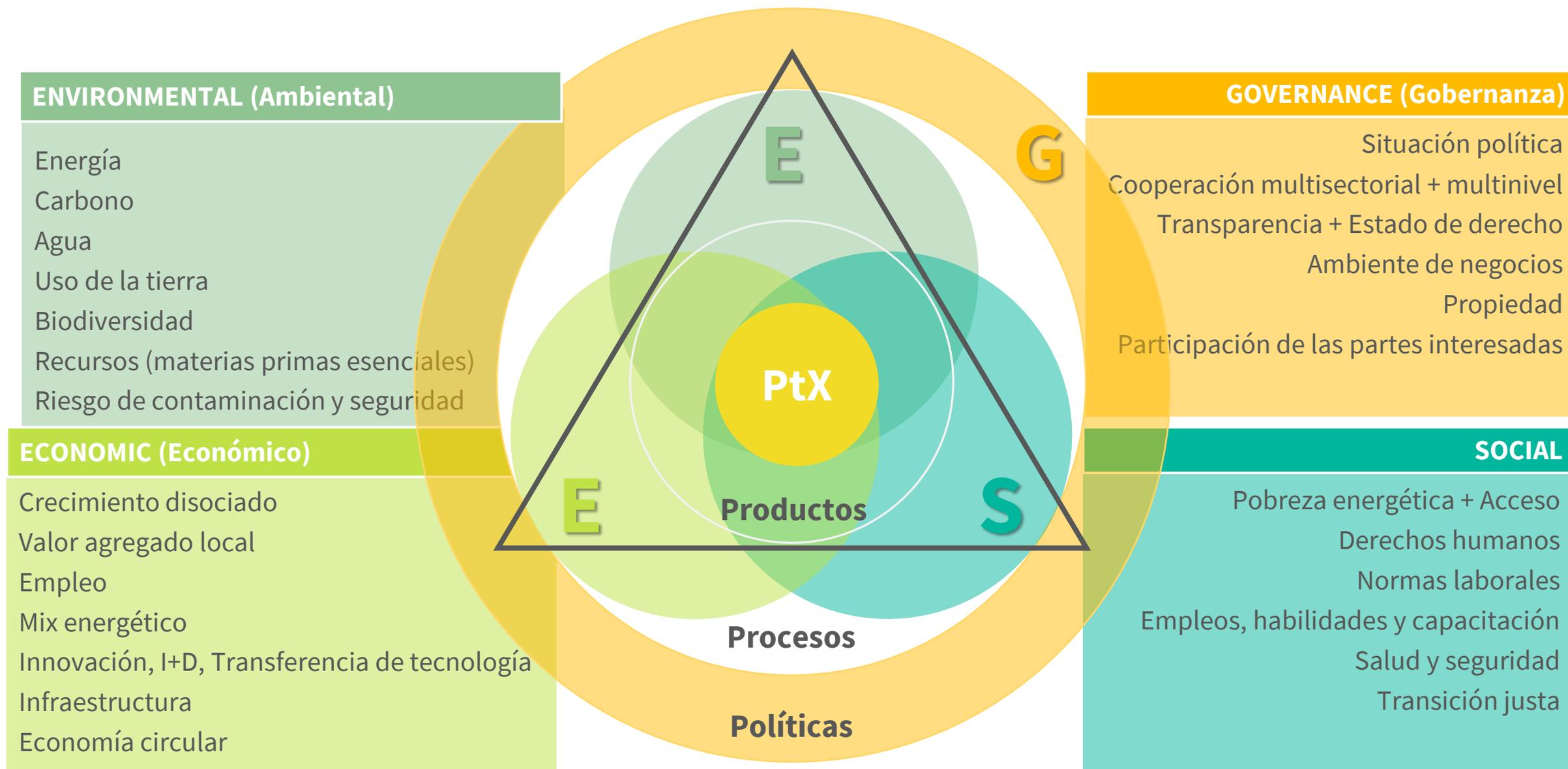
La forma en la que se obtienen y se gestionan recursos como agua, tierra y los minerales es de extrema importancia para evaluar la sostenibilidad de los proyectos de PtX.

Dimensión Económica:

La producción y el comercio de derivados PtX deberían contribuir a mejorar prosperidad económica y bienestar. Deberá sacarse provecho de potenciales “Leap-Frogging” (innovaciones pequeñas e incrementales que permiten generar avances significativos).

