



Descarbonización del sector energético chileno Hidrógeno - cadenas de valor y legislación internacional.

Informe final

25 Mayo 2020

Edición:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn • Alemania

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn • Alemania

Nombre del proyecto:

Descarbonización del Sector Energía en Chile

Marchant Pereira 150
7500654 Providencia
Santiago • Chile
T +56 22 30 68 600
I www.giz.de

Responsable:

Rainer Schröer/ Rodrigo Vásquez

En coordinación:

Ministerio de Energía de Chile
Alameda 1449, Pisos 13 y 14, Edificio Santiago Downtown II
Santiago de Chile
T +56 22 367 3000
I www.minenergia.cl

Título:**Descarbonización del sector energético chileno Hidrógeno - cadenas de valor y legislación internacional****Autor:**

Fichtner GmbH & Co. KG

Dr. Achim Stujble
(Director de Área de Proyectos)
MSc. Nicolás Méndez
(Energías Renovables y Oli&Gas)
MSc. Adriana Gómez Mejía
(Ing. Experta en energía)

The logo for Fichtner, consisting of the word "FICHTNER" in a bold, blue, sans-serif font.**Aclaración:**

Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto "Descarbonización del Sector Energía en Chile" implementado por el Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. El proyecto se financia a través de la Iniciativa internacional sobre el clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania - BMU. Sin perjuicio de ello, las conclusiones y opiniones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. Además, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar en ningún caso constituye una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ.

Santiago de Chile, 25 de mayo de 2020



Descarbonización del sector energético chileno Hidrógeno - cadenas de valor y legislación internacional

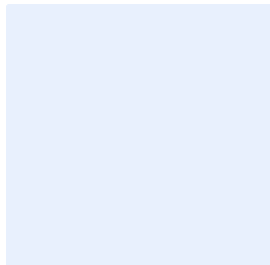
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Ministerio de Energía de Chile

Contacto



Fichtner GmbH & Co. KG
Sarweystrasse 3
70191 Stuttgart
Alemania

www.fichtner.de



Nicolás Méndez
+49 711 8995-471
nicolas.mendez@fichtner.de

Aprobación del documento

	Nombre	Firma	Cargo	Fecha
Preparado por:	Nicolás Méndez		Ingeniero de Proyectos	30.03.2020
Comprobado por:	Dr. Achim Stuible		Jefe de Departamento	01.04.2020

Registro de revisión del documento

Rev.	Fecha	Detalles de la revisión	Ref. doc. Fichtner	Preparado por	Comprobado por
0	16.03.2020	Primera entrega		Nicolás Méndez	Dr. Achim Stuible
1	01.04.2020	Modificado debido a comentarios		Nicolás Méndez	Dr. Achim Stuible

Descargo de Responsabilidad

El contenido de este documento es para el uso exclusivo del cliente de Fichtner al cual está dirigido y de otros destinatarios contractualmente acordados. Sólo puede ser transferido a terceros con el consentimiento del cliente y sin asumir garantía alguna. Fichtner no asume responsabilidad alguna frente a terceras partes sobre la integridad y exactitud de la información contenida.

Índice

1	Introducción.....	8
2	Abreviaciones.....	9
3	Cadenas de Valor del Hidrógeno.....	11
3.1	Cadena de valor actual.....	11
3.2	Cadena de valor futura.....	13
4	Estándares Internacionales.....	17
4.1	Producción.....	17
4.2	Acondicionamiento.....	18
4.3	Almacenamiento.....	18
4.4	Distribución.....	19
4.5	Consumo.....	21
4.6	Estándares internacionales dentro de la cadena de valor del hidrógeno.....	24
4.7	Comparaciones.....	25
4.7.1	Grupo 1 - Sistemas de hidrógeno.....	26
4.7.2	Grupo 2 - Sistemas de tubería.....	26
4.7.3	Grupo 3-Fisuras de metales por hidrógeno.....	27
4.7.4	Grupo 4 - Reformación.....	28
4.7.5	Grupo 5 - Seguridad hidrógeno líquido.....	28
4.7.6	Grupo 6 - Contenedores hidrógeno líquido.....	29
4.7.7	Grupo 7- Contenedores transportables.....	30
4.7.8	Grupo 8-Hidruros metálicos.....	31
4.7.9	Grupo 9 -Estaciones de tanqueo.....	31
4.7.10	Grupo 10 - Calidad del combustible de hidrógeno.....	32
5	Marcos Regulatorios Internacionales.....	34
5.1	Marco regulatorio en la Unión Europea.....	34
5.2	Tratados internacionales.....	53
5.2.1	Hidrógeno comprimido.....	54
5.2.2	Hidrógeno líquido.....	55

5.2.3	Hidrógeno en hidruros metálicos	56
5.2.4	Normativa para el transporte de sustancias peligrosas en los países líderes	58
5.3	Marco regulatorio de la Unión Europea dentro de la cadena de valor del hidrógeno	63
6	Políticas y Estrategias del Hidrógeno en Países Líderes.....	66
7	Resumen.....	84
	Bibliografía	85
	Anexos.....	91
	I - Estándares -alcances.....	91
	II - Acuerdos-Estados miembro	108
	III - Matriz de selección de los países líderes	112
	IV-Actos legislativos - Unión Europea.....	113

1 Introducción

El sistema energético chileno está experimentando un cambio fundamental. Un ejemplo de esto, es la decisión tomada en 2019 por parte del presidente de Chile, Sebastián Piñera, de cerrar ocho centrales termoeléctricas en el transcurso de los siguientes cinco años, con lo cual se espera acelerar la eliminación del uso del carbón [1]. Esto demuestra que el gobierno chileno ha establecido un rumbo hacia un suministro de energía seguro y sostenible bajo el principio de la descarbonización de su matriz energética. Esto está asociado con la expansión de la generación de electricidad a partir de energías renovables, que debería alcanzar al menos el 70% del consumo bruto de electricidad para 2030, de acuerdo a lo expresado por el actual ministro de Energía, Juan Carlos Jobet, durante la COP25 el 10 de diciembre de 2019 en Madrid [2].

Estas metas están ligadas al compromiso adquirido en el acuerdo internacional sobre el clima negociado en la 21^{ra} Conferencia de las Partes (COP21) en diciembre de 2015 en París, que prevé el establecimiento de una economía completamente neutral en la emisión de gases de efecto de invernadero en la segunda mitad del siglo. En este contexto, Chile se ha comprometido a lograr hasta el 2030 una reducción del 30% de sus emisiones de dióxido de carbono por unidad de PIB con respecto al nivel alcanzado en 2007 [3]. Debido a que el sector energético chileno es responsable del 78% de las emisiones del país [4], la descarbonización de los sectores de la electricidad, la calefacción, el transporte y la industria es clave para lograr los objetivos de protección del clima.

Con este trasfondo de la transformación del sistema energético chileno hacia las energías renovables y del crecimiento de la demanda energética, debido al crecimiento económico del país, la importancia del hidrógeno, como vector energético químico, se ha incrementado drásticamente.

El hidrógeno se perfila como uno de los vectores energéticos más prometedores del futuro. Su uso reduciría significativamente la dependencia de recursos de energía fósil, lo que reduciría las emisiones de gases de efecto de invernadero y otros contaminantes en el aire. El hidrógeno puede ser producido a partir de una variedad de fuentes energéticas y es relativamente fácil de almacenar. Por ejemplo, su uso en una celda combustible permite la provisión de energía útil altamente eficiente y libre de emisiones contaminantes. Por lo tanto, el hidrógeno es visto como un combustible alternativo a mediano y largo plazo, particularmente para el área de movilidad que depende en gran medida de combustibles fósiles. [5]

Por esta razón, el objetivo de este proyecto entre la GIZ, el Ministerio de Energía de Chile y Fichtner es tomar como referencia países líderes en el área del hidrógeno y analizar: sus regulaciones, las normas y códigos que usan y las políticas implementadas, entre otros, para así desarrollar un mapa analítico y comparativo del marco internacional sobre el hidrógeno como vector energético y toda su cadena de valor. Con esta información se espera apoyar al gobierno chileno a desarrollar su propio marco regulatorio para poder aprovechar este recurso de forma óptima.

2 Abreviaciones

ADN	Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías por vías navegables interiores
ADR	Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera
AIE	Agencia Internacional de Energía
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
CCS	Carbon Capture and Storage
CCUS	Carbon Capture, Utilization and Storage
CEPE	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa
CGA	Compressed Gas Association
COP21	21 ^{ra} Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas sobre el cambio climático de 2015
ECOSOC	Consejo Económico y Social de la Organización de las Naciones Unidas
EIGA	European Industrial Gas Association
EN	European Norm
EE.UU.	Estados Unidos de América
EUR	Euro
GBP	Great Britain Pound
GEI	Gases de efecto de invernadero
GNC	Gas natural comprimido
I+D	Investigación y desarrollo
IATA	Asociación Internacional de Transporte Aéreo
IMDG	Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization of Standardization
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan
NFPA	National Fire Protection Association
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OMI	Organización Marítima Internacional
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
OTIF	Organización Intergubernamental para los Transportes Internacionales por Ferrocarril
PEM	Proton exchange membrane
PtG	Power to gas
PtL	Power to liquid
PtX	Power to X
RID	Reglamento Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril.
SAE	Society of Automotive Engineers
TI	Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por vía Aérea
UE	Unión Europea
USD	U.S. Dollar
VCE	Vehículo de cero emisiones

ELEMENTOS Y MOLÉCULAS

CH₄	Metano
CO₂	Dióxido de carbono
CO	Monóxido de carbono
H₂	Hidrógeno
H₂O	Agua
O₂	Oxígeno

UNIDADES

GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt hora
kg	Kilogramo
km	Kilometro
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt hora
l	Litro
m³	Metro cúbico
MJ	Megajulio
Mt	Megatonelada

3 Cadenas de Valor del Hidrógeno

Hoy en día el hidrógeno es utilizado en una gran variedad de aplicaciones, por ejemplo: en refinerías, en la industria química y hasta en la industria aeroespacial. Motivo por el cual, ya existe una cadena de valor industrial para el hidrógeno. Sin embargo, con el creciente uso del hidrógeno en otras aplicaciones, como en el sector energético o en el de la movilidad, se puede esperar que en un futuro esta cadena de valor se expanda y hasta se transforme. Por ende, en este capítulo se mostrarán dos versiones del mapa que describen la cadena de valor del hidrógeno; una mostrando la cadena de valor actual y otra donde se definen futuros desarrollos potenciales en un mercado donde el hidrógeno tendría una mayor participación debido a usos adicionales y a nuevos sectores.

Estos mapas cubrirán todas las etapas de la cadena de valor desde las materias primas hasta el uso final:

- **Fuente energética**
 - Materia prima de la cual se extrae el hidrógeno o tipo de energía primaria empleada para la producción de este.
- **Producción**
 - Tecnología o proceso empleado para producir el hidrógeno.
- **Acondicionamiento**
 - Procesamiento subsecuente a la producción de hidrógeno, donde sufre un cambio físico o químico, para prepararlo ya sea para almacenarlo, transportarlo o usarlo.
- **Almacenamiento**
 - Dispositivos o lugares propicios para almacenar el hidrógeno antes y/o durante su distribución.
- **Distribución**
 - Medios empleados para llevar el hidrógeno desde el lugar donde se produce/almacena hasta el lugar donde será consumido.
- **Consumo**
 - Actividad o proceso en el cual el hidrógeno puro reaccionará o se mezclará con otras moléculas para generar energía y/o productos derivados .

3.1 Cadena de valor actual

El hidrógeno es el elemento más abundante en la Tierra. Sin embargo, no se encuentra fácilmente en su forma molecular básica y tiene que ser producido mediante una variedad de procesos, lo cual puede ser visto como un beneficio, ya que puede ser obtenido de distintas formas y a partir de diferentes materias primas.

En las áreas de la academia y la industria se le han adjudicado colores al hidrógeno para hacer alusión a su procedencia y al impacto al medio ambiente.

- El **“hidrógeno gris”** (grey hydrogen en inglés) se conoce como el hidrógeno producido mediante métodos convencionales a partir de fuentes de energía fósil, tal como el gas natural o el carbón, o también al hidrógeno obtenido mediante la electrólisis, en donde la electricidad inyectada proviene de una planta de energía que quema combustibles fósiles. Es decir, la generación del hidrógeno gris produce a su vez dióxido de carbono y otros gases contaminantes (de acuerdo a la materia prima que se utilice). [6]
- El opuesto al hidrógeno gris, en el tema ambiental, es el **“hidrógeno verde”** (green hydrogen en inglés), el cual es producido a partir de fuentes renovables, tales como el agua, la energía solar o la eólica,

donde se producen emisiones de gases de efecto invernadero nulas o muy bajas [6]. Hoy en día el hidrógeno verde se obtiene a través de la electrólisis del agua usando electricidad proveniente de energía hidráulica, solar o eólica.

- Por último, el **“hidrógeno azul”** (blue hydrogen en inglés) se refiere al hidrógeno que es producido a partir de hidrocarburos, pero que a diferencia del hidrógeno gris, tiene acoplado en su cadena de valor un proceso de captura y almacenamiento de carbono, lo que permite que el proceso en su totalidad sea considerado como neutro en carbono, pues no se emiten gases contaminantes a la atmósfera. [6]

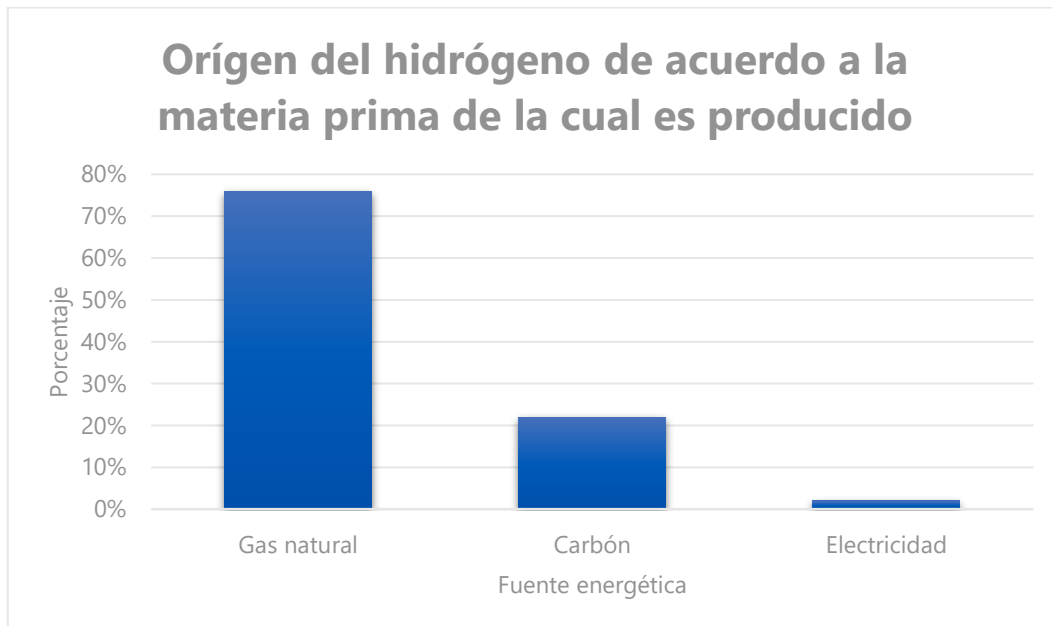


Figura 1. Origen del hidrógeno de acuerdo con la materia prima de la cual es producido. (Datos obtenidos de [6])

En la actualidad más del 95% del hidrógeno proviene de fuentes de energía fósil (ver Figura 1) y el método más común para la producción de hidrógeno es la reformación de vapor. Este es un proceso químico en el cual se dividen cadenas largas de hidrocarburos en presencia de vapor de agua, del cual resulta una mezcla de gases conformada esencialmente de hidrógeno (H₂), dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO). El resto del hidrógeno es producido a partir de agua mediante el proceso de la electrólisis, en el cual se disocia el agua (H₂O) en sus elementos constituyentes: oxígeno (O₂) e hidrógeno por medio de electricidad. Por estas razones se podría decir que hoy en día casi la totalidad del hidrógeno producido en el mundo es hidrógeno gris.

El uso del hidrógeno está hoy en día dominado por las aplicaciones industriales. Sus tres principales usos son: producción de amoníaco (53%), refinación de crudo (20%) y producción de metanol (7%) [7] (ver Figura 2).

A partir de los datos mencionados anteriormente y de información adicional no proporcionada en este informe, pues no pertenece al alcance del proyecto, se puede extrapolar la cadena de valor presentada en la Figura 3.

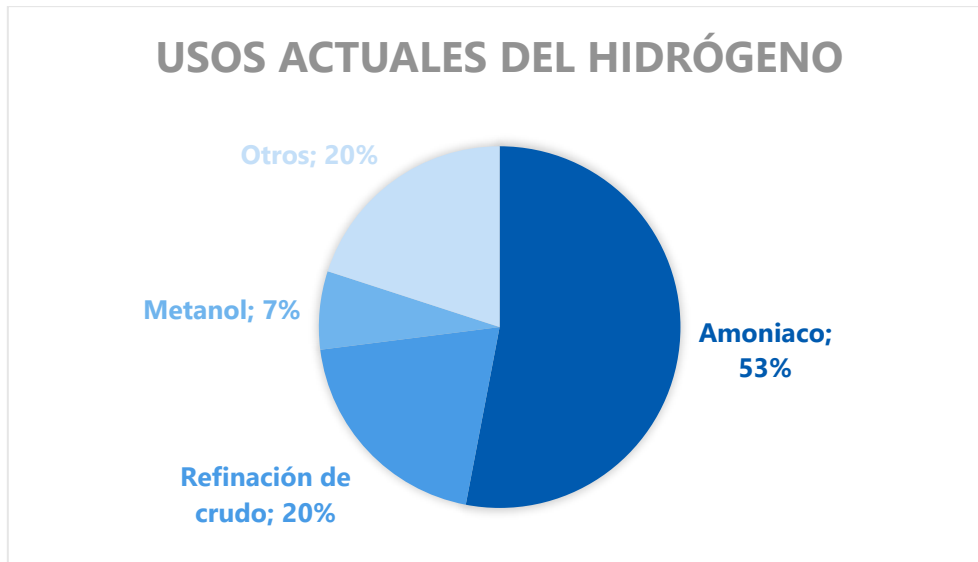


Figura 2. Usos del hidrógeno. ([7],pág. 20)

3.2 Cadena de valor futura

Mientras que hoy se produce casi exclusivamente hidrógeno gris, se espera que en un futuro el hidrógeno verde y el hidrógeno azul ganen protagonismo, pues mediante estos se podría lograr la descarbonización costo-efectiva de diversos sectores. La necesidad de transitar hacia matrices energéticas bajas en carbono será un factor que promueva la utilización de hidrógeno verde y/o azul en nuevos sectores y en nuevas aplicaciones.

La electrólisis del agua para producir hidrógeno está probada tanto en pequeñas como en grandes escalas, pero continúa siendo materia de investigación para incrementar su eficiencia y reducir el costo de capital. La producción de hidrógeno a partir de biomasa y algas usando técnicas como la gasificación y la pirólisis también es un área de interés en la investigación. Además, hay algunos países (Canadá, Japón, Kazajistán) que están considerando el uso de la energía nuclear (calor y electricidad) para producir hidrógeno, mientras que otros países sólo quieren enfocarse en las energías renovables, como la solar, la eólica o la hidráulica, para la generación de este. Algunas de las últimas tecnologías relacionadas a la producción de hidrógeno usan electrones y aparatos electroquímicos más avanzados, los cuales son combinados mediante procesos termoquímicos (celdas combustibles de alta temperatura). Por último, ha habido recientemente interés en emplear la luz solar en una celda electroquímica (fisión del agua en celdas fotoelectroquímicas), donde se han logrado eficiencias del 20% de energía solar a hidrógeno [8].

La investigación de métodos más eficientes hasta el desarrollo de algunos nuevos corresponde a un aumento esperado en la demanda de hidrógeno en el futuro, impulsado por un aumento en la población mundial y políticas ambientales más estrictas. Por ejemplo, en la refinación de crudo se espera que la demanda crezca de 38 MtH₂/año (2018) a 41 MtH₂/año para 2030 [6], es decir un aumento de casi el 8%. Sin embargo, cambios en las políticas para frenar el incremento en la demanda de petróleo podrían frenar el ritmo de crecimiento. La capacidad global de refinación de crudo actual se considera suficiente para satisfacer la creciente demanda de petróleo, lo que implica que la mayoría de la demanda futura de hidrógeno probablemente surgirá de las instalaciones existentes que ya están equipadas con unidades de producción de hidrógeno [6]. Esto sugiere una oportunidad para adaptar tecnologías de *captura y almacenamiento del carbono* (o CCS por sus siglas en inglés) como una opción adecuada para reducir las

emisiones relacionadas, es decir producción de hidrógeno azul. En el sector de los químicos, se espera que la demanda de hidrógeno para la producción de amoníaco y metanol crezca de 44MtH₂/año a 57MtH₂/año entre los años 2019 y 2030 [6], es decir un aumento de casi el 30%.

Existen además otros usos para el hidrógeno muy prometedores a mediano y largo plazo. Los sectores de la movilidad, el residencial y la energía tienen el potencial de usar hidrógeno si los costos de producción evolucionan de forma favorable en comparación a otras opciones y si la política crea el marco regulatorio correspondiente. Para el transporte terrestre la prioridad es bajar los costos de las celdas combustibles y de los contenedores a presión para el almacenamiento a bordo. El transporte marítimo y aéreo tienen opciones limitadas de combustibles bajos en carbono, lo cual representa una opción para los combustibles a base de hidrógeno; no obstante, sus costos de producción son muy altos hoy en día en comparación a los de los combustibles fósiles. La opción a más corto plazo para el uso del hidrógeno en otro sector, que no sea el industrial, es el de mezclarlo en las redes de gas natural para su uso en viviendas o su transformación en metano mediante la metanación. A más largo plazo sería posible pensar en redes que transporten hidrógeno puro para repartir un gas sin emisiones de carbono. Por último, el sector de la energía ofrece también muchas oportunidades para el hidrógeno y los combustibles a base de este, pues pueden ser usados en turbinas de gas y en celdas combustibles para la generación flexible de electricidad. También en un futuro el hidrógeno podría jugar un rol importante en el almacenamiento a largo plazo y a grandes escalas en cavernas para equilibrar las variaciones durante las estaciones del año. Sin embargo, los complejos procesos de convertir al hidrógeno en el vector energético del futuro significan que el apoyo en términos de políticas y regulaciones cuidadosamente diseñadas, será crucial.

Teniendo en cuenta esta información sobre las tecnologías y los usos más prometedores del hidrógeno en el futuro, se muestra en la Figura 4 cómo se vería la cadena de valor futura del hidrógeno.