Alcances de la sostenibilidad de PtX

EESG: clave para la producción y uso de PtX renovable



RIESGOS

- Prolongación de **estructuras fósiles** y plantas eléctricas
- Escasez **hídrica**
- Deterioro de los **ecosistemas**
- **Conflictos en el uso de la tierra**
- **Corrupción**
- **Deuda**
- **Pobreza energética**
- Disminución de la **aceptación** local de ER
- Falta de conceptos para **reciclaje** + uso sostenible de plantas de ER

Integración de la estrategia PtX en los ODS y las CDN

- Buena gobernanza
- Participación
- Enfoque sistémico
- Valor local
- Mix eléctrico actual
- Deuda pública



Fuente: UNESCO, 2021.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)
Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (CDN)

OPORTUNIDADES

- + **Creación de valor local y empleos**
- + Logros de la **competencia**
- + **IED**
- + Aceleración del **desarrollo de ER**
- + Mejora del **acceso a la energía**
- + Desarrollo y reconstrucción de **infraestructura**
- + **Cumplimiento de la demanda local** de hidrógeno Creación de **asociaciones duraderas**

DIMENSIÓN AMBIENTAL

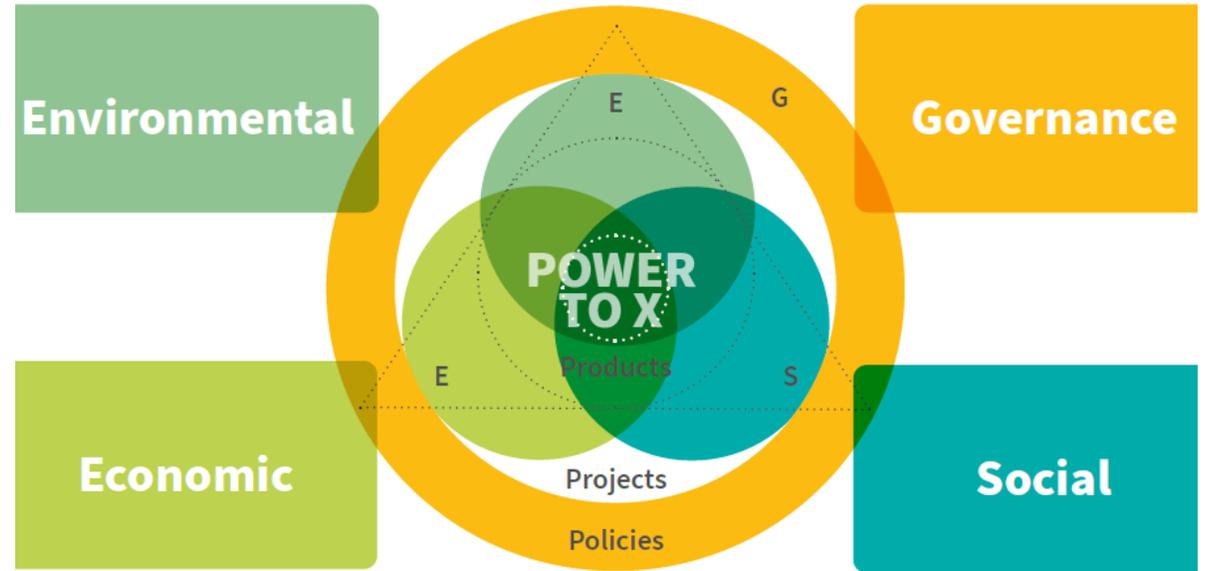
ENV 1: Energía y Ciclo del Carbono

ENV 2: Agua, Tierra y Biodiversidad

ENV 3: Recursos y Reciclaje

ENV 4: Riesgos de contaminación y seguridad

Dimensión Ambiental



Alcances ambientales



La producción de PtX requiere diferentes insumos, desde electricidad hasta insumos materiales. La forma en que se obtienen y gestionan es extremadamente importante para determinar la sostenibilidad medioambiental del producto final.

Energía + Carbono

El suministro eléctrico de PtX siempre debe ser **RENOVABLE + ADICIONAL y correlacionado**. Priorizar fuentes de carbono que garanticen un ciclo cerrado de CO₂. Limitar y eliminar en forma progresiva el uso de fuentes puntuales industriales.

Agua, Tierra + Biodiversidad

El uso de los recursos hídricos no debe agravar el riesgo hídrico regional. Las plantas desaladoras deben respetar estándares estrictos para la gestión de la salmuera y el suministro de electricidad. Aunque las tecnologías PtX requieren mucho menos uso de la tierra que las tecnologías comparables, el despliegue debe evitar áreas con altas reservas de carbono o potencial de biodiversidad.

Recursos + Reciclaje

Reducción de la demanda de materias primas escasas a través de estrategias de prevención, extensión de la vida útil y reciclaje.

Riesgos de contaminación + Seguridad

La producción, el transporte y el almacenamiento de PtX deben respetar estrictos estándares de seguridad y anticontaminación basados en la IEA. Las emisiones vinculadas al transporte y el almacenamiento deben incluirse al evaluar la huella de carbono de PtX.

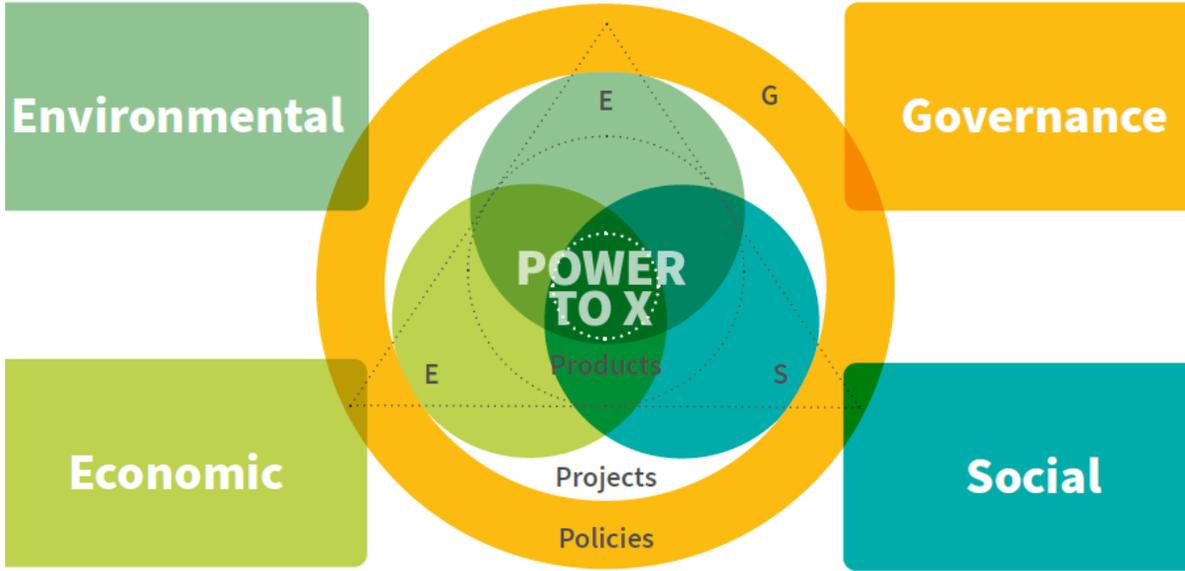
DIMENSIÓN ECONÓMICA

ECO 1: Valor Agregado y crecimiento desacoplado

ECO 2: Matriz Energética y Transformación

ECO 3: Comercio y Transferencia de Tecnología

ECO 4: Inversión y financiamiento público



Dimensión Económica.



La producción y la comercialización de PtX deberían contribuir a mejorar la prosperidad económica y el bienestar. Se deben aprovechar los potenciales saltos de avanzada.

Valor agregado + Crecimiento disociado

PtX puede ofrecer oportunidades para **superar la dependencia de los combustibles fósiles**. La producción también debe integrarse a las redes productivas locales, aprovechando su potencial.

Mix energético + Transformación

PtX debería ser una parte integral de la transición energética. La estabilidad de la red eléctrica de una región debe tenerse en cuenta al evaluar la sostenibilidad de PtX. Se deben considerar opciones para soluciones independientes de la red.

Comercialización+ Transferencia de tecnología

Para algunos países y regiones, PtX ofrece nuevas oportunidades de exportación; sin embargo, esto no debe hacerse a expensas de las prioridades de desarrollo nacional. La transferencia de tecnología, la promoción de la innovación y el desarrollo del conocimiento local son claves.

Infraestructura + Inversión pública

PtX debe incluirse en los esquemas de inversión y financiamiento públicos y privados. Las infraestructuras, como ductos y puertos, deberán ser compatibles con PtX.