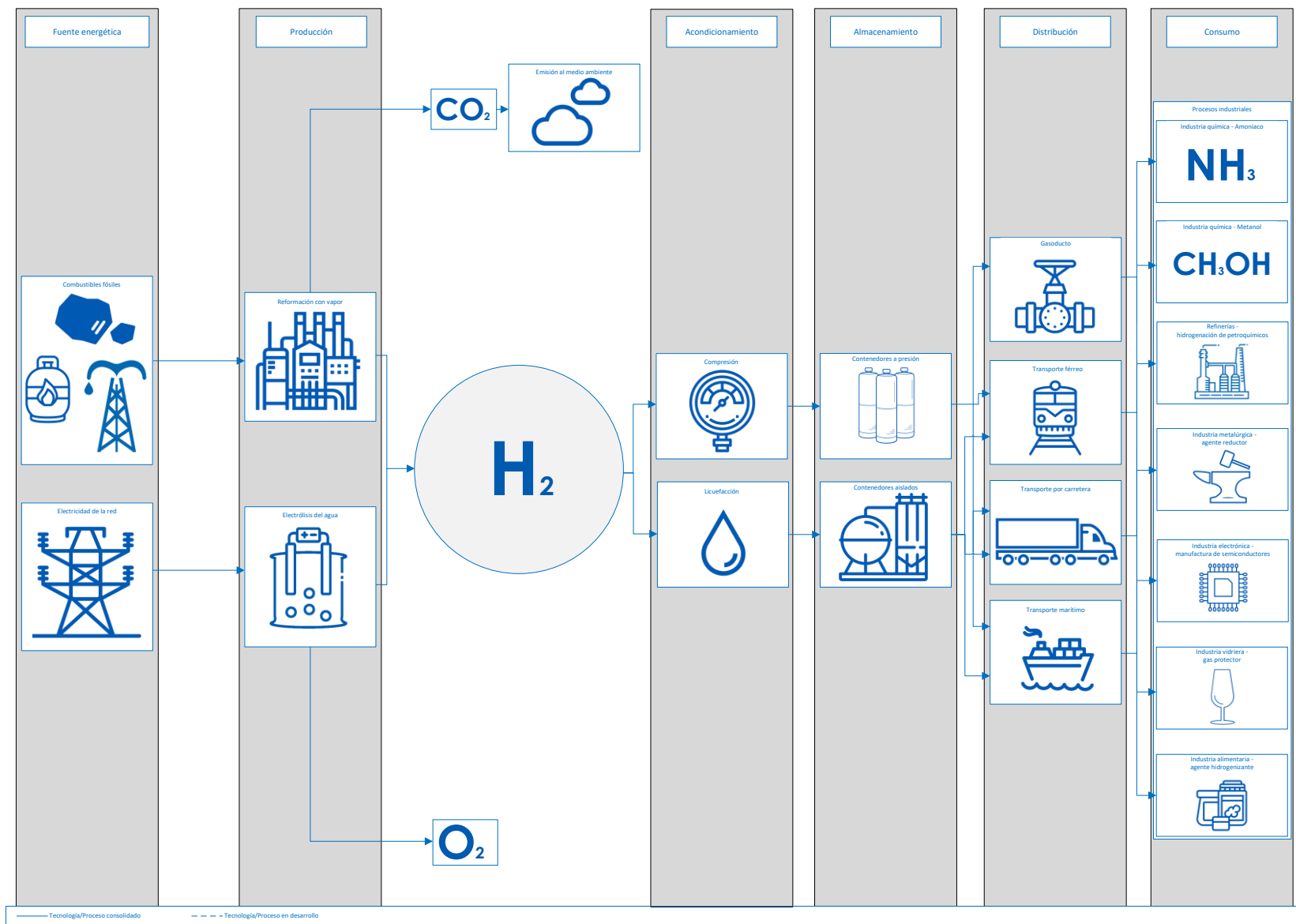


Figura 3. Cadena de valor actual del hidrógeno.

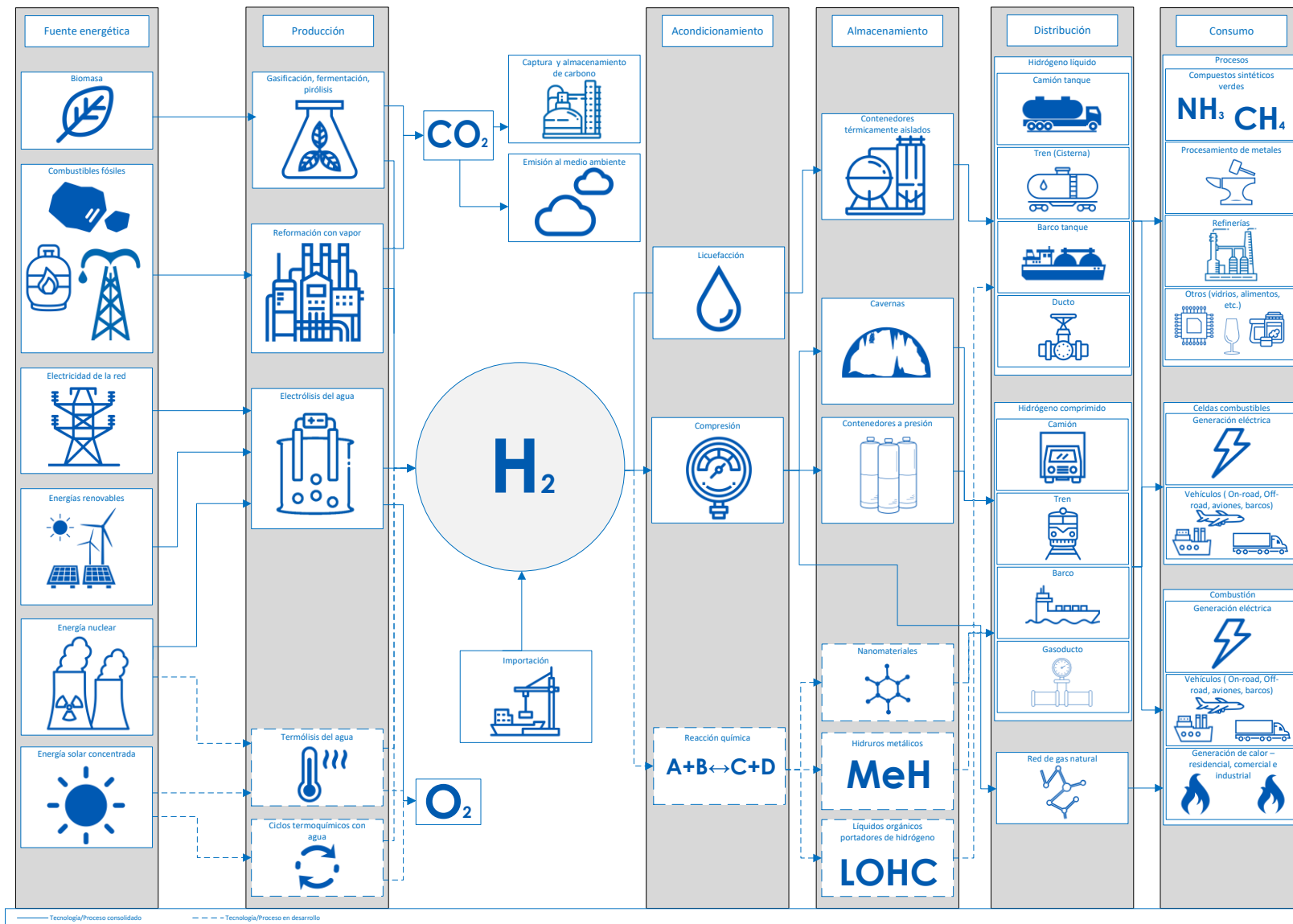


Figura 4. Cadena de valor futura del hidrógeno.

4 Estándares Internacionales

En este capítulo se nombrarán los principales estándares y códigos técnicos internacionales correspondientes a la cadena de valor del hidrógeno. El énfasis estará en los estándares con mayor relevancia internacional que estén orientados hacia el hidrógeno y que cubran los aspectos de seguridad en el diseño, la construcción y la operación, y la calidad del producto para su uso específico. Sin embargo, cabe notar que no para todos los ítems mostrados en la cadena de valor (Figura 4) existe un estándar específico ligado al hidrógeno. Por ejemplo, no existe un estándar que se enfoque en la producción de hidrógeno a partir una fuente de energía o materia prima particular. Por otro lado, hay temas muy recientes, como es el caso del uso del hidrógeno como combustible para barcos, y por ende no hay todavía un estándar internacional que lo cubra.

Por último, se realizarán una serie de comparaciones básicas de los estándares cuyos títulos y/o alcances¹ sean similares mediante tablas comparativas.

4.1 Producción

Tabla 1. Estándares Producción-Reformación.

Reformación	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
EIGA Doc 155/09/E	Best available techniques for hydrogen production by steam methane reforming
EIGA Doc 183/13/E	Best Available Techniques for the Co-Production of Hydrogen, Carbon Monoxide & their Mixtures by Steam Reforming
EIGA Doc 122/18	Environmental impacts of hydrogen plants
EIGA Doc 220/19	Environmental Guidelines for Permitting Hydrogen Plants Producing Less Than 2 Tonnes Per Day
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 16110	Hydrogen generators using fuel processing technologies
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 497	Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas

Tabla 2. Estándares Producción-Electrólisis.

Electrólisis	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
EIGA Doc 122/18	Environmental impacts of hydrogen plants
EIGA Doc 220/19	Environmental Guidelines for Permitting Hydrogen Plants Producing Less Than 2 Tonnes Per Day
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems

¹ Los alcances en idioma inglés de los estándares nombrados en este capítulo se encuentran en el Anexo (I) de este documento.

ISO 22734	Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications.
NFPA 2	Hydrogen technologies Code

4.2 Acondicionamiento

Tabla 3. Estándares Acondicionamiento-General.

General	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code
NFPA 2	Hydrogen technologies Code

4.3 Almacenamiento

Tabla 4. Estándares Almacenamiento-Contenedores a presión.

Contenedores a presión	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
ASME STP/PT-0005	Design Factor Guidelines for High-Pressure Composite Hydrogen Tanks
ASME/STP-PT-014	Data Supporting Composite Tank Standards Development for Hydrogen Infrastructure Applications
CGA H-5	Standard for Bulk Hydrogen Supply Systems
EIGA Doc 100/11	Hydrogen Cylinders and Transport Vessels
EIGA Doc 171/12	Storage of Hydrogen in Systems Located Underground
EN 10229	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC).
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 11114	Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents
ISO 17081	Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique
ISO 7539-11	Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Tabla 5. Estándares Almacenamiento-Contenedores térmicamente aislados.

Contenedores térmicamente aislados	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
CGA H-3	Standard for Cryogenic Hydrogen Storage
CGA H-5	Standard for Bulk Hydrogen Supply Systems
CGA P-28	OSHA Process Safety Management and EPA Risk Management Plan Guidance Document for Bulk Liquid Hydrogen Systems

EN 1797	Cryogenic vessels - Gas/material compatibility
EN 10229	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC).
EIGA Doc 06/19	Safety in storage, handling and distribution of liquid hydrogen
EIGA Doc 133/14	Cryogenic vaporisation systems – prevention of brittle fracture of equipment and piping
EIGA Doc 24/18	Vacuum insulated cryogenic storage tank systems pressure protection devices
EIGA Doc 151/15	Prevention of Excessive Pressure during Filling of Cryogenic Vessels
EIGA Doc 171/12	Storage of Hydrogen in Systems Located Underground
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 17081	Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique
ISO 7539-11	Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Tabla 6. Estándares Almacenamiento-Hidruros metálicos.

Hidruros metálicos	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
CGA H-2	Guideline for Classification and Labeling of Hydrogen Storage Systems with Hydrogen Absorbed in Reversible Metal Hydrides
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 16111	Transportable gas storage devices — Hydrogen absorbed in reversible metal hydride
NFPA 2	Hydrogen technologies Code

4.4 Distribución

Tabla 7. Estándares Distribución- Hidrógeno líquido - Camión tanque, tren cisterna, barco tanque

Hidrógeno líquido - Camión tanque, tren cisterna, barco tanque	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
CGA P-28	OSHA Process Safety Management and EPA Risk Management Plan Guidance Document for Bulk Liquid Hydrogen Systems
EN 10229	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC).
EIGA Doc 06/19	Safety in storage, handling and distribution of liquid hydrogen
EIGA Doc 133/14	Cryogenic vaporisation systems – prevention of brittle fracture of equipment and piping
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 17081	Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique

ISO 7539-11	Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Tabla 8. Estándares Distribución-Hidrógeno líquido-Ductos.

Hidrógeno líquido - Ductos	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
EN 10229	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC).
EIGA Doc 121/14 (CGA G-5.6)	Hydrogen Pipeline Systems
EIGA Doc 133/14	Cryogenic vaporisation systems – prevention of brittle fracture of equipment and piping
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 17081	Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique
ISO 7539-11	Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Tabla 9. Estándares Distribución - Hidrógeno comprimido - Camión, tren, barco

Hidrógeno comprimido - Camión, tren, barco	
Código/Estándar	Título
ASME STP/PT-0005	Design Factor Guidelines for High-Pressure Composite Hydrogen Tanks
ASME/STP-PT-014	Data Supporting Composite Tank Standards Development for Hydrogen Infrastructure Applications
CGA H-5	Standard for Bulk Hydrogen Supply Systems
EIGA Doc 100/11	Hydrogen Cylinders and Transport Vessels
EN 10229	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC).
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 17081	Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique
ISO 7539-11	Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Tabla 10. Estándares Distribución - Hidrógeno comprimido - Gasoducto

Hidrógeno comprimido - Gasoducto	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
EIGA Doc 121/14 (CGA G-5.6)	Hydrogen Pipeline Systems
EN 10229	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC).
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 17081	Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique
ISO 7539-11	Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Tabla 11. Estándares Distribución - Red de gas natural

Red de gas natural	
Código/Estándar	Título
EN 16726	Gas infrastructure - Quality of gas - Group H
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

4.5 Consumo

Tabla 12. Estándares Consumo-Generación eléctrica.

Celdas de combustible- Generación eléctrica	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
CGA G-5.3	Commodity Specification for Hydrogen.
CGA G-5.4	Standard for Hydrogen Piping Systems at User Locations
EIGA Doc 15/06	Gaseous Hydrogen Stations
IEC 62282	Fuel cell technologies
ISO 26142	Hydrogen detection apparatus — Stationary applications
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code
NFPA 853	Standard for the Installation of Stationary Fuel Cell Power Systems

Tabla 13. Estándares Consumo- Celdas combustibles (On.road, off-road, aviones, barcos)

Celdas combustibles (On.road, off-road, aviones, barcos)	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
CGA C-6.4	Methods for External Visual Inspection of Natural Gas Vehicle (NGV) and Hydrogen Gas Vehicle (HGV) Fuel Containers and Their Installations
CGA G-5.4	Standard for Hydrogen Piping Systems at User Locations

CGA H-4	Terminology Associated with Hydrogen Fuel Technologies
EIGA Doc 15/06	Gaseous Hydrogen Stations
EN 17124	Hydrogen fuel - Product specification and quality assurance - Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles
EN 16942	Fuels - Identification of vehicle compatibility - Graphical expression for consumer information
EN 17127	Outdoor hydrogen refuelling points dispensing gaseous hydrogen and incorporating filling protocols
IEC 62282	Fuel cell technologies
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 19880-1	Gaseous hydrogen — Fuelling stations-General Requirements
ISO 14687	Hydrogen fuel quality — Product specification
ISO 13984	Liquid hydrogen — Land vehicle fuelling system interface
ISO 13985	Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks.
ISO 17268	Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices.
ISO 19881	Gaseous hydrogen — Land vehicle fuel containers
ISO 12619	Road vehicles — Compressed gaseous hydrogen (CGH ₂) and hydrogen/natural gas blends fuel system components
ISO 21266	Road vehicles — Compressed gaseous hydrogen (CGH ₂) and hydrogen/natural gas blends fuel systems
ISO 23273	Fuel cell road vehicles — Safety specifications — Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen
SAE J2719	Hydrogen Fuel Quality for Fuel Cell Vehicles
SAE J2579	Standard for Fuel Systems in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicles
SAE J2600	Compressed Hydrogen Surface Vehicle Fueling Connection Devices
SAE J2601	Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles
SAE AS6858	Installation of Fuel Cell Systems in Large Civil Aircraft
SAE AIR6464	Hydrogen Fuel Cells Aircraft Fuel Cell Safety Guidelines
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Tabla 14. Estándares Consumo - Combustión (On-road, off-road, aviones, barcos)

Combustión (On-road, off-road, aviones, barcos)	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
ASTM D7566	Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons
ASTM D4504	Standard Practice for Evaluation of New Aviation Turbine Fuels and Fuel Additives
CGA C-6.4	Methods for External Visual Inspection of Natural Gas Vehicle (NGV) and Hydrogen Gas Vehicle (HGV) Fuel Containers and Their Installations
CGA G-5.4	Standard for Hydrogen Piping Systems at User Locations
CGA H-4	Terminology Associated with Hydrogen Fuel Technologies
EIGA Doc 15/06	Gaseous Hydrogen Stations

EN 17127	Outdoor hydrogen refuelling points dispensing gaseous hydrogen and incorporating filling protocols
EN 16942	Fuels - Identification of vehicle compatibility - Graphical expression for consumer information
ISO 19880-1	Gaseous hydrogen — Fuelling stations-General Requirements
ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 13984	Liquid hydrogen — Land vehicle fuelling system interface
ISO 13985	Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks.
ISO 17268	Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices.
ISO 19881	Gaseous hydrogen — Land vehicle fuel containers
ISO 12619	Road vehicles — Compressed gaseous hydrogen (CGH ₂) and hydrogen/natural gas blends fuel system components
ISO 21266	Road vehicles — Compressed gaseous hydrogen (CGH ₂) and hydrogen/natural gas blends fuel systems
SAE J2600	Compressed Hydrogen Surface Vehicle Fueling Connection Devices
SAE J2601	Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles
NFPA 2	Hydrogen technologies Code
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

4.6 Estándares internacionales dentro de la cadena de valor del hidrógeno

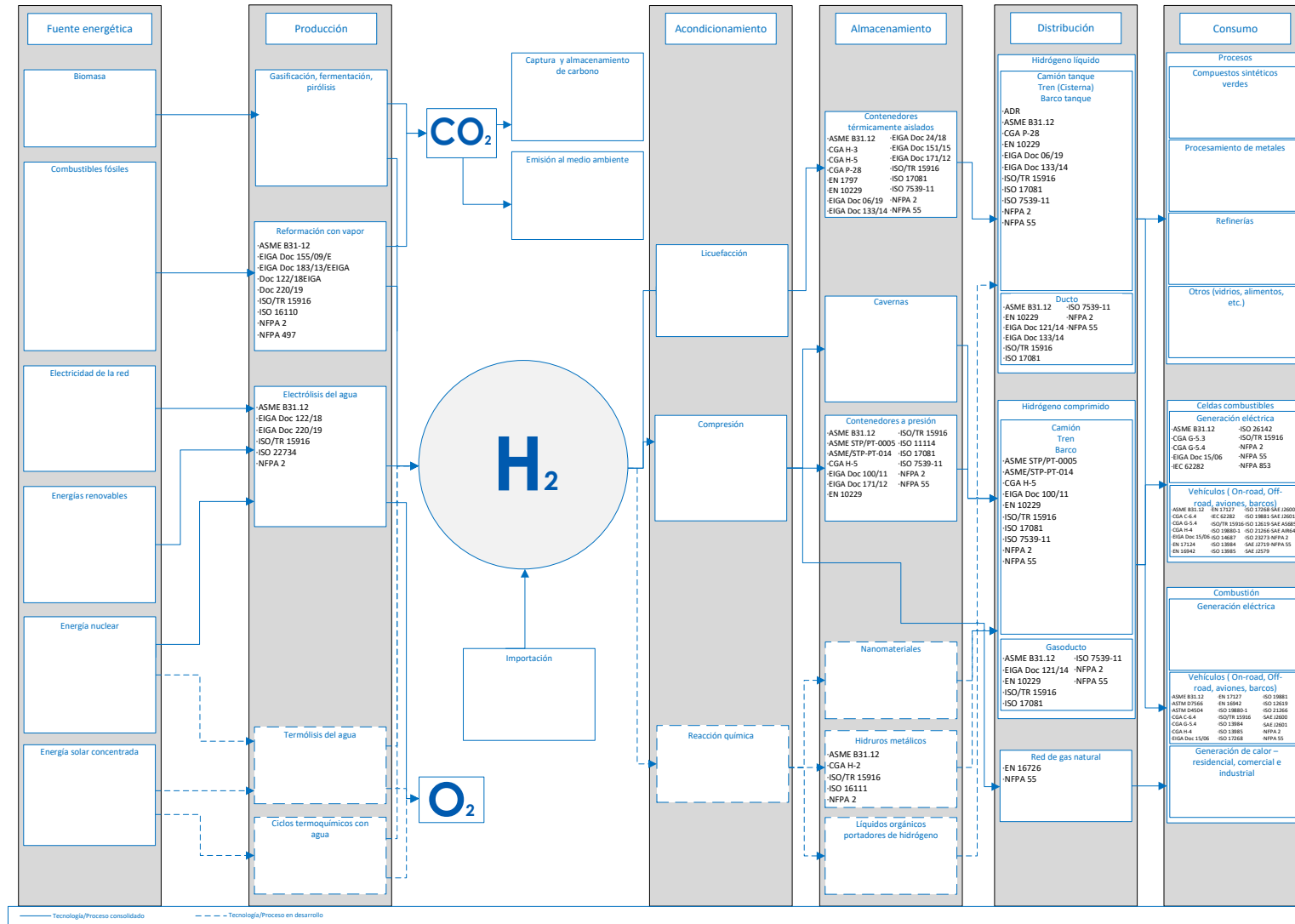


Figura 5. Estándares internacionales dentro de la cadena de valor del hidrógeno.

4.7 Comparaciones

Tras la búsqueda de los estándares internacionales más relevantes con respecto a la cadena de valor del hidrógeno se encontraron los siguientes grupos, en cuyos alcances y/o títulos se observa bastante similitud:

Tabla 15. Grupos de estándares similares.

Grupo	Código/Estándar	Título
1-Sistemas de hidrógeno	NFPA 2	Hydrogen technologies Code
	ISO/TR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
2-Sistemas de tubería	ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
	EIGA Doc 121/14 (CGA G-5.6)	Hydrogen Pipeline Systems
	CGA G-5.4	Standard for Hydrogen Piping Systems at User Locations
3-Fisuras de metales por hidrógeno	ISO 7539-11	Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking
	EN 10229	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC)
4-Reformación	EIGA Doc 155/09/E	Best available techniques for hydrogen production by steam methane reforming
	EIGA Doc 183/13/E	Best Available Techniques for the Co-Production of Hydrogen, Carbon Monoxide & their Mixtures by Steam Reforming
5-Seguridad hidrógeno líquido	CGA P-28	OSHA Process Safety Management and EPA Risk Management Plan Guidance Document for Bulk Liquid Hydrogen Systems
	EIGA Doc 06/19	Safety in storage, handling and distribution of liquid hydrogen
6-Contenedores hidrógeno líquido	EN 1797	Cryogenic vessels - Gas/material compatibility
	CGA H-3	Standard for Cryogenic Hydrogen Storage
7-Contenedores transportables	ISO 11114	Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents
	EIGA Doc. 171/12	Hydrogen Cylinders and Transport Vessels
8-Hidruros metálicos	ISO 16111	Transportable gas storage devices — Hydrogen absorbed in reversible metal hydride
	CGA H-2	Guideline for Classification and Labeling of Hydrogen Storage Systems with Hydrogen Absorbed in Reversible Metal Hydrides
9-Estaciones de tanqueo	EIGA Doc 15/06	Gaseous Hydrogen Stations
	ISO 19880	Gaseous hydrogen — Fuelling stations
10- Calidad del combustible de hidrógeno	ISO 14687	Hydrogen fuel quality — Product specification
	EN 17124	Hydrogen fuel - Product specification and quality assurance - Proton exchange

		membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles
	SAE J2719	Hydrogen Fuel Quality for Fuel Cell Vehicles

4.7.1 Grupo 1 - Sistemas de hidrógeno

El NFPA 2 es un código extenso hecho por la National Fire Protection Association y se concentra en los requisitos de seguridad contra incendio de sistemas de hidrógeno. Cuenta con 18 capítulos y 14 anexos con un total de 207 páginas. Por otro lado el ISO TR 15916 es un reporte técnico es menos extenso (62 páginas - 7 capítulos y 4 anexos) y se enfoca en los peligros asociados al manejo y uso del hidrógeno y cómo mitigarlos.

Tabla 16. Comparación estándares- Sistemas de hidrógeno.

Característica	NFPA 2	ISO / TR 15916
Nombre	Hydrogen technologies Code	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
Etapas en la cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producción ▪ Acondicionamiento ▪ Almacenamiento ▪ Distribución ▪ Consumo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producción ▪ Acondicionamiento ▪ Almacenamiento ▪ Distribución ▪ Consumo
Tema principal	Seguridad	Seguridad
Tipo de hidrógeno	Gaseoso y líquido	Gaseoso y líquido
Partes principales del estándar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requisitos generales de seguridad contra incendios ▪ Requisitos generales para uso de hidrógeno ▪ Hidrógeno gaseoso ▪ Hidrógeno líquido ▪ Protección contra explosiones ▪ Estaciones de tanqueo de hidrógeno comprimido para vehículos ▪ Estaciones de tanqueo de hidrógeno líquido ▪ Sistemas de celdas combustibles de hidrógeno ▪ Sistemas de producción de hidrógeno ▪ Aplicaciones - combustible ▪ Aplicaciones - atmósferas especiales ▪ Operaciones en laboratorios ▪ Garajes de reparación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visión general sobre los usos del hidrógeno ▪ Propiedades básicas del hidrógeno ▪ Consideraciones de seguridad para el uso de hidrógeno líquido y gaseoso ▪ Mitigación y control de peligros y riesgos

4.7.2 Grupo 2 - Sistemas de tubería

En el grupo 2 hay estándares que hacen referencia a las especificaciones requeridas para la tubería, por la cual se transporta hidrógeno. Una comparación básica de ambos estándares se encuentra en la Tabla 17.

Tabla 17. Comparación estándares- Sistemas de tubería.

Característica	ASME B31.12	EIGA Doc 121/14 (CGA G-5.6)	CGA G-5.4
Nombre	Hydrogen piping and pipelines	Hydrogen Pipeline Systems	Standard for Hydrogen Piping Systems at User Locations
Etapas en la cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> Producción Almacenamiento Distribución Consumo 	<ul style="list-style-type: none"> Distribución 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo
Fluido y sus características	<ul style="list-style-type: none"> Hidrógeno y mezclas con hidrógeno Forma líquida y gaseosa Presión y temperatura máxima y mínima de acuerdo a uso (tubería industria o tubería de transmisión) I 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrógeno y mezclas con hidrógeno Forma gaseosa Presión entre 1 MPa y 21 MPa Temperatura entre -40°C y 175°C 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrógeno Forma líquida y gaseosa bajas y altas presiones (>21 MPa)
Partes principales del estándar	<ul style="list-style-type: none"> Requerimientos generales Tubería industrial Tubería de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> Requerimientos generales 	<ul style="list-style-type: none"> Requerimientos generales
Temas tratados	<ul style="list-style-type: none"> Manual de diseño con los requerimientos para materiales, componentes, diseño, fabricación, ensamblaje, construcción, inspección, puesta a prueba, operación y mantenimiento de tubería y conexiones. 	<ul style="list-style-type: none"> Pautas y buenas prácticas (no es un manual de diseño como el B31.12) para el diseño de una tubería para la transmisión de hidrógeno gaseoso (entre planta de producción y punto de consumo) 	<ul style="list-style-type: none"> Información básica y general sobre materiales, instalación, inspección, operación y mantenimiento de sistemas de tubería en el punto de consumo.
Cantidad de páginas	242	80	12

4.7.3 Grupo 3-Fisuras de metales por hidrógeno

Los estándares dentro de este grupo profundizan en el tema de la susceptibilidad de materiales metálicos al entrar en contacto con hidrógeno. La ISO 7539-11 da recomendaciones al momento de realizar pruebas de resistencia de dichos metales, mas no específica una prueba como tal. La EN 10229 por otro lado define criterios para evaluar los resultados de las pruebas.

Tabla 18. Comparación estándares-Fisuras de metales por hidrógeno.

Característica	ISO 7539-11	EN 10229
Nombre	Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC)

	of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking	
Etapas en la cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acondicionamiento ▪ Almacenamiento ▪ Distribución ▪ Consumo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acondicionamiento ▪ Almacenamiento ▪ Distribución ▪ Consumo
Temas tratados	Recomendaciones al momento de realizar pruebas de resistencia a la fragilización por hidrógeno y fisuración inducida por hidrógeno a metales	Define un procedimiento para evaluar la susceptibilidad de metales a la fisuración inducida por hidrógeno

4.7.4 Grupo 4 - Reformación

Tanto el estándar *EIGA Doc. 155/09 - Best available techniques for hydrogen production by steam methane reforming* como el estándar *EIGA Doc. 183/13 - Best Available Techniques for the Co-Production of Hydrogen, Carbon Monoxide & their Mixtures by Steam Reforming* se crearon para hacer cumplimiento de la directiva EC 2008/1/EC acerca de la *prevención y control integrados de la contaminación*. Y a pesar de que sus respectivos títulos son muy parecidos, la norma EIGA Doc. 155/09 se concentra en las mejores prácticas empleadas en plantas cuyo único producto es hidrógeno, mientras que la norma EIGA Doc. 183/13 está relacionada a plantas que producen hidrógeno, monóxido de carbono y gas sintético (syngas en inglés).

Tabla 19. Comparación estándares-Reformación.

Característica	EIGA Doc 155/09/E	EIGA Doc 183/13/E
Nombre	Best available techniques for hydrogen production by steam methane reforming	Best Available Techniques for the Co-Production of Hydrogen, Carbon Monoxide & their Mixtures by Steam Reforming
Etapas en la cadena de valor	Producción	Producción
Tecnología de producción	Reformación del metano con vapor	Reformación con vapor
Temas tratados	Mejores prácticas	Mejores prácticas
Etapas contempladas dentro del proceso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desulfuración ▪ Reformación con vapor ▪ "Water-Gas shift" ▪ Adsorción por cambio de presión/membranas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desulfuración ▪ Reformación con vapor ▪ "Water-Gas shift" (opcional) ▪ Remoción de CO₂ ▪ Adsorción por cambio de presión/membranas
Productos contemplados	Hidrógeno	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hidrógeno, ▪ Monóxido de carbono, ▪ Gas sintético

4.7.5 Grupo 5 - Seguridad hidrógeno líquido

En esta categoría se encuentran dos estándares, la CGA P-28 y la EIGA Doc. 06/19, que tocan el tema de la seguridad en torno al almacenamiento de hidrógeno líquido. La Tabla 20 muestra una comparación básica de ambos.

Tabla 20. Comparación estándares - seguridad hidrógeno líquido.

Característica	CGA P-28	EIGA Doc 06/19
Nombre	OSHA Process Safety Management and EPA Risk Management Plan Guidance Document for Bulk Liquid Hydrogen Systems	Safety in storage, handling and distribution of liquid hydrogen
Etapas en la cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento Consumo 	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento Distribución
Temas tratados	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de hidrógeno líquido Recomendaciones y ejemplos para la realización de un análisis funcional de operatividad (HAZOP en inglés) y un plan de manejo de riesgos (risk management plan RMP) en lugares donde se encuentren sistemas de almacenamiento de hidrógeno líquido. 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrógeno líquido Recomendaciones con respecto a la seguridad para el arreglo, diseño y la operación de contenedores fijos para hidrógeno líquido Recomendaciones con respecto a la seguridad para el transporte de hidrógeno líquido en grandes cantidades mediante tanques o cisternas vía camión, tren o barco.
Excluye	<ul style="list-style-type: none"> Contenedores portables (de poca cantidad) tales como cilindros 	<ul style="list-style-type: none"> Contenedores portables (de poca cantidad) tales como cilindros

4.7.6 Grupo 6 - Contenedores hidrógeno líquido

El estándar *EN 1797 - Cryogenic vessels - Gas/material compatibility* y el estándar *CGA H-3 Standard for Cryogenic Hydrogen Storage* tratan el tema de contenedores criogénicos, sin embargo de distinta forma. La EN 1797 se enfoca más en pruebas necesarias para contenedores con líquidos criogénicos en ambientes con oxígeno, mientras la CGA H-3 se enfoca en los componentes básicos que tiene un contenedor criogénico. Una comparación básica de ambos estándares se encuentra en la Tabla 21.

Tabla 21. Comparación estándares - hidrógeno líquido.

Característica	EN 1797	CGA H-3
Nombre	Cryogenic vessels - Gas/material compatibility	Standard for Cryogenic Hydrogen Storage
Etapas en la cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento
Temas tratados	<ul style="list-style-type: none"> Líquidos criogénicos con énfasis en oxígeno Especifica los requisitos de compatibilidad de gas / materiales para recipientes criogénicos (como resistencia química) Especifica dos tipos de pruebas para contenedores criogénicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrógeno líquido Criterios generales para el diseño, la fabricación de contenedores criogénicos (contenedor interno, chaqueta externa, tubería anular, tubería exterior, pintura, puesta a prueba e inspección)
Excluye	<ul style="list-style-type: none"> propiedades mecánicas de los contenedores 	<ul style="list-style-type: none"> Contenedores para transporte Operación, requerimientos para la instalación e información sobre el plan de respuesta en caso de emergencia
Especificaciones de los contenedores	<ul style="list-style-type: none"> Presión máxima de 40 bar (4 MPa) 	<ul style="list-style-type: none"> Volumen entre 3,785 litros 94,600 litros

		<ul style="list-style-type: none"> Presiones menores a 1,210 kPa (1.21 MPa)
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------

4.7.7 Grupo 7- Contenedores transportables

Los temas de los estándares ISO 11114 y EIGA Doc.100/11 giran en torno a contenedores transportables para gases. La ISO 11114 abarca gases en general y se concentra en los requisitos de selección de materiales metálicos como no-metálicos para cilindros, mientras que la EIGA Doc. 100/11 abarca sólo contenedores que contengan hidrógeno gaseoso y da recomendaciones generales sobre el diseño, material, fabricación, uso y prueba de éstos.

Tabla 22. Comparación estándares - Contenedores transportables.

Característica	ISO 11114	EIGA Doc. 100/11
Nombre	Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents	Hydrogen Cylinders and Transport Vessels
Etapa en la cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento Distribución 	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento Distribución
Sustancias contempladas	Gases puros y mezclas	Hidrógeno gaseoso
Temas tratados	<p>Parte 1: Requisitos para la selección de combinaciones seguras de cilindro metálico, materiales para la válvula y gas contenido dentro del cilindro</p> <p>Parte 2: Requisitos para la selección de combinaciones seguras de cilindro no-metálico, materiales para la válvula y gas contenido dentro del cilindro</p> <p>Parte 3: Especifica un método de prueba para determinar la temperatura de ignición autógena de materiales no metálicos en una atmósfera de oxígeno gaseoso presurizado.</p> <p>Parte 4 Especifica los métodos de prueba y la evaluación de los resultados de dichas pruebas con el fin de calificar los aceros adecuados para la fabricación de cilindros de gas que contengan hidrógeno o puedan sufrir fragilización por absorción de hidrógeno</p>	Recomendaciones sobre el diseño, material, fabricación, uso y prueba de contenedores transportables para hidrógeno
Contenedores	Cilindros transportables metálicos y no-metálicos	Cilindros y recipientes transportables metálicos

4.7.8 Grupo 8-Hidruros metálicos

En este grupo se encuentran dos estándares, cuyo tema general es el almacenamiento de hidrógeno en hidruros metálicos en contenedores transportables, pero que cuyo tema principal difiere bastante, como lo muestra la Tabla 23.

Tabla 23. Comparación estándares - Hidruros metálicos.

Característica	ISO 16111	CGA H-2
Nombre	Transportable gas storage devices — Hydrogen absorbed in reversible metal hydride	Guideline for Classification and Labeling of Hydrogen Storage Systems with Hydrogen Absorbed in Reversible Metal Hydrides
Etapas en la cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento
Temas tratados	Requisitos sobre material, diseño, construcción y prueba de sistemas de almacenamiento de hidrógeno en los que el hidrógeno se absorbe en hidruros metálicos.	Clasificación y etiquetado de sistemas de almacenamiento de hidrógeno en los que el hidrógeno se absorbe en hidruros metálicos
Contenedores	Transportables con un volumen máximo 150 litros y una presión máxima de 25 MPa	Transportables

4.7.9 Grupo 9 -Estaciones de tanqueo

La EIGA Doc 15/06 es una norma, donde se exponen recomendaciones y buenas prácticas para el correcto tanqueo de hidrógeno gaseoso de contenedores dispuestos en sitios de consumo, sin especificar el consumo final. Mientras la ISO 19880 es una norma que profundiza más en el tema del diseño y los componentes básicos que debe tener una estación de tanqueo de hidrógeno gaseoso para vehículos terrestres livianos. Una comparación básica de ambos estándares se encuentra en la Tabla 24.

Tabla 24. Comparación estándares- Estaciones de tanqueo.

Característica	EIGA Doc. 15/06	ISO 19880
Nombre	Gaseous Hydrogen Stations	Gaseous hydrogen — Fuelling stations
Etapas en la cadena de valor	Consumo	Consumo
Tipo de hidrógeno	gaseoso	gaseoso
Usuario final	indefinido	Vehículos terrestres livianos
Temas tratados	<ul style="list-style-type: none"> Guía para la compresión, limpieza, tanqueo de contenedores e instalaciones de almacenamiento de hidrógeno gaseoso 	<ul style="list-style-type: none"> Características mínimas de diseño para la seguridad y la operación de estaciones de tanqueo públicas y no públicas que provean hidrógeno gaseoso a vehículos de transporte ligeros Requerimientos y métodos de prueba para la operación segura de válvulas de alta presión (70MPa) para hidrógeno gaseoso Los requisitos para mangueras y conjuntos de mangueras reforzados

		<p>con alambre o textil adecuados para dispensar hidrógeno hasta una presión de trabajo nominal de 70 MPa, en el rango de temperatura de funcionamiento de -40°C a 65°C.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Métodos para garantizar la calidad del hidrógeno gaseoso en las instalaciones de distribución de hidrógeno y en las estaciones de servicio de hidrógeno para vehículos de carretera
Excluye	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producción, transporte y distribución ▪ Aspectos de seguridad con respecto al uso del hidrógeno en procesos químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estaciones de tanqueo residenciales ▪ Válvulas con una presión de trabajo nominal mayores a 70 MPa ▪ Mangueras que hagan parte del vehículo a ser tanqueado ▪ Mangueras metálicas flexibles

4.7.10 Grupo 10 - Calidad del combustible de hidrógeno

En el grupo 10 hay estándares bastante similares que especifican la calidad del hidrógeno utilizado ya sea en motores de combustión o en celdas combustibles. Una comparación básica de ambos estándares se encuentra en la Tabla 25.

Tabla 25. Comparación estándares-Calidad del combustible de hidrógeno.

Característica	EN 17124	ISO 14687	SAE J2719
Nombre	Hydrogen fuel quality — Product specification	Hydrogen fuel - Product specification and quality assurance - Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles	Hydrogen Fuel Quality for Fuel Cell Vehicles
Etapas en la cadena de valor	Consumo	Consumo	Consumo
Temas tratados	Características de la calidad del combustible de hidrógeno	Características de la calidad del combustible de hidrógeno	Características de la calidad del combustible de hidrógeno
Combustible de hidrógeno utilizado en:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vehículos de carretera con celda de combustible PEM de hidrógeno 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vehículos de carretera con celda de combustible PEM de hidrógeno ▪ Aparatos estacionarios con celda de combustible PEM de hidrógeno o mezclas ▪ Motores de combustión interna ▪ Aeronaves ▪ Cohetes espaciales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vehículos de carretera con celda de combustible PEM de hidrógeno
Calidad del combustible	<ul style="list-style-type: none"> ▪ H_2 : $>99.97\%$mol ▪ total otros gases: $<300\mu\text{mol/mol}$ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De acuerdo a uso: ▪ $50\%\text{mol} < \text{H}_2 < 99.995\%\text{mol}$ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ H_2 : $>99.97\%$mol ▪ total otros gases: $<100\mu\text{mol/mol}$

		<ul style="list-style-type: none">▪ $50\mu\text{mol/mol} < \text{total}$ $\text{otros gases} < 50\%\text{mol}$	
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

5 Marcos Regulatorios Internacionales

De acuerdo con el reporte "The Future of Hydrogen" (2019) de la Agencia Internacional de Energía (AIE) esta década es crucial para promover tecnologías bajas en carbono, si es que se quieren cumplir las metas de reducción de emisiones acordadas en el Acuerdo de París. Asimismo, de acuerdo a este reporte, hay cinco tipos de políticas que deberían ser implementadas antes del 2030 para promover al hidrógeno como vector energético del futuro. Estas acciones son:

1. Establecer metas y políticas a largo plazo para fomentar la confianza de potenciales inversionistas
2. Estimular la demanda comercial del hidrógeno a través de múltiples aplicaciones/ usos
3. Ayudar a mitigar los riesgos, tales como la complejidad de la cadena de valor
4. Promover la investigación y el desarrollo (I+D) y el intercambio de conocimientos
5. Armonizar estándares y eliminar barreras

Iniciativas privadas como el *Hydrogen Council* en su reporte "Path to Hydrogen Competitiveness - A cost perspective" de 2019 comparte, aunque en otras palabras, en su mayoría la misma opinión que la AIE, con respecto al tipo de políticas que deben implementarse por parte de los gobiernos para fomentar el hidrógeno en la economía mundial. En este reporte se especifica: la creación de *estrategias nacionales* (acción 1. AIE); la *coordinación* de inversionistas (acción 1. AIE); la creación de *regulaciones* para eliminar barreras (acción 5. AIE); la *estandarización* en torno al hidrógeno (acción 5. AIE); la inversión en *infraestructura* necesaria (acción 3. AIE); y el otorgamiento de *incentivos* por el uso del hidrógeno (acción 2. AIE);

Por su parte la Unión Europea (UE) (27 Estados miembro²) lleva desde hace unos años un plan de descarbonización que se alinea a lo acordado en el Acuerdo de París, por lo que ya se han creado y se siguen creando políticas dirigidas a este fin, muchas de ellas enfocándose en los puntos sugeridos por la AIE. Además de esto, 3 de 6 países líderes³ (Alemania, Australia, Austria, Estados Unidos, Japón y Reino Unido) en materia de hidrógeno, cuyas políticas y estrategias se compararán en la sección 0 de este informe, pertenecen a la UE (Reino Unido hasta el 31 de diciembre de 2020), razón por la cual se presentará en la sección 5.1 las directivas y los reglamentos más relevantes en torno al hidrógeno que rigen en la UE.

5.1 Marco regulatorio en la Unión Europea

Dado el creciente interés por el hidrógeno como vector energético y combustible alternativo, este ha sido referenciado en distintas leyes de la UE en los pasados años y todo indica que en los próximos años esta tendencia va a seguir.⁴

Este creciente número de directivas y reglamentos de la Unión Europea [9] directamente relacionados con el hidrógeno fomentan el uso de tecnologías con hidrógeno y especialmente se han enfocado en su uso como combustible. Además de estos, hay otros actos legislativos en las áreas de: salud y seguridad,

² Los Estados miembro de la UE se encuentran en los Anexos (II)

³ La matriz de selección de los países líderes se encuentra en los Anexos (III)

⁴ En los Anexos (IV) se muestra el procedimiento de adopción de actos legislativos (directivas, reglamentos, etc.) en la Unión Europea, en caso de ser esto de interés para el lector.

derecho ambiental, derecho laboral y derecho de la movilidad que afectan indirectamente la implementación de tecnologías del hidrógeno.

En la Tabla 26 se hace una recopilación de las directivas y reglamentos con mayor relevancia a la cadena de valor del hidrógeno en la UE. En esta tabla se encuentra el nombre de la directiva o reglamento, el sector al cual aplica dentro de la cadena de valor, su objetivo, las medidas para lograr dicho objetivo y por último unos comentarios con respecto a la relación del hidrógeno con dicha directiva o reglamento.

Tabla 26. Directivas y Regulaciones de la Unión Europea concernientes a la cadena de valor del hidrógeno.

Sector	Directiva/ Reglamento	Objetivo	Medidas	Anotaciones
Fuente Energética Consumo	<i>Directiva (UE) 2018/2001 - relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (Directiva RED II)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables. ▪ Fijar un objetivo vinculante para la Unión en relación con la cuota general de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión en 2030. ▪ Establecer normas sobre las ayudas financieras a la electricidad procedente de fuentes renovables, el autoconsumo de dicha electricidad, y el uso de energías renovables en los sectores de calefacción y refrigeración y del transporte, la cooperación regional entre Estados miembros y entre Estados miembros y terceros 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objetivo global vinculante de la Unión para 2030. Los Estados miembros velarán conjuntamente por que la cuota de energía procedente de fuentes renovables sea de al menos el 32 % del consumo final bruto de energía de la UE en 2030. ▪ Sistemas de apoyo a la electricidad procedente de fuentes renovables. ▪ Estabilidad del apoyo financiero ▪ Cálculo de la cuota de energía procedente de fuentes renovables ▪ Proyectos conjuntos entre Estados miembros ▪ Proyectos conjuntos entre los Estados miembros y terceros países ▪ Acceso a las redes de gas y funcionamiento de estas ▪ Los Estados miembros garantizarán que los consumidores tengan derecho a convertirse en autoconsumidores de energías renovables ▪ Las garantías de origen en vigor actualmente para la electricidad renovable deben ampliarse para incorporar los gases renovables ▪ Integración de las energías renovables en el sector del transporte 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los Estados miembro impondrán una obligación a los proveedores de combustible para garantizar que la cuota de energías renovables en el consumo final de energía en el sector del transporte sea como mínimo del 14 % en 2030 a más tardar. (oportunidad para la implementación del hidrógeno) ▪ No se establece una diferenciación entre el hidrógeno y sus orígenes (gris, azul o verde), lo cual es una desventaja para el hidrógeno verde/azul

		<p>países, las garantías de origen, los procedimientos administrativos y la información y la formación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa. 	<ul style="list-style-type: none"> Integración de las energías renovables en el sector de la calefacción y refrigeración Verificación del cumplimiento de los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero 	
<p>Fuente energética</p> <p>Producción</p> <p>Consumo</p>	<p><i>Reglamento (UE) 2018/1999</i> -sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) No. 663/2009 y (CE) No. 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar estrategias y medidas concebidas para cumplir los objetivos generales y los objetivos específicos de la Unión de la Energía y los compromisos de la Unión a largo plazo en materia de emisiones de gases de efecto invernadero, en consonancia con el Acuerdo de París, y, en particular, en lo que respecta al primer período decenal de 2021 a 2030, los objetivos específicos de la Unión 	<ul style="list-style-type: none"> Cada Estado miembro deberá elaborar un <i>plan nacional integrado de energía y clima</i>. Estos planes deberán cubrir, en una perspectiva a largo plazo, las cinco dimensiones de la estrategia de la Unión Europea: <ul style="list-style-type: none"> -seguridad energética; -investigación, innovación y competitividad; -el mercado interior de la energía; - eficiencia energética; -y un sistema de energía descarbonizado. Los Estados miembros también deben garantizar la contribución efectiva de todos los actores (inversionistas, ciudadanos y entidades locales y regionales) al proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> En el plan nacional integrado de energía y clima se deberá contemplar la cuota de energía procedente de biocombustibles y biogás para el transporte producidos a partir de materias primas y de otros combustibles. En los informes de progreso se deberá incluir entre otras, los volúmenes de biocombustibles, biogás, combustibles renovables de origen no biológico para el transporte, combustibles de carbono reciclado y electricidad renovable

	Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) No. 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo	<p>para 2030 en materia de energía y clima</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimular la cooperación entre los Estados miembros, también, en su caso, a nivel regional, con el fin de alcanzar los objetivos generales y específicos de la Unión de la Energía. ▪ Garantizar la oportunidad, exhaustividad, exactitud, coherencia, comparabilidad y transparencia de la información presentada por la Unión y sus Estados miembros. ▪ contribuir a una mayor seguridad jurídica, así como a una mayor seguridad para los inversores, y ayudar a aprovechar plenamente las oportunidades de desarrollo económico, estímulo de la inversión, creación de empleo y cohesión social. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La implementación de los planes será reportada en un informe de progreso bienal, que será elaborado por los Estados miembros bajo la supervisión de la Comisión Europea. 	consumidos en el sector del transporte y, en caso de que sea pertinente, su capacidad de ahorro de gases de efecto invernadero, distinguiéndose entre combustibles producidos a partir de distintos tipos de cultivos alimentarios o forrajeros y cada tipo de materia prima
Producción Acondicionamiento Almacenamiento Distribución	<i>Reglamento (UE) 2018/842</i> - sobre reducciones anuales vinculantes de las	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer obligaciones para los Estados miembros respecto de sus contribuciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer para los Estados miembro un porcentaje mínimo de reducción de gases de efecto de invernadero, con respecto a sus emisiones en 2005. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No se menciona directamente el hidrógeno, sin embargo, con este reglamento se busca reducir

<p>Consumo</p>	<p>emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París, y por el que se modifica el Reglamento (UE) No. 525/2013</p>	<p>mínimas en el período de 2021 a 2030 para alcanzar en 2030 el objetivo de la Unión de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 30 % por debajo de los niveles de 2005 y contribuir a la consecución de los objetivos del Acuerdo de París.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer las normas relativas a la determinación de las asignaciones anuales de emisiones y a la evaluación de los avances de los Estados miembros hacia el cumplimiento de sus contribuciones mínimas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar una evaluación anual, para asegurar que cada Estado miembro esté cumpliendo las metas previstas. ▪ Medidas correctivas para los Estados miembro que no hayan realizado el avance suficiente en materia de reducción de gases de efecto de invernadero. 	<p>la emisión de gases de efecto de invernadero, lo cual abre la puerta al uso de este.</p>
<p>Producción Acondicionamiento Almacenamiento Distribución Consumo</p>	<p><i>Directiva 1999/92/EC</i> - relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosiva</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer las disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores que pudieran verse expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El empresario deberá tomar medidas de carácter técnico y/u organizativo para la prevención de explosiones y protección contra las mismas. ▪ El empresario evaluará los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas. ▪ El empresario se encargará de que se elabore y mantenga actualizado un documento, denominado «documento de protección contra explosiones». 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En esta directiva no se menciona directamente el hidrógeno, sin embargo, se relaciona indirectamente al ser este una sustancia explosiva.