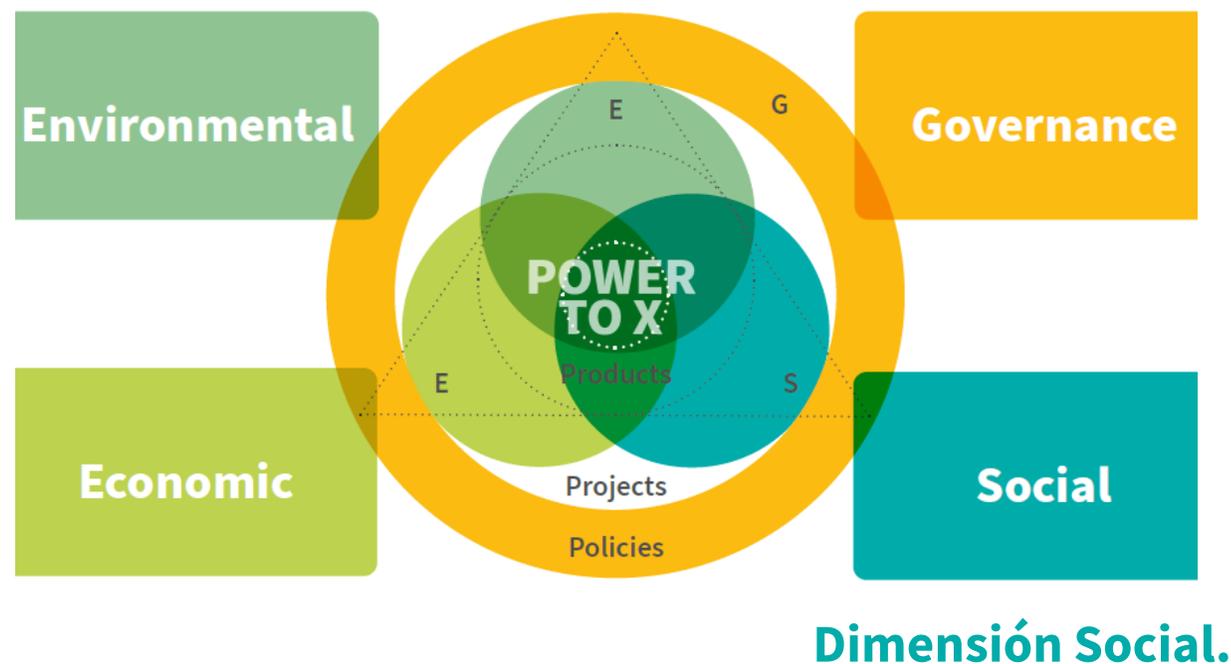
DIMENSIÓN SOCIAL

SOC 1: Acceso a Energía y Recursos

SOC 2: Empleos y Competencias

SOC 3: Derechos Humanos y Estándares Laborales

ECO 4: Seguridad y Salud en el Trabajo





La transformación de los sistemas energéticos y la introducción de nuevas tecnologías como PtX siempre tienen importantes implicancias sociales. Esto no es solo una transición y debe convertirse en una “transición justa”.

Acceso a Energía + Recursos

PtX no debe ser incompatible con el acceso de las personas a los recursos esenciales, que deben garantizarse y monitorearse a lo largo de toda la cadena de valor.

Derechos Humanos + Normas laborales

Los derechos humanos y las normas laborales básicas deben respetarse a lo largo de toda la cadena de valor.
Las evaluaciones de sostenibilidad deben considerar las inquietudes sociales.
Las comunidades y los trabajadores deben tener acceso a las medidas de reparación.

Salud + Seguridad

Los estándares de seguridad de PtX deben seguir estrictas pautas técnicas, con auditorías y actualizaciones constantes.

Empleos + Habilidades

Debe aprovecharse el potencial de creación de empleo local y regional y, cuando sea necesario, debe facilitarse la transición de las industrias de combustibles fósiles a las renovables. Esto implica, p. ej., la capacitación la fuerza laboral.

Alcance social Empleos y Habilidades

TRANSICIÓN JUSTA

Empleos en la transición energética justa Desafíos y políticas



Políticas tecnológicas
Políticas de implementación
Políticas de integración
Habilitación de políticas

Contaminación del aire
Cambio climático
Falta de acceso a la energía
Pobreza energética
Desempleo



Puntos fuertes y límites de la cadena de suministro
Estructuras de combustibles fósiles
Tecnología de productos básicos, dependencia comercial

POLÍTICAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

SISTEMA DE ENERGÍA EXISTENTE



BARRERAS ESTRUCTURALES

POSIBLES AJUSTES LABORALES

ASEGURAR TRABAJOS DECENTES

DIVERSIDAD EN EL TRABAJO

POLÍTICAS DE TRANSICIÓN JUSTA

Desplazamiento espacial
Desplazamiento sectorial
Desplazamiento temporal
Desplazamiento ocupacional