<p>Producción Acondicionamiento Almacenamiento Distribución Consumo</p>	<p><i>Directiva 2014/68/EU</i> - relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión (<i>Directiva PED</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurar que los equipos a presión o los conjuntos comercializados cumplan los requisitos que proporcionan un elevado nivel de protección de la salud y la seguridad de las personas, así como de protección de los animales domésticos y los bienes, y garantizar al mismo tiempo el funcionamiento del mercado interior. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especificar los requisitos técnicos y la clasificación de acuerdo con un nivel de peligro, según la presión, el volumen o el tamaño nominal, el grupo de fluidos y el estado de agregación, así como los procedimientos de evaluación de conformidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El hidrógeno es clasificado como fluido peligroso (inflamable, tóxico y/u oxidante). Como resultado, una gran parte del equipo para su producción, almacenamiento y distribución debe cumplir con los requisitos técnicos establecidos en la directiva.
<p>Producción Acondicionamiento Almacenamiento Distribución Consumo</p>	<p><i>Directiva 2012/18/EU</i> - relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas (<i>Directiva SEVESO</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer normas para la prevención de los accidentes graves que podrían resultar de determinadas actividades industriales y la limitación de sus consecuencias para la salud humana y el medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los Estados miembros velarán por que cualquier persona física o jurídica que explota o controla un establecimiento o instalación esté obligado a tomar las medidas necesarias para prevenir accidentes graves y limitar sus consecuencias para la salud humana y el medio ambiente y demostrarlo en cualquier momento (controles e inspecciones). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hidrógeno clasificado como sustancia peligrosa. ▪ Directiva no contempla el almacenamiento de pequeñas cantidades de hidrógeno (<5 toneladas) ni de grandes cantidades (>50 toneladas)
<p>Producción</p>	<p><i>Directiva 2014/34/UE</i> - sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los Estados miembros adoptarán todas las medidas necesarias para garantizar que los productos solo puedan ser comercializados y puestos en servicio cuando sean convenientemente 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especifica obligaciones y medidas que deben cumplir tanto fabricantes, importadores y distribuidores de los Estados miembros para comercializar aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No se especifica directamente el uso del hidrógeno. Sin embargo, es de relevancia al ser este una sustancia explosiva.

	(Directiva ATEX)	instalados y mantenidos y utilizados de conformidad con el uso al que están destinados.		
Producción	Directiva 2010/75/UE - sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación)	<ul style="list-style-type: none"> Establecer normas sobre la prevención y el control integrados de la contaminación procedente de las actividades industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> Concesión de permisos a través de un enfoque integrado que tiene en cuenta el desempeño ambiental de la planta, cubriendo, por ejemplo, emisiones al aire, agua y tierra, generación de desechos, uso de materias primas, eficiencia energética, ruido, prevención de accidentes y restauración del sitio a su cierre. Las condiciones del permiso, incluidos los valores límite de emisión, deben basarse en las <i>mejores técnicas disponibles</i> (MTD). Con el fin de definir las MTD y el rendimiento medioambiental asociado a las MTD a nivel de la UE, la Comisión organiza un intercambio de información con expertos de los Estados miembros, la industria y las organizaciones medioambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> La producción de hidrógeno es contemplada dentro de la industria química - fabricación de productos químicos inorgánicos. La autoridad competente puede permitir valores de emisiones más altos que los dispuestos en la norma, si el costo para implementar las MTD diera lugar a unos costes desproporcionadamente más elevados en comparación con el beneficio ambiental (esta es la mayor crítica a esta directiva).
Producción	Directiva 2001/42/CE - relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Conseguir un elevado nivel de protección del medio ambiente y contribuir a la integración de aspectos medioambientales en la preparación y adopción de planes y programas con el fin de promover un desarrollo sostenible, 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de una Evaluación Estratégica Medioambiental (SAE por sus siglas en inglés), en la que se identificarán, describirán y evaluarán los probables efectos significativos en el medio ambiente de la aplicación del plan o programa, así como unas alternativas razonables que tengan en cuenta los objetivos y el ámbito de 	<ul style="list-style-type: none"> No menciona el hidrógeno directamente. Mediante la Evaluación Estratégica Medioambiental se espera proporcionar el marco para influir en la toma de decisiones en una etapa temprana cuando los planes o los programas se están desarrollando.

		garantizando la realización, de conformidad con las disposiciones de la Directiva, de una evaluación medioambiental de determinados planes y programas que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente.	aplicación geográfico del plan o programa.	
Producción	<i>Directiva 98/24/CE</i> - relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Establecer disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados o que puedan derivarse de los efectos de los agentes químicos que estén presentes en el lugar de trabajo o de cualquier actividad con agentes químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinación y evaluación del riesgo de agentes químicos peligrosos. Medidas específicas de protección y prevención. Medidas que deberán adoptarse en caso de accidentes, incidentes y emergencias. Información y formación de los trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> En esta directiva no se menciona directamente el hidrógeno, sin embargo, se relaciona indirectamente al ser este catalogado como sustancia peligrosa.
Producción	<i>Directiva 2004/35</i> - sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un marco de responsabilidad medioambiental, basado en el principio de „quien contamina paga», para la prevención y la reparación de los daños medioambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> Exigir la imposición de consecuencias financieras para ciertos tipos de daños causados al medio ambiente en el operador económico que causó el daño. Cubre: <ul style="list-style-type: none"> -Daños a especies protegidas y hábitats naturales -Daños causados al agua y -Daños a la tierra. 	<ul style="list-style-type: none"> La directiva trata indirectamente al hidrógeno, pues entre las actividades a las que hace referencia la directiva se encuentra: <ul style="list-style-type: none"> -La fabricación, utilización, almacenamiento, transformación,

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuando existan amenazas inminentes o cuando lo requiera la autoridad competente, los operadores deben tomar medidas preventivas. 	<p>embotellado, liberación en el medio ambiente y transporte de sustancias peligrosas.</p>
<p>Producción</p> <p>Distribución</p> <p>Consumo</p>	<p><i>Directiva 2014/52/UE</i> por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Armonizar los principios de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos, mediante la introducción de requisitos mínimos relacionados con el tipo de proyectos sujetos a evaluación, las principales obligaciones de los promotores, el contenido de la evaluación y la participación de las autoridades competentes y del público, y pretende contribuir a garantizar un nivel elevado de protección del medio ambiente y la salud humana; teniendo los Estados miembros libertad para establecer medidas de protección más estrictas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se incluyen como elementos importantes en los procesos de evaluación y toma de decisiones cuestiones medioambientales, como la eficiencia en el uso de los recursos y la sostenibilidad de los mismos, la protección de la biodiversidad, el cambio climático y los riesgos de accidentes y catástrofes. Además, conforme esta nueva versión de la Directiva, los proyectos públicos y privados deben tener en cuenta y limitar sus repercusiones sobre el terreno, especialmente su ocupación, y sobre el suelo, en particular la materia orgánica, la erosión, la compactación y el sellado; entre otros. ▪ Se establece que los Estados miembros han de establecer, al menos, un portal central o puntos de acceso al nivel administrativo adecuado para que los ciudadanos puedan acceder a la información en esta materia de manera fácil y efectiva. 	<p>Proyectos contemplados (relacionados al hidrógeno):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Refinerías de petróleo bruto ▪ Centrales térmicas y otras instalaciones de combustión de una producción calorífica de al menos 300 MW ▪ Plantas integradas para la fundición inicial del hierro colado y del acero ▪ Instalaciones químicas integradas, es decir, instalaciones para la fabricación a escala industrial de sustancias mediante transformación química ▪ Tuberías con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 40 km ▪ Instalaciones para el almacenamiento de productos petrolíferos, petroquímicos o químicos, con una capacidad de, al menos, 200 000 toneladas.
<p>Producción</p> <p>Consumo</p>	<p><i>Directiva (UE) 2018/410</i> por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para intensificar las</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contribuir a la consecución de un nivel elevado de protección del medio ambiente de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en el interior de la Comunidad, denominado «régimen 	<p>La imposición de un límite de emisiones y el costo de las emisiones al superarse este límite impulsa el uso de</p>

	reducciones de emisiones de forma eficaz en relación con los costes y facilitar las inversiones en tecnologías hipocarbónicas, así como la Decisión (UE) 2015/1814	conformidad con el principio del desarrollo sostenible de la manera más eficiente económicamente y, al mismo tiempo, proporcionar a las instalaciones tiempo suficiente para adaptarse, y disponer que se dispense un trato más favorable a las personas especialmente afectadas de una manera proporcionada.	comunitario», a fin de fomentar reducciones de las emisiones de estos gases de una forma eficaz en relación con el coste y económicamente eficiente.	tecnologías no contaminantes, tales como el hidrógeno
Almacenamiento Distribución	<i>Directiva 2010/35/UE</i> - sobre equipos a presión transportables	<ul style="list-style-type: none"> Establecer normas de desarrollo en relación con los equipos a presión transportables. 	<ul style="list-style-type: none"> Designa obligaciones para: <ul style="list-style-type: none"> -Fabricantes -Representantes autorizados -Importadores -Distribuidores -Propietarios de equipos a presión transportables, tales como: cilindros, tubos, contenedores criogénicos y tanques, a fin de reforzar la seguridad y de garantizar la libre circulación de este tipo de equipos en la Unión 	En esta directiva no se menciona directamente el hidrógeno, sin embargo, está indirectamente relacionado con su almacenamiento y transporte.
Distribución	<i>Directiva 2008/68/CE</i> - sobre el transporte terrestre de mercancías peligrosas	<ul style="list-style-type: none"> Garantizar la aplicación uniforme de normas armonizadas de seguridad en toda la Comunidad y alcanzar un alto nivel de seguridad para las operaciones de 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar y en ciertos casos extender las normas establecidas por el <i>Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR)</i>, el <i>Reglamento Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril</i> 	<ul style="list-style-type: none"> En esta directiva no se menciona directamente el hidrógeno, sin embargo, se relaciona indirectamente al ser catalogado como sustancia peligrosa

		transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril o vía navegable interior nacionales e internacionales	(RID) y el <i>Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables interiores</i> (ADN) para regular la seguridad del transporte internacional de mercancías peligrosas.	
Distribución	<i>Directiva 2009/73/CE</i> - sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural y por la que se deroga la Directiva 2003/55/CE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crear un mercado interior del gas natural plenamente operativo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer normas comunes en materia de transporte, distribución, suministro y almacenamiento de gas natural. ▪ Definir las normas relativas a la organización y funcionamiento del sector del gas natural, el acceso al mercado, los criterios y procedimientos aplicables a la concesión de las autorizaciones para el transporte, la distribución, el suministro y el almacenamiento de gas natural, así como la explotación de las redes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las normas establecidas en la directiva en relación con el gas natural, incluido el GNL, también serán aplicables de manera no discriminatoria al biogás y al gas obtenido a partir de la biomasa u otros tipos de gas siempre y cuando resulte técnicamente posible y seguro inyectar tales gases en la red de gas natural y transportarlos por ella.
Distribución	<i>Reglamento (CE) 1272/2008</i> - sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no1907/2006	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantizar un nivel elevado de protección de la salud humana y del medio ambiente, así como la libre circulación de sustancias, mezclas y artículos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Armonizar los criterios para la clasificación de sustancias y mezclas, y las normas de etiquetado y envasado para sustancias y mezclas peligrosas. ▪ Imponer a los fabricantes, importadores y usuarios intermedios, la obligación de clasificar las sustancias y mezclas comercializadas. ▪ Elaborar una lista comunitaria de sustancias, con su clasificación y elementos de etiquetado armonizados. ▪ Crear un catálogo de clasificación y etiquetado de sustancias. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incluye al hidrógeno en su lista armonizada de clasificación y etiquetado de sustancias peligrosas. ▪ Se basa en las <i>Recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas</i>
Consumo	<i>Directiva 2014/94/UE</i> - relativa a la implantación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer un marco común de medidas para 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establece requisitos mínimos para la creación de una infraestructura para los 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los Estados miembros que decidan incluir (<i>no es</i>

	de una infraestructura para los combustibles alternativos (Directiva AFID)	la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos en la Unión a fin de minimizar la dependencia de los transportes respecto del petróleo y mitigar el impacto medioambiental del transporte	combustibles alternativos, incluyendo puntos de recarga para vehículos eléctricos y puntos de repostaje de gas natural (GNL y GNC) y de hidrógeno, que se habrán de aplicar mediante los marcos de acción nacionales de los Estados miembros, así como mediante las especificaciones técnicas comunes sobre dichos puntos de recarga y de repostaje, y los requisitos de información a los usuarios. <ul style="list-style-type: none"> Creación de un informe por parte de cada Estado miembro donde se describa las medidas tomadas para apoyar la creación de infraestructura para los combustibles alternativos. Entre las medidas se deben encontrar: <ul style="list-style-type: none"> -Incentivos directos, incentivos fiscales e incentivos no financieros para promover la compra de medios de transporte que utilicen combustibles alternativos o la creación de infraestructura, -Presupuesto público para incentivar I+D en el ámbito de los combustibles alternativos, entre otras. 	<i>mandatorio</i>) puntos de repostaje de hidrógeno accesibles al público en su marco de acción nacional garantizarán, a más tardar el 31 de diciembre de 2025, la disponibilidad de un número adecuado de los mismos a fin de garantizar la circulación de vehículos con motor de hidrógeno, incluidos los que emplean pilas de combustible, dentro de las redes determinadas por dichos Estados miembros, incluyendo, en su caso, enlaces transfronterizos. <ul style="list-style-type: none"> Especifica el uso de los siguientes estándares para para puntos de repostaje de hidrógeno para vehículos de motor: <ul style="list-style-type: none"> ISO/ TS20100 (reemplazada por ISO 19880) ISO 14687-2 (ahora ISO 14687:2019) ISO 17268 (actual)
Consumo	<i>Directiva 2015/1513/UE</i> -por la que se modifican la Directiva 98/70/CE, relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo, y la Directiva 2009/28/CE,	<ul style="list-style-type: none"> Reducir en mayor medida las emisiones de gases de efecto invernadero, así como de la contribución significativa a tales 	<ul style="list-style-type: none"> Limitación del 7% de la contribución de los biocombustibles convencionales para 2020. Obligación de los Estados miembros de establecer un objetivo nacional 	<ul style="list-style-type: none"> Se cuenta el hidrógeno como combustible renovable de origen no biológico para vehículos

	relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables	<p>emisiones de los combustibles para el transporte por carretera.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer los criterios de sostenibilidad que deben cumplir los biocarburantes y biolíquidos para ser tenidos en cuenta a efectos del cumplimiento de los objetivos de la Directiva y para poder ser incluidos en regímenes de ayudas públicas. ▪ Incluir disposiciones que regulen el impacto del cambio indirecto del uso de la tierra, ya que los biocarburantes actuales se producen fundamentalmente a partir de cultivos plantados en tierras agrícolas existentes. 	<p>indicativo de biocombustibles avanzados para 2020.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recuento doble de todos los biocombustibles producidos a partir de materias primas incluidas en el nuevo anexo IX de la Directiva 2009/28/CE de energías renovables, incluidos el aceite de cocina usado y las grasas animales clasificadas en las categorías 1 y 2. ▪ Aumento de los factores multiplicadores de la electricidad producida a partir de fuentes de energía renovables consumidas por vehículos eléctricos de carretera (de 2.5 a 5) y el transporte ferroviario (de 1 a 2.5) para el cálculo de la cuota de mercado de las energías renovables en el transporte. ▪ Obligación de los proveedores de combustible de informar anualmente los valores medios provisionales de las emisiones indirectas estimadas de cambio de uso del suelo de los biocombustibles comercializados, entre la información que se enviará a los Estados miembros anualmente. ▪ Aumento del umbral mínimo de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se aplican a los biocombustibles y biolíquidos producidos en nuevas instalaciones. 	
Consumo	<i>Directiva (UE) 2019/1161</i> - por la que se modifica la Directiva 2009/33/CE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover y estimular el mercado de vehículos limpios y 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordenar a los poderes adjudicadores, a las entidades adjudicadoras y a determinados operadores que tengan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El hidrógeno es tenido en cuenta como combustible para vehículos

	relativa a la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes	energéticamente eficientes <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumentar la contribución del sector del transporte a las políticas en materia de medio ambiente, clima y energía de la Comunidad. 	en cuenta los impactos energéticos y medioambientales durante su vida útil, incluidos el consumo de energía y las emisiones de CO ₂ y de determinados contaminantes, a la hora de comprar vehículos de transporte por carretera. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Especificar mínimo de contratación pública para la cuota de vehículos ligeros limpios y vehículos pesados limpios para 2025 y 2030. 	
Consumo	<i>Directiva 2009/72/CE</i> - sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crear un mercado interior de la electricidad plenamente operativo en una red conectada en toda la Comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer normas comunes en materia de generación, transporte, distribución y suministro de electricidad, así como normas relativas a la protección de los consumidores, con vistas a mejorar e integrar unos mercados competitivos de la electricidad en la Comunidad. ▪ Definir las normas relativas a la organización y funcionamiento del sector de la electricidad, el acceso abierto al mercado, los criterios y procedimientos aplicables a las licitaciones y la concesión de las autorizaciones, así como la explotación de las redes. ▪ Definir las obligaciones de servicio universal y los derechos de los consumidores de electricidad, y aclarar las obligaciones en materia de competencia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No se nombra explícitamente la producción de electricidad a partir de celdas combustibles, pero se menciona que los Estados miembros tomarán en consideración que la contribución de las instalaciones de generación para cumplir el objetivo comunitario general debe alcanzar una cuota de un 20% como mínimo de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Comunidad para 2020.
Consumo	<i>Reglamento (CE) 79/2009</i> - relativo a la homologación de los vehículos de motor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer los requisitos para la homologación de vehículos de motor respecto a la propulsión 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especifica: -Requisitos generales de los componentes y sistemas de hidrógeno. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica para vehículos de clase: - M: Vehículos a motor destinados al transporte de

	<p>impulsados por hidrógeno y que modifica la Directiva 2007/46/CE</p> <p><i>Reglamento No.134</i> de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos de motor y sus componentes en relación con el rendimiento en cuanto a seguridad de los vehículos de hidrógeno</p>	<p>por hidrógeno y la homologación de los componentes y sistemas de hidrógeno.</p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer los requisitos para la instalación de dichos componentes y sistemas 	<ul style="list-style-type: none"> -Requisitos de los depósitos de hidrógeno diseñados para el uso de hidrógeno líquido. -Requisitos de los componentes de hidrógeno, distintos de los depósitos, diseñados para el uso de hidrógeno líquido. -Requisitos de los depósitos de hidrógeno diseñados para el uso de hidrógeno comprimido (en estado gaseoso). -Requisitos de los componentes de hidrógeno, distintos de los depósitos, diseñados para el uso de hidrógeno comprimido (en estado gaseoso). -Requisitos generales para la instalación de los componentes y sistemas de hidrógeno. - Sanciones por incumplimiento. 	<p>personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas, o tres ruedas y un peso superior a 1 tonelada.</p> <p>-N: Vehículos a motor destinados al transporte de mercancías y que tengan por lo menos cuatro ruedas, o tres ruedas y un peso superior a 1 tonelada.</p> <ul style="list-style-type: none"> En el Reglamento No.134 se toma como referencia el hidrógeno con la calidad especificada por los estándares ISO 14687 y SAE J2719
Consumo	<p><i>Reglamento (UE) 630/2012</i> - por el que se modifica el Reglamento (CE) No 692/2008 en lo que respecta a los requisitos de homologación de tipo de los vehículos de motor alimentados con hidrógeno o con una mezcla de hidrógeno y gas natural por lo que se refiere a las emisiones, y en lo que respecta a la inclusión de información</p>	<ul style="list-style-type: none"> Establecer los requisitos necesarios para la homologación de los vehículos Euro 5 y Euro 6. Reconocer la existencia de una amplia gama de tecnologías (electricidad, hidrógeno, biogás y biocombustibles líquidos) que pueden contribuir de manera significativa a la consecución de las prioridades de Europa 	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos generales para la homologación de tipo y otras disposiciones relacionadas con la solicitud de homologación de tipo CE de un vehículo con respecto a las emisiones y el acceso a la información de reparación y mantenimiento del vehículo. 	<ul style="list-style-type: none"> El Reglamento 630/2012 amplía el alcance del Reglamento (CE) no. 692/2008 al vehículo de celda combustible de hidrógeno. Especificación de la calidad del hidrógeno de acuerdo con la ISO 14687

	específica relativa a los vehículos equipados con una cadena de tracción eléctrica en la ficha de características a efectos de la homologación de tipo CE	2020, a saber, desarrollar una economía basada en el conocimiento y la innovación (crecimiento inteligente) y promover una economía más eficiente en el uso de los recursos, más ecológica y competitiva (crecimiento sostenible).		
Consumo	<i>Reglamento (UE) 2019/631</i> - por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de CO ₂ de los turismos nuevos y de los vehículos comerciales ligeros nuevos, y por el que se derogan los Reglamentos (CE) 443/2009 y (UE) 510/2011	<ul style="list-style-type: none"> Establecer requisitos de comportamiento en materia de emisiones de CO₂ de los turismos nuevos y de los vehículos comerciales ligeros nuevos para contribuir al cumplimiento del objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión y de los objetivos del Acuerdo de París, así como para garantizar el correcto funcionamiento del mercado interior. 	<ul style="list-style-type: none"> Fijar un objetivo a escala del parque de la Unión, aplicable a partir del 1 de enero de 2020, de 95 g CO₂/km como promedio de emisiones de CO₂ de los turismos nuevos y un objetivo a escala del parque de la Unión de 147 g de CO₂/km como promedio de emisiones de CO₂ de los vehículos comerciales ligeros nuevos matriculados en la Unión, medidas hasta el 31 de diciembre de 2020. A partir del 1 de enero de 2025, se aplicarán los siguientes objetivos a escala del parque de la Unión: <ul style="list-style-type: none"> -para las emisiones medias del parque de turismos nuevos, un objetivo a escala del parque de la Unión igual a una reducción del 15 % del objetivo en 2021. -para las emisiones medias del parque de vehículos comerciales ligeros nuevos, un objetivo a escala del parque de la Unión igual a una reducción del 15 % del objetivo de 2021. 	<ul style="list-style-type: none"> Con este reglamento se busca la creación de incentivos para que la industria automovilística invierta en nuevas tecnologías, entre las cuales se encuentra el uso de hidrógeno como combustible.

			<ul style="list-style-type: none"> A partir del 1 de enero de 2030, se aplicarán los siguientes objetivos a escala del parque de la Unión: <ul style="list-style-type: none"> -para las emisiones medias del parque de turismos nuevos, un objetivo a escala del parque de la Unión igual a una reducción del 37,5 % del objetivo en 2021. -para las emisiones medias del parque de vehículos comerciales ligeros nuevos, un objetivo a escala del parque de la Unión igual a una reducción del 31 % del objetivo en 2021. 	
Consumo	<p><i>Reglamento (UE) 2019/1242-</i> por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de CO₂ para vehículos pesados nuevos y se modifican los Reglamentos (CE) 595/2009 y (UE) 2018/956 del Parlamento Europeo y del Consejo y la Directiva 96/53/CE del Consejo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Establecer los requisitos de comportamiento en materia de emisiones de CO₂ para los vehículos pesados nuevos por los que las emisiones específicas de CO₂ del parque de vehículos pesados nuevos de la Unión para contribuir al cumplimiento del objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión y de los objetivos del Acuerdo de París. 	<ul style="list-style-type: none"> Deben reducirse en comparación con las emisiones de CO₂ de referencia de la forma siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - para los períodos de comunicación del año 2025 en adelante, el 15 %. - para los períodos de comunicación del año 2030 en adelante, el 30 %. Las emisiones de CO₂ de referencia se basarán en los datos de control para el período comprendido entre el 1 de julio de 2019 y el 30 de junio de 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> Con este reglamento se busca la creación de incentivos para que la industria automovilística invierta en nuevas tecnologías, entre las cuales se encuentra el uso de hidrógeno como combustible.
Consumo	<p>Global technical regulation No. 13 - Global technical regulation on hydrogen</p>	<ul style="list-style-type: none"> El propósito de esta regulación es minimizar el daño humano que puede ocurrir como resultado de un incendio, 	<ul style="list-style-type: none"> Este reglamento especifica los requisitos de rendimiento relacionados con la seguridad para vehículos alimentados con hidrógeno. 	<ul style="list-style-type: none"> se toma como referencia el hidrógeno con la calidad especificada por los estándares ISO 14687 y SAE J2719

	and fuel cell vehicles de la CEPE	explosión o explosión relacionados con el sistema de combustible del vehículo y / o de una descarga eléctrica causada por el sistema de alto voltaje del vehículo.		<ul style="list-style-type: none">▪ Protocolo de tanqueo de acuerdo con SAE J2601
--	-----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------

5.2 Tratados internacionales

Acuerdos armonizados a nivel internacional y con relevancia para el comercio del hidrógeno existen únicamente en el área del transporte de mercancías peligrosas. El Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC) emite las *"Recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas"*, las cuales sirven de base para la mayoría de los esquemas regulatorios regionales, nacionales e internacionales. (ver Figura 6)

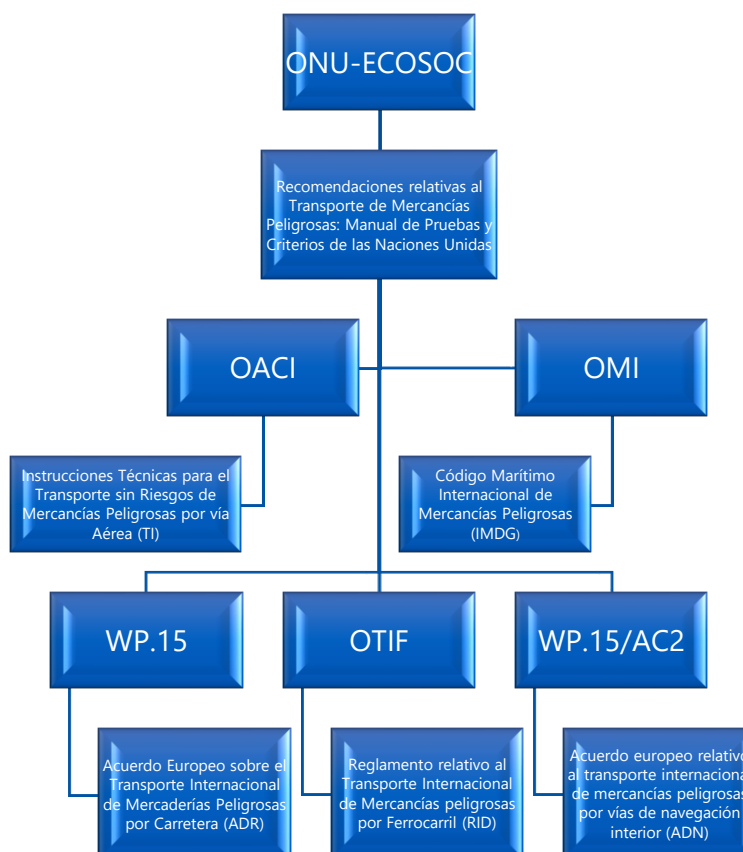


Figura 6. Marco regulatorio de la ONU para el transporte de sustancias peligrosas.


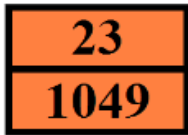
Por ejemplo, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) (193 Estados miembros) ha desarrollado las *"Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por vía Aérea"* (TI) basadas en esas recomendaciones, pero se adaptaron para acomodar aspectos particulares del transporte aéreo a nivel gubernamental. De manera similar la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) (299 aerolíneas miembro) crea el *"Reglamento de Mercancías Peligrosas"* (DGR) donde también se incorporan los requisitos individuales de aerolíneas. También la Organización Marítima Internacional (OMI) (173 Estados miembro) ha desarrollado el *"Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas"* (IMDG), que hace parte a su vez del *"Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar"* (SOLAS) para el transporte de mercancías peligrosas por mar. Para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril y por vía fluvial están el *"Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercaderías Peligrosas por Carretera"* (ADR) (50 Estados miembro), el *"Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías peligrosas por Ferrocarril"* (RID) (44 Estados miembro) y el *"Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías de navegación interior"* (ADN) (18 Estados miembro) correspondientemente. A pesar de que en un principio estos acuerdos fueron creados para ser

utilizados dentro del marco de la UE, han sido adoptados por otros países, pues a través de la RID/ADR/ADN Joint Meeting (WP 15/AC. 1) del ECOSOC han habido esfuerzos para armonizar los acuerdos entre sí y con las recomendaciones de la ONU y así simplificar y promover el transporte internacional.⁵ [10] [11] [12] [13] [14]

En las secciones 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.3 se muestra la información más importante encontrada en los diferentes acuerdos internacionales para el transporte del hidrógeno comprimido, el hidrógeno líquido y el hidrógeno almacenado en hidruros metálicos, que son las sustancias que tienen relevancia para este estudio.

5.2.1 Hidrógeno comprimido

Tabla 27. Información relativa al transporte de hidrógeno comprimido. [15]


Hidrógeno comprimido	
Número ONU	
No. ONU	1049
Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	Hydrogen, Compressed
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	Hydrogen, Compressed
Transporte por mar (IMDG)	Hydrogen, Compressed
Clase(s) de peligro para el transporte	
Etiquetado	 2.1: Gases inflamables
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	
Clase	2
Código de clasificación	1F
Número de peligro	23
	
Transporte por aire (ICAO -TI / IATA-DGR)	
Clase /División (Riesgo secundario)	2.1
Transporte por mar (IMDG)	
Clase /División (Riesgo secundario)	2.1
Grupo de Embalaje	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	No establecido
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	No establecido
Transporte por mar (IMDG)	No establecido
Peligros para el medio ambiente	

⁵ Los Estados en los que se aplican estos acuerdos se encuentran en los Anexos (II)

Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	Ninguno
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	Ninguno
Transporte por mar (IMDG)	Ninguno
Precauciones particulares para usuarios	
<i>Instrucción(es) de Embalaje</i>	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	P200 ⁶
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	
Avión de pasaje y carga	Prohibido
Avión de carga solo	200 ⁷
Transporte por mar (IMDG)	P200 ⁵
Medidas de precaución especiales para el transporte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evitar el transporte en los vehículos donde el espacio de la carga no esté separado del compartimento del conductor. ▪ Asegurar que el conductor conoce los riesgos potenciales de la carga y que sabe cómo actuar en caso de accidente o de emergencia. ▪ Antes de transportar los envases: <ul style="list-style-type: none"> - Asegurar una ventilación adecuada. - Asegurarse que los recipientes estén bien fijados. - Asegurarse que las válvulas de las botellas estén cerradas y no presenten fugas. - Asegurarse que el tapón o tuerca ciega de protección de la válvula (cuando exista) esté adecuadamente apretado. - Asegurarse que la caperuza de la válvula o la tulipa, (cuando exista), esté adecuadamente apretada


5.2.2 Hidrógeno líquido

Tabla 28. Información relativa al transporte de hidrógeno líquido. [16]

Hidrógeno líquido	
Número ONU	
No. ONU	1966
Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	Hydrogen, Refrigerated Liquid
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	Hydrogen, Refrigerated Liquid
Transporte por mar (IMDG)	Hydrogen, Refrigerated Liquid
Clase(s) de peligro para el transporte	
Etiquetado	 2.1: Gases inflamables
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	

⁶ Para más información sobre las instrucciones de embalaje remitirse a las „Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas „de la ONU.

⁷ Para más información sobre las instrucciones de embalaje remitirse a las „Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por vía Aérea“ de la OACI

Clase	2
Código de clasificación	3F
Número de peligro	223 
Transporte por mar (IMDG)	
Clase /División (Riesgo secundario)	2.1
Grupo de Embalaje	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	No establecido
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	No establecido
Transporte por mar (IMDG)	No establecido
Peligros para el medio ambiente	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	Ninguno
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	Ninguno
Transporte por mar (IMDG)	Ninguno
Precauciones particulares para usuarios	
Instrucción(es) de Embalaje	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	P203 ⁵
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	
Avión de pasaje y carga	Prohibido
Avión de carga solo	Prohibido
Transporte por mar (IMDG)	P203 ⁵
Medidas de precaución especiales para el transporte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evitar el transporte en los vehículos donde el espacio de la carga no esté separado del compartimento del conductor. ▪ Asegurar que el conductor conoce los riesgos potenciales de la carga y que sabe cómo actuar en caso de accidente o de emergencia. ▪ Antes de transportar los envases: <ul style="list-style-type: none"> - Asegurar una ventilación adecuada. - Asegurarse que los recipientes estén bien fijados. - Asegurarse que las válvulas de las botellas estén cerradas y no presentan fugas. - Asegurarse que el tapón o tuerca ciega de protección de la válvula (cuando exista) esté adecuadamente apretado. - Asegurarse que la caperuza de la válvula o la tulipa, (cuando exista), esté adecuadamente apretada

5.2.3 Hidrógeno en hidruros metálicos

Tabla 29. Información relativa al transporte de hidrógeno en hidruros metálicos.

Hidrógeno en hidruros metálicos	
Número ONU	
No. ONU	3468
Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	

Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	Hydrogen in a metal hydride storage system or Hydrogen in a metal hydride storage system contained in equipment or Hydrogen in a metal hydride storage system packed with equipment
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	Hydrogen in a metal hydride storage system or Hydrogen in a metal hydride storage system contained in equipment or Hydrogen in a metal hydride storage system packed with equipment
Transporte por mar (IMDG)	Hydrogen in a metal hydride storage system or Hydrogen in a metal hydride storage system contained in equipment or Hydrogen in a metal hydride storage system packed with equipment
Clase(s) de peligro para el transporte	
Etiquetado	<p>2.1: Gases inflamables</p>
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	
Clase	2
Código de clasificación	1F
Número de peligro	-
Transporte por aire (ICAO -TI / IATA-DGR)	
Clase /División (Riesgo secundario)	2.1
Transporte por mar (IMDG)	
Clase /División (Riesgo secundario)	2.1
Grupo de Embalaje	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	No establecido
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	No establecido
Transporte por mar (IMDG)	No establecido
Peligros para el medio ambiente	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	Ninguno
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	Ninguno
Transporte por mar (IMDG)	Ninguno
Precauciones particulares para usuarios	
Instrucción(es) de Embalaje	
Transporte por carretera ferrocarril (ADR/RID)	P205 ⁵
Transporte por aire (ICAO - TI / IATA-DGR)	
Avión de pasaje y carga	Prohibido
Avión de carga solo	214 ⁶
Transporte por mar (IMDG)	P205 ⁵

<p>Medidas de precaución especiales para el transporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los envases deberán ser preferiblemente transportados en vehículos abiertos o ventilados. ▪ Los envases no deben ser arrojados o sometidos a impacto ▪ Los envases deberán estar almacenados en el vehículo o contenedor de tal manera que no puedan girar ni caerse. ▪ Los sistemas de almacenamiento de hidruros metálicos instalados en vehículos, embarcaciones o aviones o en componentes completos o destinados a ser instalados en vehículos, embarcaciones o aeronaves deberán ser aprobados por la autoridad competente antes de la aceptación para el transporte. El documento de transporte incluirá una indicación de que el paquete fue aprobado por la autoridad competente o una copia de la aprobación de la autoridad competente acompañará cada envío.
------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.2.4 Normativa para el transporte de sustancias peligrosas en los países líderes

En este informe se estudiarán diferentes aspectos de 6 países líderes en el tema del hidrógeno, los cuales son:

1. Alemania
2. Austria
3. Reino Unido
4. Japón
5. Australia
6. Estados Unidos

El propósito de esta sección es verificar hasta qué punto los tratados internacionales nombrados al comienzo de la sección 5.2 exigen más que las soluciones nacionales de los países a analizar. Por este motivo, se revisará la normativa que regula el transporte de mercancía peligrosa de cada país. Esta revisión se muestra en Tabla 30.

Alemania, Austria y Reino Unido al ser parte de la UE comparten en gran medida los acuerdos internacionales para el transporte de sustancias peligrosas. Los tres se acogen a las *Recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas* y a los códigos y acuerdos que se basan en estas (ver Figura 6). Sólo existe un par de excepciones que son Austria en referencia al transporte de mercancía peligrosa por vía marítima, pues no tiene mar, y Reino Unido que no aplica el ADN, pues no hay vías navegables en el Reino Unido que lleven tráfico comercial vinculado a las redes de vías navegables de otro Estado Miembro de la UE.

Australia tiene su propio código de transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril, sin embargo este está alineado a las *Recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas*. Para el transporte por vía aérea y marítima usan como base las TI de la OACI y el código IMDG de la OMI correspondientemente.

En los Estados Unidos se regula el transporte de mercancías peligrosas por cualquier medio (terrestre, aéreo, etc.) a través del Código de Regulaciones Federales 49, subtítulo B, capítulo I, subcapítulos A y C. Para el transporte por vía aérea y marítima usan como base las TI de la OACI y el código IMDG de la OMI correspondientemente.

En Japón, mediante las normas japonesas JIS 7252 y JIS 7253, se emplea un etiquetado de sustancias peligrosas, basado en el modelo de la ONU. Mediante distintas leyes se regula el transporte de mercancías peligrosas y sin embargo para el transporte por vía aérea y marítima usan como base las TI de la OACI y el código IMDG de la OMI correspondientemente.

Se puede observar entonces, que no todos los países analizados están adscritos a los mismos acuerdos para el transporte de sustancias peligrosas. Para el transporte por vía terrestre (carretera y ferrocarril), sólo los países pertenecientes a la UE se adhieren mediante sus normativas a los acuerdos internacionales ADR y RID, es decir exigen como mínimo los requerimientos presentes en estos acuerdos; y en los países restantes se usan diferentes reglamentos y códigos, que tienen en común con los acuerdos internacionales mencionados en la sección 5.2 el etiquetado de sustancias basado en el modelo de la ONU, sin embargo se puede decir que el transporte de sustancias peligrosas en los Estados Unidos es, en general, más riguroso que los acuerdos mencionados [17]. Por el lado del transporte por aire y por mar, todos especifican como mínimo en sus distintas normativas los requerimientos presentes en las *"Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por vía Aérea"*(TI) y en el *"Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas"* (IMDG), es decir, que los acuerdos no definen un estándar más alto que lo aplicado en los diferentes países..

Tabla 30. Normativa para el transporte de sustancias peligrosas en los países líderes

Transporte	Alemania [18]	Austria [19]	Reino Unido [20]	Japón [21]	Australia [22]	Estados Unidos [23]
Carretera	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento sobre el transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril y vías navegables (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB)) <ul style="list-style-type: none"> disposiciones de seguridad de acuerdo al ADR 	<ul style="list-style-type: none"> Ley federal sobre el transporte de mercancías peligrosas. (Gefahrgutbeförderungsgesetz (GGBG)) <ul style="list-style-type: none"> Sección 4 hace referencia al ADR 	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento sobre el transporte de mercancías peligrosas y el uso de equipo a presión transportable (Carriage of Dangerous Goods and Use of Transportable Pressure Equipment Regulations (CDG) 2009) <ul style="list-style-type: none"> Punto 5 hace referencia al ADR Punto 7 y 8 contienen disposiciones adicionales de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> Chemical Substance Control Law (CSCL) Industrial Safety and Health Law (ISHL) Law for PRTR and Promotion of Chemical Management (PRT R Law) Poisonous and Deleterious Substances Control Law (PDSCL) 	<ul style="list-style-type: none"> Dangerous Goods (Road Transport) Regulations 2010 <ul style="list-style-type: none"> Hace referencia al Código Australiano para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera y Ferrocarril (código se basa en las Recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas) 	<ul style="list-style-type: none"> Code of Federal Regulations (CFR) 49, subtitle B, Chapter I, Subchapter A, subchapter C <ul style="list-style-type: none"> Parte 177 Estándares de etiquetado de acuerdo a la ONU
Férreo	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento sobre el transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril y vías navegables (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und 	<ul style="list-style-type: none"> Ley federal sobre el transporte de mercancías peligrosas. (Gefahrgutbeförderungsgesetz (GGBG)) 	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento sobre el transporte de mercancías peligrosas y el uso de equipo a presión transportable (Carriage of Dangerous Goods and Use of 	<ul style="list-style-type: none"> Chemical Substance Control Law (CSCL) Industrial Safety and Health Law (ISHL) Law for PRTR and Promotion of Chemical 	<ul style="list-style-type: none"> Dangerous Goods (Road Transport) Regulations 2010 <ul style="list-style-type: none"> Hace referencia al Código Australiano para el Transporte de 	<ul style="list-style-type: none"> Code of Federal Regulations (CFR) 49, subtitle B, Chapter I, Subchapter A, subchapter C <ul style="list-style-type: none"> Parte 174 Estándares de etiquetado de

	<p>Binnenschifffahrt (GGVSEB))</p> <ul style="list-style-type: none"> - disposiciones de seguridad de acuerdo al RID 	<ul style="list-style-type: none"> - Sección 5 hace referencia al RID 	<p>Transportable Pressure Equipment Regulations (CDG) 2009)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Punto 5 hace referencia al RID - Punto 7 y 8 contienen disposiciones adicionales de seguridad 	<p>Management(PRT R Law)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poisonous and Deleterious Substances Control Law (PDSCL) 	<p>de Mercancías Peligrosas por Carretera y Ferrocarril (código se basa en las <i>Recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas</i>)</p>	<p>acuerdo a la ONU</p>
Fluvial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reglamento sobre el transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril y vías navegables (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB)) - disposiciones de seguridad de acuerdo a ADN 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley federal sobre el transporte de mercancías peligrosas. (Gefahrgutbeförderungsgesetz (GGBG)) - Sección 6 hace referencia al ADN 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ no hay vías navegables en el Reino Unido que lleven tráfico comercial vinculado a las redes de vías navegables de otro Estado Miembro, no hay necesidad de aplicar el ADN a nivel nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemical Substance Control Law (CSCL) ▪ Industrial Safety and Health Law (ISHL) ▪ Law for PRTR and Promotion of Chemical Management(PRT R Law) ▪ Poisonous and Deleterious Substances Control Law (PDSCL) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marine Order 41 (Carriage of dangerous goods) 2017 - Referencia al IMDG 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Code of Federal Regulations (CFR) 49, subtitle B, Chapter I, Subchapter A, subchapter C - Parte 176 - Hace referencia al IMDG y estipula disposiciones de seguridad adicionales - Estándares de etiquetado de acuerdo a la ONU
Marítimo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reglamento sobre el transporte de mercancías 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No aplica pues no tiene costa hacia el mar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Merchant Shipping (Dangerous Goods and Marine 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemical Substance Control Law (CSCL) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marine Order 41 (Carriage of 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Code of Federal Regulations (CFR) 49, subtitle B,

	<p>peligrosas por mar (Gefahrgutverordnung See (GGVSee))</p> <ul style="list-style-type: none"> - Referencia al IMDG 		<p>Pollutants) Regulations 1997</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disposiciones de seguridad de acuerdo con el IMDG 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Industrial Safety and Health Law (ISHL) ▪ Law for PRTR and Promotion of Chemical Management(PRT R Law) ▪ Poisonous and Deleterious Substances Control Law (PDSCL) 	<p>dangerous goods) 2017</p> <ul style="list-style-type: none"> - Referencia al IMDG 	<p>Chapter I, Subchapter A, subchapter C</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parte 176 - Hace referencia al IMDG y estipula disposiciones de seguridad adicionales - Estándares de etiquetado de acuerdo a la ONU
Aéreo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reglamento UE No. 965/2012. por el que se establecen requisitos técnicos y procedimientos administrativos en relación con las operaciones aéreas en virtud del Reglamento (CE) no216/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo - disposiciones de seguridad de acuerdo a las TI 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley federal sobre el transporte de mercancías peligrosas. (Gefahrgutbeförderungsgesetz (GGBG)) - Sección 8 hace referencia a las TI 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air Navigation (Dangerous Goods) Regulations 2002 - disposiciones de seguridad de acuerdo con las TI 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemical Substance Control Law (CSCL) ▪ Industrial Safety and Health Law (ISHL) ▪ Law for PRTR and Promotion of Chemical Management(PRT R Law) ▪ Poisonous and Deleterious Substances Control Law (PDSCL) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Civil Aviation Safety Regulations 1998 - Parte 92 hace referencia a las TI 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Code of Federal Regulations (CFR) 49, subtitle B, Chapter I, Subchapter A, subchapter C - Parte 175 - Hace referencia a las TI y estipula disposiciones de seguridad adicionales - Estándares de etiquetado de acuerdo a la ONU

5.3 Marco regulatorio de la Unión Europea dentro de la cadena de valor del hidrógeno

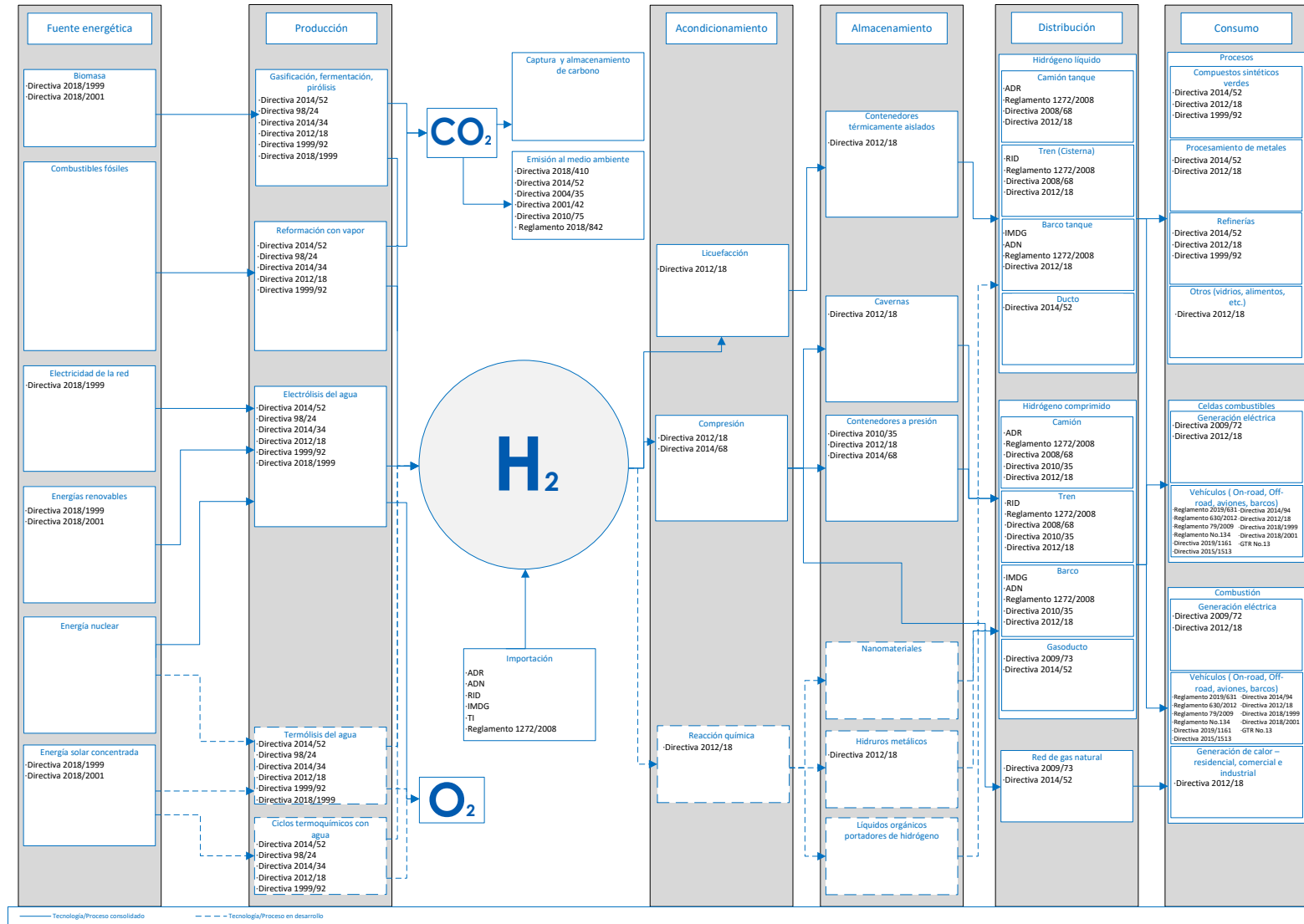


Figura 7. Marco regulatorio de la UE dentro de la cadena de valor del hidrógeno.