Salarios
Condiciones del lugar de trabajo
Derechos en el trabajo
Negociación colectiva

Género
Minorías
Grupos marginados
Juventud

Políticas financieras
Mercado de trabajo y protección social
Educación y habilidades políticas industriales



On behalf of:
Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

Implemented by
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

DIMENSIÓN GOBERNANZA

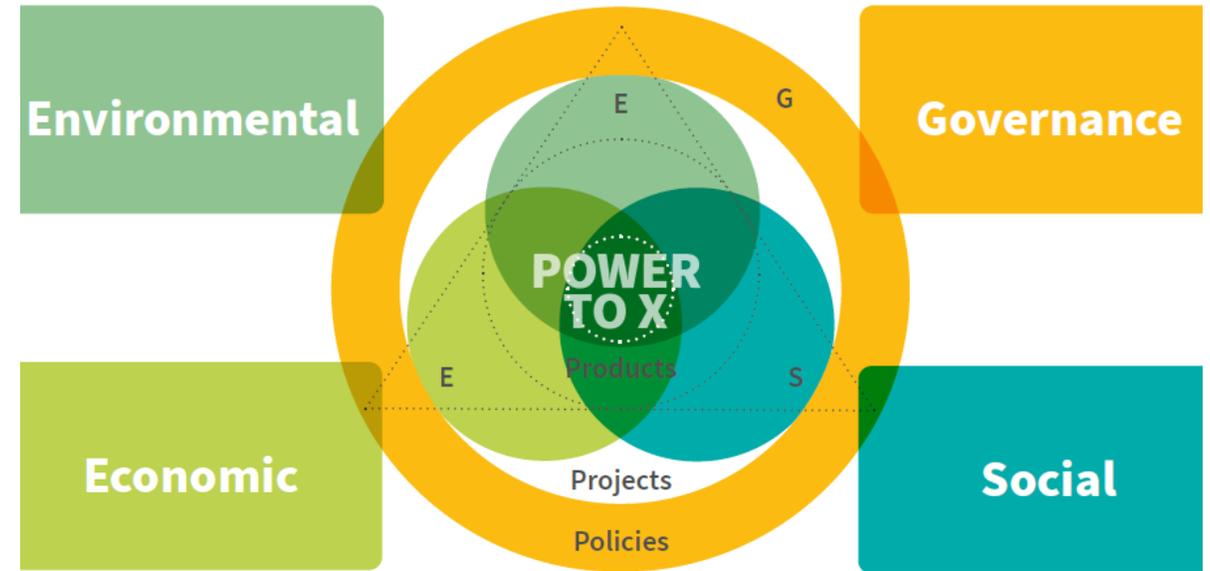
GOV 1: Compromiso y coherencia de políticas

GOV 2: Estabilidad y Estado de Derecho

GOV 3: Transparencia y Participación

GOV 4: Estándares y Certificación

Dimensión Gobernanza



Alcances de la gobernanza



Los estándares nacionales e internacionales y los esquemas de certificación deben proporcionar marcos regulatorios adecuados para impulsar los mercados y la comercialización de PtX. Fundamental: compromisos políticos claros, empoderamiento y participación de las partes interesadas.

Estándares + Certificaciones

Los estándares PtX renovables desempeñarán un papel clave en el impulso del mercado y deberían abarcar toda la cadena de valor. Los esquemas de certificación deben ser transparentes en cuanto a los procedimientos y criterios de evaluación.

Transparencia + Participación

Se deben establecer consejos y mesas redondas de PtX, y se deben realizar capacitaciones para las partes interesadas. Además, se debe adoptar un método de acción desde la base, como encuestas y consentimiento libre, previo e informado (CLPI) con auditorías y acceso a procedimientos de denuncia.

Coherencia + Compromiso en materia de políticas

PtX renovable debe ser parte de las estrategias de energía y clima e incluirse en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC).

Estabilidad + Estado de derecho

La estabilidad política y el respeto por el estado de derecho son consideraciones importantes al establecer asociaciones bilaterales o multilaterales.