Tabla 31. Índice del marco regulatorio del hidrógeno en la UE.

Directiva/ Reglamento/ Tratado	Nombre/Título
ADN	Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías por vías navegables interiores
ARD	Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera
Directiva 98/24	relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
Directiva 1999/92	relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosiva
Directiva 2001/42	relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente
Directiva 2004/35	sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales
Directiva 2008/68	sobre el transporte terrestre de mercancías peligrosas
Directiva 2009/72	sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad
Directiva 2009/73	sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural
Directiva 2010/35	sobre equipos a presión transportables
Directiva 2010/75	sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación)
Directiva 2012/18	relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas (Directiva SEVESO)
Directiva 2014/34	sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (Directiva ATEX)
Directiva 2014/52	relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente
Directiva 2014/68	relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión (Directiva PED)
Directiva 2014/94	relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos (Directiva AFID)
Directiva 2015/1513	por la que se modifican la Directiva 98/70/CE, relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo, y la Directiva 2009/28/CE, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables
Directiva 2018/410	para intensificar las reducciones de emisiones de forma eficaz en relación con los costes y facilitar las inversiones en tecnologías hipocarbónicas
Directiva 2018/2001	relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (Directiva RED II)
Directiva 2019/1161	por la que se modifica la Directiva 2009/33/CE relativa a la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes

Global technical regulation No. 13	Global technical regulation on hydrogen and fuel cell vehicles
IMDG	Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
Reglamento No.134	Disposiciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos de motor y sus componentes en relación con el rendimiento en cuanto a seguridad de los vehículos de hidrógeno
Reglamento 79/2009	relativo a la homologación de los vehículos de motor impulsados por hidrógeno
Reglamento 630/2012	por el que se modifica el Reglamento (CE) No 692/2008 en lo que respecta a los requisitos de homologación de tipo de los vehículos de motor alimentados con hidrógeno o con una mezcla de hidrógeno y gas natural por lo que se refiere a las emisiones, y en lo que respecta a la inclusión de información específica relativa a los vehículos equipados con una cadena de tracción eléctrica en la ficha de características a efectos de la homologación de tipo CE
Reglamento 1272/2008	sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas
Reglamento 2018/842	sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París
Reglamento 2018/1999	sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima
Reglamento 2019/631	por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de CO ₂ de los turismos nuevos y de los vehículos comerciales ligeros nuevos
Reglamento 2019/1242	por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de CO ₂ para vehículos pesados nuevos
RID	Reglamento Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril.
TI	Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por vía Aérea

6 Políticas y Estrategias del Hidrógeno en Países Líderes

Las políticas y estrategias empleadas en cada nación dependen del contexto social, político, económico y cultural, por el cual atraviesa dicho país en un momento dado, así como en la disponibilidad de recursos y en la infraestructura existente. Así pues, la decisión de implementar una tecnología energética es una función de todos estos factores y sin duda esto también aplica para el caso específico del hidrógeno.

El enfoque en algunos países es preparar el terreno para productos y grandes mercados del hidrógeno mediante el uso de oportunidades inmediatas, basadas en la explotación de combustibles fósiles, y adoptar un cambio gradual a hidrógeno bajo en carbono. Este tipo de enfoque fomenta el uso y la proliferación de tecnologías del hidrógeno en un corto plazo, sin embargo, tiene repercusiones negativas en el tema medioambiental, por lo cual este también requiere la implementación de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono en alguna fase temprana del proceso. Este es el caso de Australia, que con su proyecto "Hydrogen Energy Supply Chain" (HESC) apoyado por el gobierno nipón, está produciendo hidrógeno a partir de lignito para ser exportado a Japón en estado líquido [24].

Por otro lado, otros países pueden escoger el enfoque de crear productos y mercados que se basen únicamente en hidrógeno bajo en carbono desde un comienzo. Este es el caso de Alemania que a través de su plan de descarbonización y su estrategia del hidrógeno proyecta producir principalmente hidrógeno a partir de la electrólisis del agua con electricidad de origen renovable para ser usado tanto en el almacenamiento prolongado de energía, como en el sector de la movilidad. [25]

Ambos enfoques presentan oportunidades para aprovechar recursos energéticos que actualmente se encuentran subutilizados (exceso de electricidad renovable, hidrógeno como subproducto o purgado) o se emplean en aplicaciones a un bajo costo (biogás). Si es posible utilizar estos recursos en aplicaciones a un mayor costo, como en el sector de la movilidad, seguramente se podrá acelerar la implementación de la economía del hidrógeno.

Para finalizar este estudio se presentarán en una tabla comparativa las políticas y estrategias para el fomento del mercado del hidrógeno de los seis países líderes (Alemania, Australia, Austria, Estados Unidos, Japón y Reino Unido).

Tabla 32. Análisis comparativo de las políticas de Alemania, Austria y Reino Unido.

País	Alemania	Austria	Reino Unido
Marco General			
Reducción de Emisiones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción en las emisiones de gases de efecto de invernadero del: <ul style="list-style-type: none"> - 40% con respecto a 1990 hasta el 2020 - 55% hasta el 2030, - 70% hasta el 2040 - carbón neutro desde el 2050 [26] 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción en las emisiones de gases de efecto de invernadero del: <ul style="list-style-type: none"> - 36% con respecto al 2005 hasta el 2030. - Carbón neutro desde el 2050 [27] 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De acuerdo con la Ley del Cambio Climático (Climate Change Act), reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero del: <ul style="list-style-type: none"> - 100% con respecto a 1990 para el 2050 [28]
Políticas centradas a un sólo sector			
Producción	<p>Plantas PtG (Power to Gas) para almacenar energía para ser convertida eventualmente en electricidad</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley de Energías Renovables (Erneuerbare-Energien-Gesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Exención de las tarifas de retribución para las energías renovables ▪ Ley de Economía Energética (Energiewirtschaftsgesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Exención de los recargos por uso de la red de electricidad y gas. ▪ Ley de Impuesto sobre la Electricidad (Stromsteuergesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Exención de impuesto a la electricidad. ▪ Ley de Cogeneración (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de tarifas de retribución para los sistemas de cogeneración <p>Plantas PtG (Power to Gas) para la producción de combustibles para la movilidad y la industria</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley de Economía Energética (Energiewirtschaftsgesetz) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fondo para la producción de hidrógeno bajo en carbono <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: 100 millones GBP para aumentar el uso de hidrógeno como opción para descarbonizar el Sistema energético [30] ▪ Competencia de suministro de hidrógeno (Hydrogen Supply competition) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: 20 millones GBP para acelerar el desarrollo de soluciones para el suministro de hidrógeno de bajo carbono a granel en diferentes sectores [31] <p>Power-to-Gas (PtG)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Competición "Almacenamiento a Escala" (Storage at Scale competition) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: 20 millones GBP para proyectos relacionados a almacenar energía a grande escala, incluida la tecnología PtG [30]

	<ul style="list-style-type: none"> - Exención de los recargos por uso de la red de electricidad y gas. ▪ Ley de Impuesto sobre la Electricidad (Stromsteuergesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Devolución de los impuestos a la electricidad. ▪ Ley de Energías Renovables (Erneuerbare-Energien-Gesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Reducción entre un 15% y un 20% de las tarifas de retribución para las energías renovables ▪ Ley de Cogeneración (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de tarifas de retribución para los sistemas de cogeneración ▪ Reglamento de las cargas desconectables (Verordnung zu abschaltbaren Lasten) <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de las tarifas de retribución para cargas desconectables. ▪ Reglamento de tarifas de la red eléctrica (Stromnetzentgeltverordnung) <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de las tarifas de retribución por el acceso a la red eléctrica. <p><u>En planeación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Asignación de áreas para plantas off-shore para producción de hidrógeno [25] ▪ Convocatorias de licitación anuales para la producción de 5,000 toneladas de hidrógeno verde a partir del 2021 ▪ "Carbon Contracts for Difference": Establecer un precio para el CO2 para empresas para equilibrar el precio de los certificados de carbono y los costos reales 		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

	<p>de mitigación de producción de carbono. [29]</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover la tecnología de la electrólisis para producir hidrógeno verde en vez de hidrógeno gris [25] ▪ Ley de financiación del transporte municipal (Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz): <ul style="list-style-type: none"> - Añadir la construcción de estaciones de tanqueo de hidrógeno como proyectos elegibles para ser financiados [25] 		
Distribución	<p>Suministro a la red de gas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley de Economía Energética (Energiewirtschaftsgesetz) y Reglamento sobre el acceso a las redes de suministro de gas (Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen - GasNZV) <ul style="list-style-type: none"> - Calidad y cantidad de acuerdo a códigos de práctica G 260 y G 262 de la DVGW (Asociación Alemana del Gas y el Agua) (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches) - En estos códigos de práctica el suministro de hidrógeno puro a la red no es claro, pero sí se define una cantidad: H₂ ≤ 5 Vol.-%. Sin embargo se podría llegar a un 10 Vol.-% [32] <p><u>En planeación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Financiamiento para la ampliación de la red de estaciones de hidrógeno [25] 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley relativa al impuesto sobre el gas natural (Erdgasabgabegesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Hidrógeno contemplado dentro de la ley - Beneficios fiscales: Exención de impuestos para el hidrógeno sostenible <p><u>En planeación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Para nuevas tecnologías de almacenamiento [33] <ul style="list-style-type: none"> - Exención de tarifas al consumidor - Subsidios para la electricidad verde ▪ Ley para la expansión de energías renovables (Erneuerbaren Ausbau Gesetzes) (Inicios del 2020) [34] <ul style="list-style-type: none"> - Sistema gradual de cuotas para mezclar gas de fuentes renovables en la red de gas natural 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regulaciones sobre el manejo Seguro de gas (Gas Safety (Management) Regulations) 1996 <ul style="list-style-type: none"> - Uso del hidrógeno en la red de gas se limita a menos del 0.1 Vol.-%. ▪ H21 - Programa colaborativo para la industria del gas <ul style="list-style-type: none"> - A través de una serie de proyectos, el programa H21 busca apoyar la transición de la red de gas a 100% hidrógeno [35] ▪ 2016 H21 Leeds City Gate: <ul style="list-style-type: none"> - Conversión de la red de gas de la ciudad de Leeds a hidrógeno. [35] ▪ H21 Competencia de Innovación en las Redes (Network Innovation Competition) (NIC) <ul style="list-style-type: none"> - NIC es un programa con un fondo de 10.3 millones GBP para entregar evidencia cuantificada acerca de la seguridad en las redes y así poder tomar una decisión con información sobre el uso de hidrógeno en la red de gas existente. [35] ▪ H21 North of England

			<ul style="list-style-type: none"> - Un reporte estratégico por parte de Northern Gas Networks en sociedad con Equinor y Cadent, que establece un rumbo claro para descarbonizar la producción de calor para vivienda y comercio, dando los requisitos de diseño de la infraestructura necesaria para convertir la red del norte de Inglaterra a hidrógeno entre 2028 y 2035. [35] ▪ HyDeploy, <ul style="list-style-type: none"> - Proyecto con un presupuesto de 7 millones GBP, financiado por la NIC, Cadent y Northern Gas Networks que pretende establecer un aumento del límite de hidrógeno permitido en la red de gas hasta un 20 Vol.-%. [36]
Consumo	<p>Precio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El precio del hidrógeno no está regulado <p>Combustibles</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley Federal de Control de Emisiones (Bundes-Immissionsschutzgesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Gobierno Federal establece desde el 2020 una cuota de reducción de gases de efecto invernadero del 6% de los combustibles vendidos para el transporte (cada combustible fósil tiene un valor referencia de emisiones de CO2 equivalentes) por parte de las empresas productoras de combustibles fósiles - Cuota de combustibles avanzados (provenientes de bacterias, estiércol, algas, lodos y aguas residuales, 	<p>Precio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El precio del hidrógeno no está regulado <p>Vehículos terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Primas para autos privados eléctricos o con hidrógeno. [39] <ul style="list-style-type: none"> - 3,000 EUR para autos con un precio mayor a 50,000 EUR ▪ Ley de peajes para carreteras federales (Bundesstraßen-Mautgesetz (Bundesgesetzblatt. I Nr. 45/2019)) : <ul style="list-style-type: none"> - Autos con celdas combustibles de hidrógeno pagan una tarifa reducida en un 50%. - Además, no pagan la tarifa básica por kilómetro para compensar la contaminación atmosférica causada por el tráfico. 	<p>Precio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El precio del hidrógeno no está regulado <p>Combustibles</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa para el Cambio de Combustible Industriales (Industrial Fuel Switching Programme) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento de 20 millones GBP para fomentar la transición de la industria a combustibles bajos en carbono, como el hidrógeno. [30] <p>Vehículos terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de Hidrógeno para el Transporte (Hydrogen for Transport Programme) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: 23 millones GBP para fomentar el uso de vehículos con hidrógeno y el despliegue de estaciones de tanqueo de hidrógeno [40]

	<p>bagazo, glicerina, y cáscaras, también cuentan combustibles producidos con la ayuda de tecnologías de uso o almacenamiento de carbono, siempre y cuando la energía provenga de fuentes renovables) del 0.5% con respecto al volumen total de combustible usado para el transporte hasta el 2025</p> <p>Vehículos terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley de Electromovilidad (Elektromobilitätsgesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Medidas para dar prioridad a autos eléctricos, tales como sitios de parqueo especiales, disminución de la tarifa de parqueo, tránsito libre por zonas restringidas, etc. ▪ Ley de Impuesto sobre los Vehículos de Motor (Kraftfahrzeugsteuergesetz) <ul style="list-style-type: none"> - Exención de impuestos sobre los vehículos eléctricos ▪ Ley de Nuevos Incentivos Fiscales para la Electromovilidad y de modificación de otras Normas Fiscales) (Gesetz zur weiteren steuerlichen Förderung der Elektromobilität und zur Änderung weiterer steuerlicher Vorschriften) <ul style="list-style-type: none"> - Desgravación fiscal para el uso privado de vehículos empresariales eléctricos o híbridos ▪ Directiva para promover la venta de vehículos eléctricos. (Richtlinie zur Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen) 	<p><u>En planeación:</u></p> <p>Vehículos terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A partir del 20202: Por norma las autoridades públicas deberán adquirir VCE [27] ▪ A partir del 2027: No habrá nuevas matriculaciones de automóviles con motores de combustión en la contratación pública (con excepción de los vehículos especiales, los vehículos de emergencia y los vehículos de las fuerzas armadas) [27] ▪ Adaptación de la ley de tráfico ocasional (Gelegenheitsverkehrsgesetzes) [27] :A partir del 2025 Todos los nuevos taxis, coches para alquiler y coches compartidos deberán ser libres de emisiones. ▪ Oportunidades de financiación para vehículos libres de emisiones que estén destinados para el transporte de pasajeros, como Car-Sharing, taxis, buses, etc. [27] ▪ Subsidios de compra y fomento de buses eléctricos (batería y con celdas combustibles de hidrógeno), incluyendo la respectiva infraestructura necesaria a nivel estatal y federal con una simplificación del régimen de financiación [27] 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte de carga y rutas de distribución logística (Low Emission Freight and Logistics Trail) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: 20 millones GBP para nuevas tecnologías y el uso de vehículos con bajas emisiones o nulas. [41] ▪ Proyecto “UK H2Mobility” [42] <ul style="list-style-type: none"> - Estrategia hecha por una alianza entre empresas líderes de la industria británica con el gobierno para apoyar la introducción del hidrógeno como combustible para el transporte ▪ Programa “Hidrógeno para el Progreso del Transporte” (Hydrogen for Transport Advancement Programme) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: 34 millones GBP para el Desarrollo de infraestructura y fomentar la compra de automóviles con celdas combustibles de hidrógeno. [43] ▪ Programa de apoyo para flotas de vehículos eléctricos con celdas combustibles (Fuel Cell Electric Vehicle Fleet Support Scheme) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: 2 millones GBP para impulsar a más negocios para que se usen este tipo de vehículos [44] ▪ Acuerdo Sectorial para la estrategia industrial del Consejo Automotor (Industrial Strategy Sector Deal from the Automotive Council) <ul style="list-style-type: none"> - El “Advanced Propulsion Centre “ es una organización privada sin ánimo de lucro creada entre la Industria y el gobierno con un fondo total de 1 billón GBP (500 millones GBP cada parte) que facilita el financiamiento de proyectos de D+I
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> - Primas/Bonos para compradores de autos eléctricos con batería o con celdas combustibles y para autos híbridos por parte del gobierno <p>Aviones</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de investigación en aviación (Luftfahrtforschungsprogramm (LuFo)): <ul style="list-style-type: none"> - Fomento de aviones híbridos y eléctricos: Presupuesto de 25 millones. EUR de 2020 a 2024 por parte del Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi). [25] <p>Barcos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de investigación „Maritime.Green Propulsion“ para la descarbonización del transporte marítimo <ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto de 25 Millones EUR de 2020 a 2024 por parte del gobierno Federal. [25] <p>Industria</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Carbon2Chem (Thyssenkrupp) <ul style="list-style-type: none"> - Gases producidos de la fabricación de hierro usados para hacer químicos; Apoyado por el Ministerio Federal de Educación e investigación (BMBF, por sus siglas en alemán) con más de 60 millones EUR. [37] <p><u>En planeación:</u></p> <p>Combustibles</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de protección del medioambiente 2030 [38] 		<p>británicos que desarrollen sistemas de propulsión con bajas emisiones [30]</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zonas de Aire Limpio (Clean Air Zone) (CAZ) <ul style="list-style-type: none"> - El gobierno británico pidió establecer “zonas de aire limpio” (clean air zone) (CAZ) en ciudades como: Birmingham, Leeds, Southampton, Nottingham, Derby, Londres, etc. Hay dos tipos de CAZs, una donde se le cobra a los conductores de vehículos y otras donde no se cobra, pero donde los gobiernos municipales prometen tomar medidas para mejorar la calidad del aire. El cobro puede aplicar a todo tipo de vehículos o sólo a cierto tipo. En esta iniciativa el gobierno británico planea gastar 3.5 billones GBP para abordar el problema de la concentración de NO2 en el ambiente, esto incluye 220 millones GBP para apoyar a personas o negocios que se vean afectados por estas medidas. [45] <p>Industria</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de Descarbonización Industrial (Industrial Decarbonisation programme) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: Programa con un presupuesto inicial de 170 millones GBP del fondo del Desafío de la Descarbonización Industrial (Industrial Decarbonisation challenge) que se espera que se incremente a 261 millones GBP con recursos provenientes de la industria, con el cual se busca acelerar la descarbonización de la industria a través
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> - Costo del CO2 emitido para el sector de la movilidad y de la calefacción a partir del 2021 ▪ Cuota de Queroseno a base de hidrógeno verde de 2% para el 2030 [29] ▪ Cuota de energía renovable en el sector de la movilidad [25], (hidrógeno es una de varias opciones) <p>Calor</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ APEE - Plan de incentivos para la eficiencia energética <ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto de 700 millones. EUR de 2020 a 2024. [25] 		<p>del uso de tecnologías bajas en carbono. [46]</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa para el Cambio de Combustibles Industriales (Industrial Fuel Switching Programme) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento de 20 millones GBP para fomentar la transición de la industria a combustibles bajos en carbono, como el hidrógeno. [30] <p>Calor</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de Hidrógeno para Calor (Hydrogen for Heat (Hy4Heat) programme) <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: 25 millones GBP para evaluar la factibilidad del uso del hidrógeno para calentar viviendas y negocios. [47]
Políticas para la cadena de valor completa			
<p>General</p>	<p>Programa „Reallabore der Energiewende“</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecnología y transferencia de innovaciones con un presupuesto de hasta 600 millones EUR hasta 2025 por parte del Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi) [48] <p>HyLand – Regiones de hidrógeno en Alemania</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Iniciativa del Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura (Bundesministeriums für Verkehr und Infrastruktur (BMVI)) para promover la producción regional de hidrógeno a partir de energías renovables. ▪ Conceptos para el almacenamiento, la logística y el consumo de hidrógeno in 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoyo al precio mínimo del CO2 en los bonos de carbono negociados en el sistema de comercio de emisiones de la UE (ETS), con enfoque en el sector eléctrico [33] ▪ Iniciativa FTI (Forschung-Technik-Innovation) “Regiones insignia en Energía” (Vorzweigeregion Energie) del Fondo para el Clima y la Energía (Klima- und Energiefonds). [33] <ul style="list-style-type: none"> - Base para la implementación de una “cláusula para la experimentación” basada en el modelo alemán y su reglamento SINTEG (SINTEG-Verordnung) ▪ Proyecto - Faro 7 („Leuchtturm 7“): Hidrógeno renovable y biometano [33]: 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estrategia para el Crecimiento Limpio (Clean Growth Strategy) [30] <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento: más de 2.5 billones GBP entre 2015 y 2021 para fomentar innovaciones bajas en carbono en distintos sectores. ▪ Programa de Innovación Energética (Energy Innovation Programme) del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial (Department for Business, Energy and Industrial Strategy) (BEIS) <ul style="list-style-type: none"> - Fondo de 505 millones GBP para acelerar la comercialización de procesos y tecnologías limpias innovativas entre 2015 y 2021 [50] ▪ La Ley del Cambio Climático (Climate Change Act)

	<p>situ (sobre todo en el sector de la movilidad) [49]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fomento de inversiones para la construcción de Plantas de PtG (Power-to-gas) a través de tasas de intereses reducidas - Fomento de la producción de hidrógeno a partir de la electrolisis del agua - Facilitar la introducción de hidrógeno o biogás en la red de gas natural 	<ul style="list-style-type: none"> - "presupuestos de carbono" legalmente vinculantes para alcanzar el objetivo de 2050. Un "presupuesto de carbono" es un límite en la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos en el Reino Unido dentro de un período de cinco años. Una vez que se ha establecido un "presupuesto de carbono", la Ley de Cambio Climático obliga al Gobierno a preparar políticas para garantizar que se cumpla el presupuesto.
--	------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 33. Análisis comparativo de las políticas de Japón, Australia y Estados Unidos.

País	Japón	Australia	Estados Unidos (California)
Marco General			
Reducción de Emisiones	<ul style="list-style-type: none"> Reducción en las emisiones de gases de efecto de invernadero del: <ul style="list-style-type: none"> - 26% con respecto a 2013 hasta el 2030 - 80% hasta el 2050 [51] 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción en las emisiones de gases de efecto de invernadero del: <ul style="list-style-type: none"> - 27% con respecto a 2005 hasta el 2030 [52] 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción en las emisiones de gases de efecto de invernadero varia por Estado y no en todos los Estados hay objetivos de reducción establecidos. Para el Estado de California: <ul style="list-style-type: none"> - 40% con respecto a 1990 hasta el 2030 [53]
Políticas centradas a un único sector			
Producción	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto de presupuesto del METI (Ministerio de Economía, Comercio e Industria) (Ministry of Economy, Trade and Industry) [54] <ul style="list-style-type: none"> - Proyectos de demostración para una cadena de suministro global de hidrógeno con un presupuesto de 81 millones USD. Para reducir el costo del hidrógeno, se incluye la combinación de energía no utilizada o subutilizada en el extranjero con tecnologías de captura y almacenamiento de carbono, y la adquisición de grandes cantidades de hidrógeno a partir de energía renovable de bajo costo [55] Desarrollar tecnologías relacionadas con la producción y el transporte de hidrógeno para hacer uso de materias primas baratas en el extranjero, como el lignito, y desarrollar cadenas comerciales internacionales a gran escala para 2030. [55] 	<p><u>En planeación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gobierno garantizará la responsabilidad del almacenamiento a largo plazo del CO2 [57] Compensación por servicios de estabilización de la red eléctrica (grid firming) con electrolizadores [57] 	<p><u>Regulaciones especiales en California</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ley 1505 del Senado (Senate Bill No. 1505 chapter 877) <ul style="list-style-type: none"> - mínimo el 33.3% del hidrógeno producido o distribuido en estaciones de tanqueo subvencionadas por el Estado debe ser verde.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Japón expandirá la introducción de generación de energía a base de hidrógeno, centrándose en la etapa inicial en probar la combustión de mezclas en plantas de generación de electricidad existentes a base de gas natural. También probando la combustión de mezclas con hidrógeno en generadores pequeños usados en viviendas privadas, y desarrollando cámaras de combustión adecuadas a las características del hidrógeno. [55] <p>Hidrógeno verde</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Regiones designadas para el despliegue de pruebas para la electrolisis del agua en Namie, Fukushima [56] ▪ Desarrollo de electrolizadores con alta eficiencia y durabilidad. [56] <p>Combustibles fósiles + CCS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar y mejorar la eficiencia de gasificadores de lignito [56] ▪ Ampliar y mejorar las propiedades aislantes térmicas [56] 		
Distribución	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar tecnologías para vectores energéticos para mejorar la eficiencia del transporte y el almacenamiento del hidrógeno. [58] ▪ Demostrar una cadena de suministro de hidrógeno líquido para la mitad de la década del 2020 y empezar la comercialización a gran escala para el 2030 [58] ▪ Establecer tecnologías básicas para la cadena de suministro con hidruros 	<p><u>En planeación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valoración de la infraestructura de hidrógeno (National Hydrogen Infrastructure Assessment) para finales de 2022 como parte de la Estrategia de Hidrógeno de Australia (Hydrogen Strategy) [59] <ul style="list-style-type: none"> - se tomará en cuenta las necesidades que tiene la cadena de producción y distribución de hidrógeno, tales como redes eléctricas y de gas, suministro de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No hay leyes ni reglamentos sobre la mezcla de hidrógeno en las redes de gas natural en los EE. UU Pero existe el reporte técnico NREL/TP-5600-51995 <ul style="list-style-type: none"> - se puede usar menos del 15 Vol.% sin incremento significativo de riesgos. [60]

	<p>orgánicos para 2020 y comercializar la cadena para 2025 [58]</p> <ul style="list-style-type: none"> El gobierno está continuamente mejorando las redes eléctricas, las regulaciones y la investigación y desarrollo para reducir costos. [55] 	<p>agua, estaciones de tanqueo, carreteras, puertos y carriles de tren. Sin perder de vista las prioridades y las preocupaciones de comunidades locales.</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar unas políticas claras para la mezcla de hidrógeno con el gas natural y el reemplazo subsecuente del gas natural por hidrógeno [57] Involucrar organismos como la OMI para crear marcos regulatorios apropiados para el transporte de hidrógeno por vía marítima. [57] 	
Consumo	<p>Precio</p> <ul style="list-style-type: none"> El precio del hidrógeno no está regulado <p>Vehículos terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> el METI está revisando la regulación que concierne a las estaciones de tanqueo de hidrógeno [58] Proyecto de presupuesto del METI [54] <ul style="list-style-type: none"> Subsidios para celdas combustibles estacionarias: 70 millones USD Subsidios para estaciones de tanqueo de hidrógeno: 51 millones USD El gobierno metropolitano de Tokio tiene un fondo de 350 millones USD para subsidiar autos con celdas combustibles de hidrógeno y estaciones de tanqueo para los próximos juegos olímpicos de 2020 [61] El Banco de Desarrollo de Japón unión un consorcio de empresas para fomentar la 	<p>Precio</p> <ul style="list-style-type: none"> El precio del hidrógeno no está regulado <p><i>En planeación:</i></p> <p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar incentivos para el uso de hidrógeno en sitios remotos, tales como minas y comunidades alejadas. [57] <p>Vehículos terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar estándares de emisión más estrictos a vehículos y crear incentivos para vehículos con celdas combustibles. [57] Despliegue estratégico de estaciones de tanqueo de hidrógeno [57] <p>Aviones y barcos</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar incentivos para el uso de combustibles sintéticos en la industria aérea y naviera [57] <p>Industria</p>	<p>Precio</p> <ul style="list-style-type: none"> El precio del hidrógeno no está regulado <p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> Ley de Independencia y Seguridad Energética (Energy Independence and Security Act 2007) <ul style="list-style-type: none"> Fomento de tecnologías de hidrógeno. <p>Combustibles</p> <ul style="list-style-type: none"> Código Federal de los Estados Unidos 42-§13211 (42 U.S. Code §13211) <ul style="list-style-type: none"> Hidrógeno definido como un combustible alternativo Código Federal de los Estados Unidos 26-§4041 <ul style="list-style-type: none"> Exención de impuestos federales al combustible Código Federal de los Estados Unidos 42-§16513

	<p>movilidad con hidrógeno con el objetivo de construir 80 estaciones de tanqueo para el 2021 [61]</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cooperación entre el sector público y privado para construir estaciones de tanqueo de hidrógeno y la armonización de estándares para los componentes necesarios y su compatibilidad. [55] ▪ Reforma regulatoria y desarrollo tecnológico para vehículos híbridos y con celdas combustibles. [58] ▪ Incrementar estaciones de tanqueo de hidrógeno para buses con celdas combustibles. [58] <p>Generación de electricidad</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar cámaras de combustión de alta eficiencia. [58] 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coordinación con gobiernos exteriores para brindar confianza a empresas transnacionales que fabrican electrodomésticos [57] ▪ Legislar la fabricación y el uso de electrodomésticos estandarizados que sean compatibles con hidrógeno [57] 	<ul style="list-style-type: none"> - Préstamos para tecnologías de energía mejoradas (Improved Energy Technology Loans) ▪ Ley Pública 116-94 y Código Federal de los Estados Unidos 26-§6426 (Public Law 116-94 and 26. U.S. Code §6426) <ul style="list-style-type: none"> - Crédito tributario por consumo de hidrógeno líquido (0.50 USD/galón) ▪ Ley Pública 116-94, Ley Pública 115-123, Ley Pública 114-113, Código Federal de los Estados Unidos 26-§30C y notificación de la IRS 2007-43 (Internal Revenue Service) <ul style="list-style-type: none"> - Créditos fiscales para la infraestructura para combustibles alternativos. <p>Vehículos terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley Pública 114-94 y Código Federal de los Estados Unidos 23-§166 <ul style="list-style-type: none"> - Uso de carriles preferenciales. Vehículos de bajas emisiones pueden usar carriles HOV (High Occupancy Vehicle) sin cumplir tener que cumplir todos los requerimientos para esto. ▪ Código Federal de los Estados Unidos 10-§2922g <ul style="list-style-type: none"> - Preferencia de adquisición de vehículos eléctricos e híbridos por parte del Departamento de Defensa de los EE.UU (vehículos de combate están excluidos de esta preferencia) ▪ Código Federal de los Estados Unidos 42-§13212 <ul style="list-style-type: none"> - 75% de los vehículos livianos nuevos de las "flotas federales" (federal fleets) deben ser de baja emisión.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley Pública 116-94, Ley Pública 115-123, Ley Pública 114-113 y Código Federal de los Estados Unidos 26-§30B <ul style="list-style-type: none"> - Crédito fiscal para vehículos con celdas combustibles (hasta un máximo de 8,000 USD) ▪ Ley Pública 113-159, Ley Pública 114-94, Código Federal de los Estados Unidos 49-§5312 y Código Federal de los Estados Unidos 49-§5339 <ul style="list-style-type: none"> - Financiamiento para entidades gubernamentales y privadas para proyectos relacionados con vehículos de transporte público de cero o bajas emisiones. <p>Aviones</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa voluntario de aeropuertos con bajas emisiones (Voluntary Airport Low Emission (VALE) Program) [62] <ul style="list-style-type: none"> - Otorga financiamiento para la compra de vehículos de bajas emisiones y la construcción de la infraestructura correspondiente. ▪ Ley Pública 112-95 y Código Federal de los Estados Unidos 49-§47136a <ul style="list-style-type: none"> - Otorga financiamiento de hasta el 50% del costo para la adquisición de vehículos de bajas emisiones para aeropuertos. <p><u>Regulaciones especiales en California</u></p> <p>Combustibles</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Código de Salud y Seguridad de California §43870 y Código de Regulaciones de California 17, sección 95480-95486 (California
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>Health and Safety Code §43870, and California Code of Regulations Title 17 Section 95480-95486) [63]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mínimo el 3% de la cantidad total de combustible para transporte comprado por el gobierno estatal debe provenir de fuentes de bajo carbono. <p>Vehículos terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley 118 de la Asamblea (Assembly Bill 118) <ul style="list-style-type: none"> - Programa para el Transporte Limpio de la Comisión de Energía de California (Energy Commission's Clean Transportation Program). Presupuesto anual de 100 millones USD para desarrollar y desplegar combustibles alternativos y renovables, y tecnologías avanzadas para el transporte. [64] ▪ Código de Salud y Seguridad de California §43018.9 (California Health and Safety Code §43018.9) <ul style="list-style-type: none"> - hasta 20 millones USD para financiar estaciones de tanqueo ▪ Vehículos con celdas combustibles: [65] <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de impuestos - Subsidios de inversión a nivel estatal y también a nivel local - Acceso a carriles especiales. - exenciones de peajes - Estándares ambientales para los combustibles fósiles, que hacen que estos sean más caros. ▪ Programa de Vehículos de Cero Emisión (Zero-Emission Vehicle Program):
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<ul style="list-style-type: none"> - Los fabricantes de automóviles deben producir una cantidad determinada de vehículos de cero emisiones (VCE), de acuerdo a la cantidad total de automóviles vendidos en California por el respectivo fabricante. Los requisitos están en términos de porcentaje de créditos, que van desde 4.5 por ciento en 2018 a 22 por ciento para 2025. Los fabricantes de automóviles deben producir vehículos y cada vehículo recibe créditos en función de su rango de conducción. Cuanto más alcance tiene un vehículo, más crédito recibe. Los créditos no necesarios para el cumplimiento en un año determinado pueden depositarse para su uso futuro, comercializarse o venderse a otros fabricantes [65] ▪ Subsidios estatales de inversión para la compra de VCE: <ul style="list-style-type: none"> - 5,000 USD para vehículos con celdas combustibles. - 2.500 USD para vehículos eléctricos con batería. - 1,500 USD para vehículos híbridos. [65] ▪ Por compra de un vehículos con celda combustible de hidrógeno, el hidrógeno incluido por los primeros 3 años (por parte del fabricante) [65] ▪ Regulación para el Tránsito Limpio Innovativo (Innovative Clean Transit (ICT)) <ul style="list-style-type: none"> - Todos los operadores de transporte público en California deben gradualmente
--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			cambiar su flota a vehículos de cero emisiones [65]
Políticas para la cadena de valor completa			
General	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 5to Plan Estratégico de Energía del gobierno nipón [55] <ul style="list-style-type: none"> - Enfatiza la importancia del papel del hidrógeno y establece un plan con objetivos - Se enfoca en la movilidad y el sector de la generación de electricidad - Aplicaciones con celdas combustibles estacionarias seguirán usando hidrógeno derivado de gas natural y gas licuado de petróleo vía reformación - Suministro de hidrógeno a través de importación ▪ Estrategia Básica del Hidrógeno (Basic Hydrogen Strategy) [58] <ul style="list-style-type: none"> - plan del gobierno nipón para el hidrógeno y el desarrollo de tecnologías de celdas combustibles. ▪ Road-map estratégico para el hidrógeno y las celdas combustibles [58] <ul style="list-style-type: none"> - Expansión de la movilidad con hidrógeno y los usos de celdas combustibles estacionarias - Generación de electricidad a partir de hidrógeno y establecimiento de una cadena de suministro de hidrógeno a gran escala. - Comercialización de tecnologías de transporte de hidrógeno a gran escala y largas distancias. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El escalamiento es una de las claves para volverse un proveedor global competitivo. La Agencia Internacional de Energía y otros analistas han identificado el desarrollo de "hubs" de hidrógeno como una forma rentable de lograr este escalamiento. Los "hubs" son lugares o regiones donde hay tanto un alto potencial de producción, como de consumo, y estos pueden facilitar el acoplamiento de sectores a través de la integración de la producción de hidrógeno y los consumidores finales [59] Los gobiernos regionales de Australia apoyan el modelo de creación de "hubs" como un enfoque prometedor para las primeras etapas y así lograr la escalación necesaria para una industria competitiva. La mayoría de las jurisdicciones australianas tienen incentivos industriales existentes que podrían aplicarse a los "hubs", tales como financiamiento concesional, acceso a financiamiento para nueva infraestructura pública, priorización de aprobaciones de planificación y asociaciones público-privadas para compartir el costo y el riesgo del desarrollo de la infraestructura. [59] ▪ No hay leyes específicas para el hidrógeno hasta la fecha. Las políticas energéticas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪

	- Creación de una cadena de suministro de hidrógeno limpio.	actuales están dirigidas a la generación de energía mediante fuentes renovables [61]	
--	-------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	--

7 Resumen

Este informe se basó tanto en la más reciente información disponible en línea, como en las publicaciones de las organizaciones más relevantes en temas energéticos y en la información de contactos en la industria y en el gobierno alemán.

En el capítulo 3 se comenzó con la cadena de valor actual del hidrógeno con escasas tecnologías de producción y consumos, para luego mostrar la cadena de valor que puede llegar a desarrollarse en un futuro cercano, donde se diversifican tanto las tecnologías de producción, como las formas de transportarlo y los consumos.

En el capítulo 4 se presentaron los estándares internacionales más relevantes con relación al hidrógeno y su cadena del valor. Es así como se encuentran estándares ISO, ASME, IEC, EIGA, CGA, SAE, entre otros, y se clasifican de acuerdo a su fin dentro de la cadena, como se puede observar en la Figura 5. En ésta figura se puede identificar claramente que el desarrollo de estándares en torno al hidrógeno se ha concentrado principalmente en su uso como combustible para vehículos. Además, en este capítulo, se incluyeron tablas comparativas en los casos donde normas de distintas organizaciones presentan similitudes en sus nombre o alcances.

Para dar una visión más amplia de lo que está aconteciendo en el mundo con el hidrógeno, se dejó atrás la parte técnica en el capítulo 5 y se profundizó en la parte legal con una revisión detallada del marco regulatorio de la Unión Europea, pues esta comunidad política está particularmente comprometida con la descarbonización de su industria, lo que ha generado un gran interés por la implementación e investigación de tecnologías limpias, tales como el hidrógeno. También se incluyó en este capítulo el acuerdo internacional con mayor relevancia para el desarrollo de la cadena de valor del hidrógeno, el cual es el transporte de sustancias peligrosas, tanto por vía terrestre, fluvial, marítima y aérea. Adicionalmente, se expuso la normativa para el transporte de sustancias peligrosas de seis países, que en la opinión de Fichtner son líderes en materia de hidrógeno y pueden ser relevantes para el caso de Chile, los cuales son: Alemania, Australia, Austria, Estados Unidos, Japón y Reino Unido.

Para finalizar este informe se desarrolló en el capítulo 6 una tabla comparativa donde se presentaron las políticas y estrategias para el fomento del mercado del hidrógeno de los seis países líderes anteriormente mencionados. En esta tabla se pudo apreciar que cada país tiene políticas y estrategias distintas, pues la implementación de una tecnología energética en un país depende de su contexto social, político, económico y cultural, como también de la disponibilidad de recursos y de su infraestructura. Así pues, hay países como Japón que se están posicionando como grandes consumidores de hidrógeno, mas no como productores. Para equilibrar esto, hay países tales como Australia que se ven más como productores de este recurso. Y hay países más ambiciosos como Alemania que quieren ser tanto grandes productores como grandes consumidores de hidrógeno.

Hoy en día el hidrógeno está pasando por un muy buen momento, razón por la cual hay que saber aprovechar la oportunidad de este impulso sin precedentes. En este informe se expusieron algunas de las medidas que se están adoptando actualmente por parte de la industria y por parte de distintos gobiernos, cuya función es servir como fundamento para el despliegue de la tan anhelada "economía del hidrógeno". Sin embargo, cabe mencionar que estas medidas deben ser flexibles, pues seguramente surgirán oportunidades y desafíos adicionales en el camino, como sucede con todas las nuevas tecnologías.

Bibliografía

- [1] Ministerio de Energía, «Plan de descarbonización proceso histórico para Chile,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.energia.gob.cl/noticias/aysen-del-general-carlos-ibanez-del-campo/plan-de-descarbonizacion-proceso-historico-para-chile>. [Último acceso: 17 enero 2020].
- [2] Ministerio del Medio Ambiente, «Reuniones Ministeriales COP25,» 2019. [En línea]. Available: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/ucop/publicaciones/REUNIONES-MINISTERIALES-COP25.pdf. [Último acceso: 17 enero 2020].
- [3] Ministerio de Energía, «Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015,» 2019. [En línea]. Available: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/2015-INDC-web.pdf>. [Último acceso: 17 enero 2020].
- [4] Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional, «Descarbonización del sector energético en Chile,» 2019. [En línea]. Available: http://4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2019/11/FS_BMZ_Descarbonizacion_20191023.pdf. [Último acceso: 17 enero 2020].
- [5] M.-R. de Valladares, «International Energy Agency. Global trends and outlook for hydrogen,» 2017. [En línea]. Available: https://ieahydrogen.org/pdfs/Global-Outlook-and-Trends-for-Hydrogen_Dec2017_WEB.aspx. [Último acceso: 17 enero 2020].
- [6] International Energy Agency, «The Future of Hydrogen,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>. [Último acceso: 17 enero 2020].
- [7] B. Zohuri, Hydrogen Energy - Challenges and Solutions for a Cleaner Future, Switzerland: Springer Nature, 2019.
- [8] T. E. Lipman y A. Z. Weber, Fuel Cells and Hydrogen Production, New York: Springer, 2019.
- [9] European Union law, «EU law,» [En línea]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>. [Último acceso: 3 febrero 2020].
- [10] The United Nations Economic Commission for Europe, «Dangerous Goods,» [En línea]. Available: <https://www.unece.org/trans/danger/danger.html>. [Último acceso: 12 febrero 2020].
- [11] IATA, «Dangerous Goods Regulations (DGR),» [En línea]. Available: <https://www.iata.org/en/publications/dgr/>. [Último acceso: 12 febrero 2020].
- [12] ICAO, «The Transport of Dangerous Goods by Air,» [En línea]. Available: <https://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/background.aspx>. [Último acceso: 12 febrero 2020].

- [13] UNECE, «Contracting Parties,» [En línea]. Available: <http://www.unece.org/transport/international-agreements/contracting-parties.html>. [Último acceso: 12 febrero 2020].
- [14] IMO, «Member States,» [En línea]. Available: <http://www.imo.org/en/About/Membership/Pages/MemberStates.aspx>. [Último acceso: 12 febrero 2020].
- [15] Air Liquide, «Safety Data Sheet Library-Hidrógeno Industrial,» [En línea]. Available: http://85.118.243.114/SDS/SDS_files/ES/067A-1.pdf. [Último acceso: 10 Febrero 2020].
- [16] Air Liquide, «Safety Data Sheet Library - Hydrogen (refrigerated liquid),» [En línea]. Available: http://85.118.243.114/SDS/SDS_files/ES/067B-1.pdf. [Último acceso: 10 febrero 2020].
- [17] D. Maldonado y S. Stephens, «Hazmat transportation : US, EU and international rules,» Chemical Watch, 2014. [En línea]. Available: <https://chemicalwatch.com/20157/hazmat-transportation-us-eu-and-international-rules>. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [18] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, «Die Beförderung gefährlicher Güter,» 2019. [En línea]. Available: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/die-befoerderung-gefaehrlicher-gueter.pdf?__blob=publicationFile. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [19] Wirtschaftskammer Österreich , «Transport von Gefahrgut,» [En línea]. Available: https://www.wko.at/branchen/transport-verkehr/transport_von_gefahrgut.html. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [20] Croner-I, «Transport of Dangerous Goods: In-depth,» [En línea]. Available: <https://app.croneri.co.uk/topics/transport-dangerous-goods/indepth>. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [21] ChemSafetyPRO, «Overview of Chemical Regulations in Japan,» [En línea]. Available: https://www.chemsafetypro.com/Topics/Japan/Overview_of_Chemical_Regulations_in_Japan.html. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [22] The Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Communications, «Transport of Dangerous Goods,» [En línea]. Available: <https://www.infrastructure.gov.au/transport/australia/dangerous/index.aspx>. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [23] Federal Aviation Administration, «Dangerous Goods Regulations for Air Transportation,» [En línea]. Available: <https://www.faa.gov/hazmat/resources/regulations/>. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [24] IRENA. , «Hydrogen: A renewable energy perspective,» 2019a. [En línea]. Available: <https://www.irena.org/>

/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Hydrogen_2019.pdf. [Último acceso: 21 febrero 2020].

- [25] Bundesministerium für Bildung und Forschung, «Nationale Wasserstoffstrategie,» [En línea]. Available: <https://www.bmbf.de/de/nationale-wasserstoffstrategie-9916.html>. [Último acceso: 24 Februar 2020].
- [26] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, und nukleare Sicherheit, «Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/#c8420>. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [27] Bundeskanzleramt Österreich, «Regierungsprogramm 2020–2024,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/bundeskanzleramt/die-bundesregierung/regierungsdokumente.html>. [Último acceso: 11 marzo 2020].
- [28] Committee on Climate Change, «Legal duties on climate change,» [En línea]. Available: <https://www.theccc.org.uk/tackling-climate-change/the-legal-landscape/the-climate-change-act/>. [Último acceso: 4 marzo 2020].
- [29] S. Kersting y K. Stratmann, «Bundesumweltministerin Schulze will schnellen Einstieg in die Wasserstoff-Wirtschaft,» Handelsblatt, 16 febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/energie/wende-bundesumweltministerin-schulze-will-schnellen-einstieg-in-die-wasserstoff-wirtschaft/25546758.html>. [Último acceso: 10 marzo 2020].
- [30] Department for Business, Energy & Industrial Strategy, «The Clean Growth Strategy,» 2017. [En línea]. Available: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/700496/clean-growth-strategy-correction-april-2018.pdf. [Último acceso: 4 marzo 2020].
- [31] Department for Business, Energy & Industry Strategy, «£20 million boost for business innovators powering the UK's hydrogen economy,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.gov.uk/government/news/20-million-boost-for-business-innovators-powering-the-uks-hydrogen-economy>. [Último acceso: 10 marzo 2020].
- [32] Deutscher Bundestag, «Grenzwerte für Wasserstoff (H₂) in der Erdgasinfrastruktur,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.bundestag.de/resource/blob/646488/a89bbd41acf3b90f8a5fbfbc8616df4/WD-8-066-19-pdf-data.pdf>. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [33] BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS; BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE, «#Mission2030,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjI0vOckJLoAhXkQxUIHRHvC1AQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.bundeska>

nzleramt.gv.at%2Fdam%2Fjcr%3A903d5cf5-c3ac-47b6-871c-c83eae34b273%2F20_18_beilagen_nb.pdf&usg=AO. [Último acceso: 5 marzo 2020].