Alcance de la gobernanza Estándares y Certificaciones



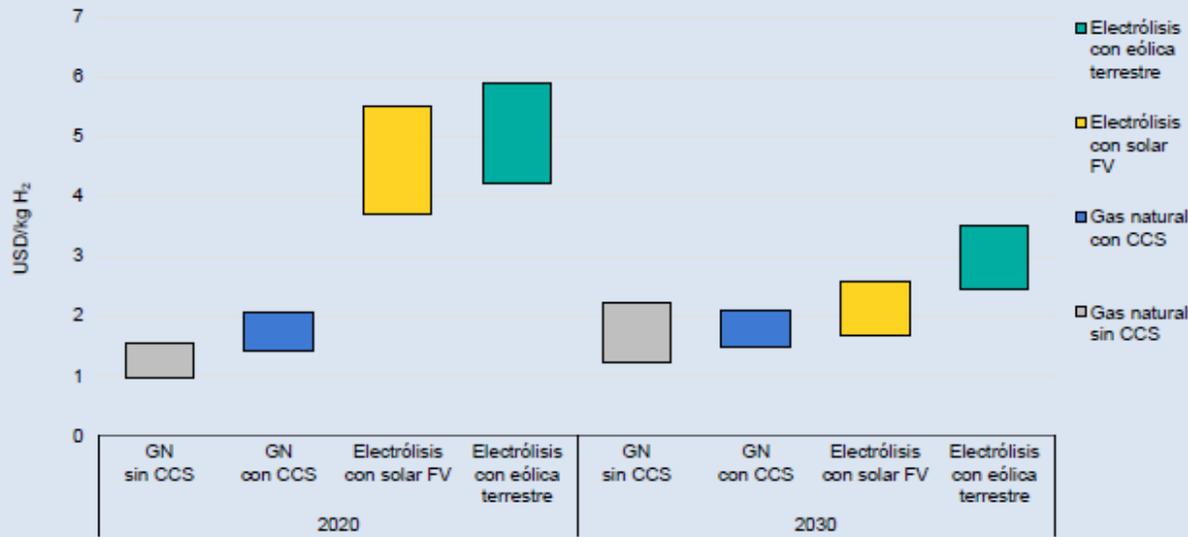
ESTÁNDARES Y CERTIFICACIONES

Esquemas/ instituciones
de certificación
diferentes

Requisitos para la certificación PtX

- Simplicidad
- Transparencia
- Coherencia con el reglamento ya vigente
- Inclusión de las partes interesadas

LCOH de tecnologías seleccionadas en América Latina, 2020-2030



AIE. Todos los derechos reservados.

Notas: GN sin CCS = producción de hidrógeno a base de gas natural sin CCS; GN con CCS = producción de hidrógeno a base de gas natural con CCS.

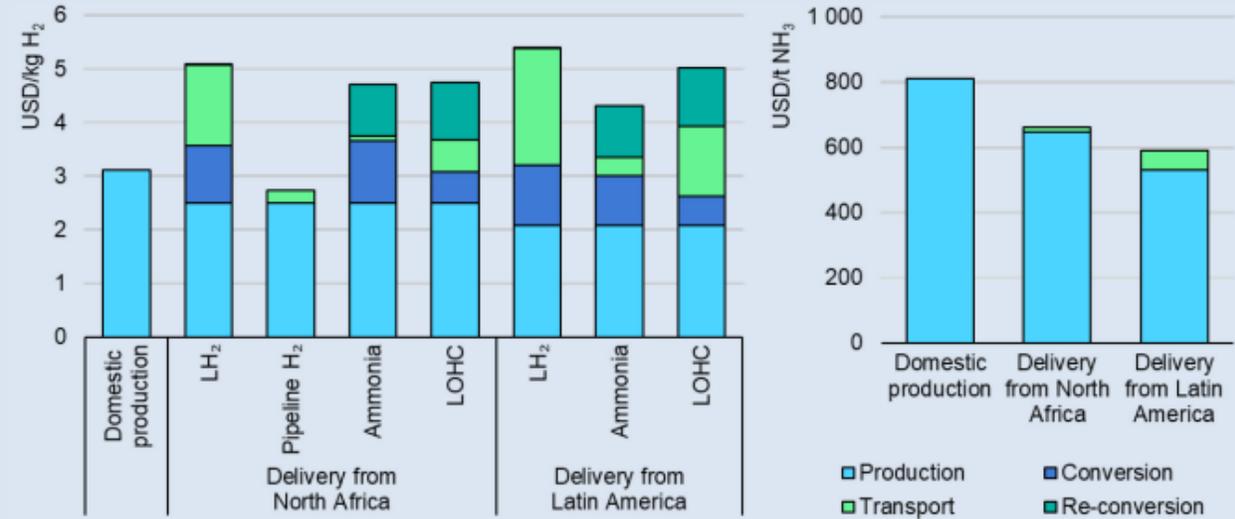
Supuestos: tasa de descuento = 6%; vida útil del sistema = 25-30 años; precio del gas natural = USD 3-7/MBtu (2020 y 2030); costo de la electricidad solar fotovoltaica = USD 27-43/MWh (2020) y USD 19-30/MWh (2030); costo de la electricidad eólica terrestre = USD 40-57/MWh (2020) y USD 36-52/MWh (2030); precio del CO₂ = USD 0-10/t CO₂ (2020) y USD 15-90/t CO₂ (2030).

GN sin CCS: CAPEX = USD 910/kW H₂; OPEX = 4,7% del CAPEX; eficiencia LHV = 76%; factor de carga = 95%.

GN con CCS: CAPEX = USD 1 474/kW H₂ (2020) y USD 1 459/kW H₂ (2030); OPEX = 4% del CAPEX; eficiencia LHV = 69%; factor de carga = 95%; tasa de captura = 90%.

Electrólisis: CAPEX = USD 1 071-1 477/ kW_e (2020) y USD 298-436/kW_e (2030); OPEX = 0-3% del CAPEX; eficiencia LHV = 65% (2020) y 69% (2030); factor de carga solar FV = 20% (2020) y 32% (2030); factor de carga eólica terrestre = 35% (2020) y 50% (2030).

Supply costs of hydrogen and ammonia in north-west Europe compared to imports



IEA. CC BY 4.0

Notes: "H₂" = hydrogen; "NH₃" = ammonia; "LH₂" = liquefied hydrogen; "LOHC" = liquid organic hydrogen carrier. Domestic production in north-west Europe uses offshore wind; production in other regions uses solar PV. "Conversion" includes a compressed hydrogen storage cost to allow for stable input to the synthesis and to the liquefaction processes. The cost of capital is assumed at 6%. Costs refer to the Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE Scenario) in 2030. More techno-economic assumptions are available in a separate forthcoming Annex.

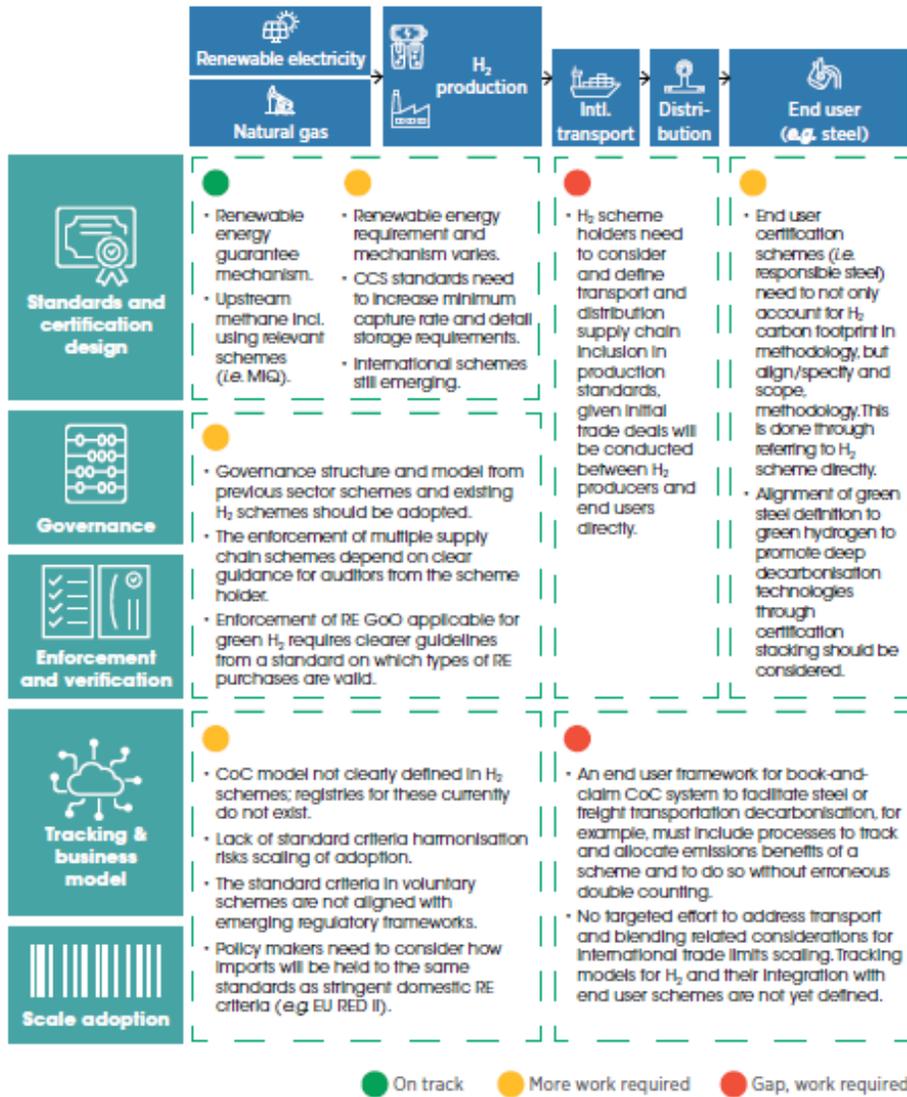
Sources: Based on data from McKinsey & Company and the Hydrogen Council; IRENA (2020); IEA GHG (2014); IEA GHG (2017); E4Tech (2015); Kawasaki Heavy Industries; Element Energy (2018).

Fuente: Hydrogen Review 2023, IEA

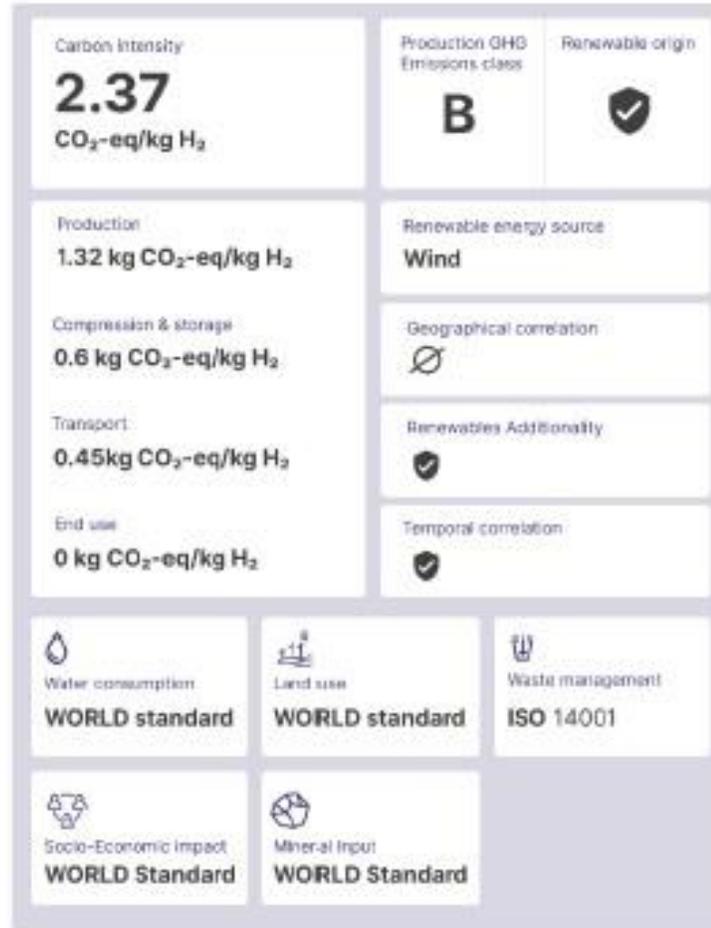
Fuente: Hidrogeno en America Latina 2002, IEA

Figure 8 Evaluating the status of a hydrogen certification system

AREAS TO TARGET FUTURE WORK IN H₂ CERTIFICATION SYSTEM



Notes: CoC = chain of custody; CCS = carbon capture and storage; EU = European Union; GoO = guarantee of origin; incl. = including; RE = renewable energy; RED II = Renewable Energy Directive II; req. = required.



HYDROGEN PASSPORT

This digital passport certifies the content values of each 1 (one) kilogram unit of hydrogen in consignment:

AU358/1

Destination

Rotterdam, Nederland

Production site

Fez, Morocco

Trace



Scan QR code or go to <https://www.hydrogen.eu/1234> to add data check point

Figure 12: Exemplary DPP for Hydrogen; Source: Hydrogen Europe



¡Gracias por su amable atención!

Disclaimer

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua.

© International PtX Hub Berlin – Catalysing Green Hydrogen Solutions on a Global Scale | info@ptx-hub.org