- [34] Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, «Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan für Österreich,» 2019. [En línea]. Available: https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:29ba927b-d36f-4cd4-8f56-8bec97a48c76/NEKP_final%2018.12.2019.pdf. [Último acceso: 11 marzo 2020].
- [35] H21, «H21 Pioneering a UK hydrogen network,» [En línea]. Available: <https://www.h21.green/>. [Último acceso: 3 marzo 2020].
- [36] Hydeploy, «Hydrogen is vital to tackling climate change,» 2020. [En línea]. Available: <https://hydeploy.co.uk/>. [Último acceso: 4 marzo 2020].
- [37] Thyssenkrup, «Carbon2Chem,» [En línea]. Available: <https://www.thyssenkrupp.com/carbon2chem/>. [Último acceso: 11 marzo 2020].
- [38] Die Bundesregierung, «Klimaschutzprogramm 2030,» octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzprogramm-2030-1673578>. [Último acceso: 10 marzo 2020].
- [39] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie , «Elektroautos und E-Mobilität – Förderungen und weiterführende Links,» 29 enero 2020. [En línea]. Available: https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/elektroautos_und_e_mobilitaet/Seite.4320020.html. [Último acceso: 3 marzo 2020].
- [40] Office for Low Emission Vehicles, «£23 million boost for hydrogen-powered vehicles and infrastructure,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.gov.uk/government/news/23-million-boost-for-hydrogen-powered-vehicles-and-infrastructure>. [Último acceso: 4 marzo 2020].
- [41] Office for Low Emission Vehicles, «Low emission freight and logistics trial competition winners announced,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.gov.uk/government/news/low-emission-freight-and-logistics-trial-competition-winners-announced>. [Último acceso: 9 marzo 2020].
- [42] UK H2Mobility, «About UK H2Mobility,» [En línea]. Available: <http://www.ukh2mobility.co.uk/about/>. [Último acceso: 4 marzo 2020].
- [43] The Society of Motor Manufacturers and Traders, «HYDROGEN FUEL CELL ELECTRIC VEHICLES,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.smmmt.co.uk/wp-content/uploads/sites/2/2019.03.11-SMMT-FCEV-guide-FINAL.pdf>. [Último acceso: 12 marzo 2020].
- [44] Office for Low Emission Vehicles, «Government launches £2 million competition to promote roll-out of hydrogen-fuelled fleet vehicles,» 2016. [En línea]. Available:

<https://www.gov.uk/government/news/government-launches-2-million-competition-to-promote-roll-out-of-hydrogen-fuelled-fleet-vehicles>. [Último acceso: 13 marzo 2020].

- [45] M. Cannon, «Clean air zones: Where will UK drivers pay for polluting?», BBC News, 2019. [En línea]. Available: <https://www.bbc.com/news/uk-47389830>. [Último acceso: 4 marzo 2020].
- [46] UK Research and Innovation, «Industrial decarbonisation», 2020. [En línea]. Available: <https://www.ukri.org/innovation/industrial-strategy-challenge-fund/industrial-decarbonisation/>. [Último acceso: 12 marzo 2020].
- [47] Department for Business, Energy & Industrial Strategy, «Hydrogen for heating project», 2017. [En línea]. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/hydrogen-for-heating-project>. [Último acceso: 12 marzo 2020].
- [48] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, «Reallabore – Testräume für Innovation und Regulierung», [En línea]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/reallabore-testraeume-fuer-innovation-und-regulierung.html>. [Último acceso: 5 marzo 2020].
- [49] Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, «HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland», [En línea]. Available: <https://www.now-gmbh.de/de/bundesfoerderung-wasserstoff-und-brennstoffzelle/wasserstoffregionen-in-deutschland>. [Último acceso: 10 marzo 2020].
- [50] Department for Business, Energy & Industrial Strategy, «Energy Innovation», 2017. [En línea]. Available: <https://www.gov.uk/guidance/energy-innovation>. [Último acceso: 11 marzo 2020].
- [51] Global Environment Committee, Central Environment Council, «Long-term Low-carbon Vision», 2017. [En línea]. Available: <https://www.env.go.jp/earth/report/h30-01/ref02.pdf>. [Último acceso: 18 febrero 2020].
- [52] Australian Government, «Australia's 2030 climate change target», 2015. [En línea]. Available: <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/c42c11a8-4df7-4d4f-bf92-4f14735c9baa/files/factsheet-australias-2030-climate-change-target.pdf>. [Último acceso: 19 febrero 2020].
- [53] National Conference of State Legislatures, «Greenhouse Gas Emissions Reduction Targets and Market-based Policies», 2019. [En línea]. Available: <https://www.ncsl.org/research/energy/greenhouse-gas-emissions-reduction-targets-and-market-based-policies.aspx>. [Último acceso: 20 Enero 2020].
- [54] Shigeki Iida y Ko Sakata, «Hydrogen technologies and developments in Japan», *Clean Energy*, vol. 3, n° 2, p. 105–113, 2019.

- [55] Ministry of Economy, Trade and Industry , «5th Strategic Energy Plan,» 2018. [En línea]. Available: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/5th/pdf/strategic_energy_plan.pdf. [Último acceso: 18 febrero 2020].
- [56] Hydrogen and Fuel Cell Strategy Council, «The Strategic Road Map for Hydrogen and Fuel Cells,» 2019. [En línea]. Available: https://www.meti.go.jp/english/press/2019/pdf/0312_002b.pdf. [Último acceso: 18 febrero 2020].
- [57] S. Bruce, M. Temminghoff, J. Hayward, E. Schmidt, C. Munnings, D. Palfreyman y P. Hartley , National Hydrogen Roadmap, Australia: CSIRO, 2018.
- [58] Ministerial Council on Renewable Energy, Hydrogen and Related Issues, «Basic Hydrogen Strategy,» 2017. [En línea]. Available: https://www.meti.go.jp/english/press/2017/pdf/1226_003b.pdf. [Último acceso: 19 febrero 2020].
- [59] COAG Energy Council Hydrogen Working Group, «Australia's National Hydrogen Strategy,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-11/australias-national-hydrogen-strategy.pdf>. [Último acceso: 20 febrero 2020].
- [60] M. Melaina, O. Antonia y M. Penev, «Blending Hydrogen into Natural Gas Pipeline Networks: A Review of Key Issues,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/51995.pdf>. [Último acceso: 22 enero 2020].
- [61] Deloitte, «Australian and Global Hydrogen Demand Growth Scenario Analysis,» 2019. [En línea]. Available: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/au/Documents/future-of-cities/deloitte-au-australian-global-hydrogen-demand-growth-scenario-analysis-091219.pdf>. [Último acceso: 14 febrero 2020].
- [62] Federal Aviation Administration, «Voluntary Airport Low Emissions Program (VALE),» 2019. [En línea]. Available: <https://www.faa.gov/airports/environmental/vale/>. [Último acceso: 22 enero 2020].
- [63] U.S. Department of Energy, «Hydrogen Laws and Incentives in California,» [En línea]. Available: <https://afdc.energy.gov/fuels/laws/HY?state=ca>. [Último acceso: 22 enero 2020].
- [64] California Energy Commission, «Clean Transportation Program Proceedings,» 2019. [En línea]. Available: <https://www2.energy.ca.gov/altfuels/>. [Último acceso: 22 enero 2020].
- [65] R. Piria y P. Kerres, Wasserstoffpolitik in Kalifornien, Berlin: Adelphi, 2019.

Anexos

I - Estándares -alcances

ASME

ASME	
Código/Estándar	Título
ASME B31.12	<p>Hydrogen piping and pipelines</p> <p><u>Scope:</u> This Code is applicable to piping in gaseous and liquid hydrogen service and to pipelines in gaseous hydrogen service. B31.12 is applicable up to and including the joint connecting the piping to associated pressure vessels and equipment but not to the vessels and equipment themselves. It is also applicable to the location and type of support elements, but not to the structure to which the support elements are attached.</p> <p>B31.12 is presented in the following parts:</p> <p>(a) Part GR — General Requirements. This part contains definitions and requirements for materials, welding, brazing, heat treating, forming, testing, inspection, examination, operation, and maintenance.</p> <p>(b) Part IP — Industrial Piping. This part includes requirements for components, design, fabrication, assembly, erection, inspection, examination, and testing of piping.</p> <p>(c) Part PL — Pipelines. This part sets forth requirements for components, design, installation, and testing of hydrogen pipelines.</p> <p>It is required that each part be used in conjunction with the General Requirements section but independent of the other parts</p>
ASME STP/PT-0005	<p>Design Factor Guidelines for High-Pressure Composite Hydrogen Tanks</p> <p><u>Scope:</u> This report provides recommendations to the ASME Hydrogen Project Team for design factors for composite hydrogen tanks. The scope of this study included stationary (e.g., storage) and transport tanks; it does not include vehicle fuel tanks. The report provides recommended design factors relative to short-term burst pressure and interim margins for long-term stress rupture based on a fixed 15-year design life for fully wrapped and hoop wrapped composite tanks with metal liners. These recommended margins are based on the proven experience with existing standards for composite reinforced tanks. Recommendations for further research are also provided, in particular for development of rules that would provide design life dependent design factors relative to stress rupture that would provide a means to design for longer or shorter lives than 15 years, and to provide a method for the manufacturer to determine, by testing, the stress ratio for their fiber reinforcement system.</p>
ASME/STP-PT-014	<p>Data Supporting Composite Tank Standards Development for Hydrogen Infrastructure Applications</p> <p><u>Scope:</u> Recommendations are made that the industry:</p>

	<p>-Continue to monitor field use and incorporate changes to requirements, standards and codes that reflect knowledge gained for composite pressure vessels,</p> <p>-Use a failure modes and effects analysis (FMEA) approach to standards, using the knowledge gained from field experience,</p> <p>-Develop standards for composite pressure vessels that are more performance based to improve both safety and performance,</p> <p>-Address requirements using performance testing, not by using excessive safety factors,</p> <p>-Use stress ratios for the various reinforcing fibers that accurately reflect their stress rupture and fatigue characteristics to achieve high reliability, Harmonize testing requirements where practical, Use qualification tests that are appropriate for the application and for the materials and design features of the pressure vessels being used, and</p> <p>-Consider using fleet leader programs for new materials, designs or applications if there is likely to be a significant safety issue</p> <p>To support these recommendations, history of use of composite cylinder in aerospace/defense, commercial and vehicle applications is reviewed. This includes review of applications, materials of construction; standards used and field service issues.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ASTM

ASTM	
Código/Estándar	Título
ASTM D4504	<p>Standard Practice for Evaluation of New Aviation Turbine Fuels and Fuel Additives</p> <p><u>Scope:</u> This practice covers and provides a framework for the Original Equipment Manufacturer (OEM) evaluation and approval of new fuels and new fuel additives for use in commercial and military aviation gas turbine engines. The practice was developed as a guide by the aviation gas-turbine engine Original Equipment Manufacturers (OEMs) with ASTM International member support. The OEMs are solely responsible for approval of a fuel or additive in their respective engines and airframes. Standards organizations such as ASTM International (Subcommittee D02.J0), United Kingdom Ministry of Defence, and the U.S. Military list only those fuels and additives that are mutually acceptable to all OEMs. ASTM International and OEM participation in the evaluation procedure does not constitute an endorsement of the fuel or additive.</p>
ASTM D7566	<p>Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons</p> <p><u>Scope:</u> This specification covers the manufacture of aviation turbine fuel that consists of conventional and synthetic blending components.</p>

	This specification defines the minimum property requirements for aviation turbine fuel that contain synthesized hydrocarbons and lists acceptable additives for use in civil operated engines and aircrafts. Specification D7566 is directed at civil applications, and maintained as such, but may be adopted for military, government, or other specialized uses.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CGA

CGA	
Código/Estándar	Título
CGA C-6.4	<p>Methods for External Visual Inspection of Natural Gas Vehicle (NGV) and Hydrogen Gas Vehicle (HGV) Fuel Containers and Their Installations</p> <p><u>Scope:</u> This publication addresses containers manufactured to generally accepted codes and standards for fuel gas vehicle (FGV) service. The purpose of this publication is to provide guidance for the visual inspection of these containers and to provide criteria for the acceptance or rejection (in the absence of guidance from the manufacturer) with subsequent disposal or repair as necessary.</p>
CGA G-5	<p>Hydrogen</p> <p><u>Scope:</u> This publication provides information on the physical and chemical properties of hydrogen and proper handling and use. It is intended to provide background information for personnel involved in the manufacture, distribution, and use of hydrogen. Additional technical information can be obtained from hydrogen gas manufacturers.</p>
CGA G-5.3	<p>Commodity Specification for Hydrogen</p> <p><u>Scope:</u> This publication describes the current commodity specification for gaseous and liquid hydrogen including hydrogen for fuel cell applications. The document also provides pertinent information on methods of analysis and sampling technique, quality verifications, typical use tables, as well as supplemental graphs and data tables.</p>
CGA G-5.4	<p>Standard for Hydrogen Piping Systems at User Locations</p> <p><u>Scope:</u> This standard describes the specifications and general principles recommended for piping systems for gaseous (Type I) or liquid (Type II) hydrogen. The standard addresses both low and high pressure hydrogen piping systems onsite from the point where hydrogen enters the distribution piping (the battery limits of the hydrogen storage system) to the point of use. For the purposes of this standard, high pressure is defined as gaseous hydrogen at service pressures equal to or greater than 3000 psig (20 680 kPa).</p>
CGA G-5.6 (EIGA Doc 121/14)	<p>Hydrogen Pipeline Systems</p> <p><u>Scope:</u> The scope of this document is for metallic transmission and distribution piping systems carrying pure hydrogen and hydrogen mixtures, as shown in Diagram 1 of Appendix A.</p>

	<p>It is limited to gaseous products:</p> <ul style="list-style-type: none"> - with a temperature range between -40°C (-40°F) and 175°C (347°F), - total pressures from 1MPa (150 psig) up to 21 MPa (3000 psig) or for stainless steels only partial H₂ pressure higher than 0.2 MPa
CGA H-2	<p>Guideline for Classification and Labeling of Hydrogen Storage Systems with Hydrogen Absorbed in Reversible Metal Hydrides</p> <p><u>Scope:</u> The scope of this publication includes hydrogen storage systems in which the hydrogen is absorbed in reversible metal hydrides and for which the system is designed to permanently contain the solid material so only hydrogen gas is introduced into or removed from the system. This publication provides guidance to regulatory authorities, manufacturers, and users for the classification and labeling of these systems.</p>
CGA H-3	<p>Standard for Cryogenic Hydrogen Storage</p> <p><u>Scope:</u> This standard applies to liquid hydrogen storage tanks with maximum allowable working pressures (MAWP) up to and including 175 psi (1210 kPa). Tanks less than 1000 gal (3785 L) gross volume or greater than 25 000 gal (94 600 L) gross volume and all transportable containers are excluded. Tanks outside these pressure and volume constraints may also meet the requirements of this standard when agreed upon by the owner/ manufacturer and the authority having jurisdiction (AHJ). This standard does not include operation and installation requirements or emergency response information.</p>
CGA H-4	<p>Terminology Associated with Hydrogen Fuel Technologies</p> <p><u>Scope:</u> This publication provides a description of the technologies and terminology as they apply to hydrogen fuel production, storage, transport, and use.</p>
CGA H-5	<p>Standard for Bulk Hydrogen Supply Systems</p> <p><u>Scope:</u> This standard contains minimum requirements for locating/siting, selecting equipment, installing, starting up, maintaining, and removing bulk hydrogen supply systems. Two types of bulk hydrogen supply systems are covered in this standard: liquid and gaseous.</p> <p>This standard covers the entire process including site selection, regulatory compliance, equipment selection, equipment transportation and setting, equipment installation, system startup, operation and system removal. This standard also briefly discussed health hazards and safety considerations. Typical flow diagrams are also included.</p>
CGA P-28	<p>OSHA Process Safety Management and EPA Risk Management Plan Guidance Document for Bulk Liquid Hydrogen Systems</p> <p><u>Scope:</u> This publication is intended to provide information that is required to meet OSHA PSM (Process Safety Management) and EPA RMP (Risk Management Plan) requirements in an easy to understand form. It allows for more efficient completion of RMPs while at the same time promoting consistent responses to PSM and RMP regulatory requirements. A typical system hazard and operability study (HAZOP) as well as the hazard assessment for release scenarios typical of</p>

	the standard hydrogen customer station tanks used in the gas industry are provided to assist these critical PSM and RMP responses
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

EIGA

EIGA	
Código/Estándar	Título
Doc.06/19	<p>Safety in storage, handling and distribution of liquid hydrogen</p> <p><u>Scope:</u> A liquid hydrogen storage installation on a user's premises is defined for the purpose of this publication as the installed liquid storage tank. This publication applies to the layout, design and operation of fixed storages and the transportation of liquid hydrogen in bulk form by tankers or tank containers, by road, sea and rail, to fixed storages at user's premises. Portable containers, such as pallet tanks and liquid cylinders, are excluded from the scope of this publication.</p>
Doc.15/06	<p>Gaseous Hydrogen Stations</p> <p><u>Scope:</u> The Code covers gaseous hydrogen, compression, purification, filling into containers and storage installations at consumer sites. It does not include production, transport or distribution of hydrogen, nor does it cover any safety aspects in the use and application of the gas in technical or chemical processes.</p>
Doc.24/18	<p>Vacuum insulated cryogenic storage tank systems pressure protection devices</p> <p><u>Scope:</u> This publication provides guidance for pressure protection devices for static cryogenic vacuum insulated storage tanks. It may also be used as a guide for non-vacuum insulated storage tanks, for example for the carbon dioxide and other cryogenic liquids including helium. Specific operating conditions such as temperatures and material compatibility shall be considered. Flat bottom tanks used for bulk storage of cryogenic gases at air separation plants are excluded from this publication.</p>
Doc.100/11	<p>Hydrogen Cylinders and Transport Vessels</p> <p><u>Scope:</u> The Industrial Gases Committee of EIGA established the Working Group WG-O «Hydrogen Cylinders and Transport Vessels» * to formulate hydrogen-specific recommendations regarding design, material, manufacturing, testing, use and retesting of seamless high pressure hydrogen cylinders and vessels, for use -individually -in bundles -on trailers. This document does not apply to static tanks</p>
Doc.121/14	<p>Hydrogen Pipeline Systems</p> <p><u>Scope:</u> The scope of this document is for metallic transmission and distribution piping systems carrying pure hydrogen and hydrogen mixtures, as shown in Diagram 1 of Appendix A.</p>

	<p>It is limited to gaseous products:</p> <ul style="list-style-type: none"> - with a temperature range between –40°C (-40°F) and 175°C (347°F), - total pressures from 1MPa (150 psig) up to 21 MPa (3000 psig) or for stainless steels only partial H2 pressure higher than 0.2 MPa
Doc.122/18	<p>Environmental impacts of hydrogen plants</p> <p><u>Scope:</u> The publication concentrates on the environmental impacts of hydrogen production. It does not give specific advice on health and safety issues, which shall be taken into account before undertaking any activity. On these issues the relevant EIGA documents, and or national legislation should be consulted for advice.</p>
Doc.133/14	<p>Cryogenic vaporisation systems – prevention of brittle fracture of equipment and piping</p> <p><u>Scope:</u> This publication applies to cryogenic liquid supply systems, located either on a customer site or a production site, where cryogenic liquid is vaporised and is then supplied either as the primary or secondary source of gaseous product. This guideline is limited to the prevention of brittle fracture in piping and associated equipment.</p>
Doc.151/15	<p>Prevention of Excessive Pressure during Filling of Cryogenic Vessels</p> <p><u>Scope:</u> This publication is intended to provide guidance to the filler/owner of either transportable or static cryogenic tanks, detailing the systems and procedures that can be used to prevent them being over pressurized during filling (i.e., causing a catastrophic failure by excessive pressure). Vessels for which the upper pressure limit (UPL) cannot be exceeded by the maximum allowable pump feed pressure (MAPFP) do not require any additional protection.</p>
Doc.155/09	<p>Best available techniques for hydrogen production by steam methane reforming</p> <p><u>Scope:</u> This document covers guidance on compliance with EC Directive 2008/1/EC[2] Integrated Pollution Prevention & Control and associated BREFs. The main objective are</p> <ul style="list-style-type: none"> -To contribute to any aspects of the European IPPC Bureau’s reference document on Mineral Oil and Gas Refineries[1] that specifically relates to Hydrogen production, (>10000Nm3/h). -To propose techniques deemed as “best & available” for Hydrogen production in refineries. -To document data to support conclusions on Best Available Techniques. -To encourage consistency with associated BREFs about Hydrogen production
Doc.171/12	<p>Storage of Hydrogen in Systems Located Underground</p> <p><u>Scope:</u> This document covers the requirements specific to the installation of a hydrogen storage system in an underground space with top or side access, hereafter called a vault. It covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> - liquid hydrogen storage and ancillary systems, - compressed hydrogen storage composed of a single container, or multiple cylinders or tubes.

	<p>The document also provides requirements that are specific to the storage of liquid hydrogen in buried vessels. There are particular challenges with regards to the periodic inspection of buried gaseous storage systems and such installations are not addressed in this document.</p> <p>This document does not address the generic design, materials and construction aspects of hydrogen pressure vessels.</p>
Doc.183/13	<p>Best Available Techniques for the Co-Production of Hydrogen, Carbon Monoxide & their Mixtures by Steam Reforming</p> <p><u>Scope:</u> This document provides guidance on compliance with EC Directive 2008/1/EC Integrated Pollution Prevention & Control, further recast into EC Directive 2010/75/EU Industrial Emissions] and associated BREFs. The main objectives are</p> <ul style="list-style-type: none"> -To propose techniques deemed as best and available for steam methane reformer plants with one or multiple products. -To gather data to support conclusions on Best Available Techniques. -To encourage consistency with associated BREFs about hydrogen, carbon monoxide, and syngas production. -To contribute to the European IPPC Bureau’s reference documents that are due for revision and that are associated with hydrogen, carbon monoxide and syngas production technologies. <p>This document specifically addresses the co-production of hydrogen, carbon monoxide, and their mixtures by steam reforming In that regard, this document is a sister to EIGA Doc.155 [37] which focuses primarily on the best available techniques of steam reforming where hydrogen, (beside the co-produced steam) is the only product.</p>
Doc.220/19	<p>Environmental Guidelines for Permitting Hydrogen Plants Producing Less Than 2 Tonnes Per Day</p> <p><u>Scope:</u> Hydrogen production plants with capacity less than 2 tonnes per day, primarily those used for fuelling applications</p>

EN

EN	
Código/Estándar	Título
EN 1797	<p>Cryogenic vessels - Gas/material compatibility</p> <p><u>Scope:</u> Describes requirements for gas/materials compatibility for cryogenic vessels (such as chemical resistance) but it does not cover mechanical properties (e.g. for low temperature application).</p>
EN 10229	<p>Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC)</p> <p><u>Scope:</u> This standard defines a procedure for evaluating the susceptibility to hydrogen induced cracking (HIC) of steel products with nominal thicknesses equal to or greater than 6 mm. Does not include resistance to other types of corrosion, eg stress corrosion cracking.</p>

EN 16726	<p>Gas infrastructure - Quality of gas - Group H</p> <p><u>Scope:</u> This European standard specifies gas quality characteristics, parameters and their limits, for gases classified as group H that are to be transmitted, injected into and from storages, distributed and utilized. This European standard does not cover gases conveyed on isolated networks. For hydrogen, at present it is not possible to specify a limiting value which would generally be valid for all parts of the European gas infrastructure.</p>
EN 16942	<p>Fuels - Identification of vehicle compatibility - Graphical expression for consumer information</p> <p><u>Scope:</u> This European Standard lays down harmonized identifiers for marketed liquid and gaseous fuels. The requirements in this standard are to complement the international needs of users regarding the compatibility between the fuels and the vehicles that are placed on the market. The identifier is intended to be visualized at dispensers and refuelling points, on vehicles, in motor vehicle dealerships and in consumer manuals as described in this document. Marketed fuels include for example petroleum-derived fuels, synthetic fuels, biofuels, natural gas, liquefied petroleum gas, hydrogen and biogas and blends of the aforementioned delivered to mobile applications</p>
EN 17124	<p>Hydrogen fuel - Product specification and quality assurance - Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles</p> <p><u>Scope:</u> This document specifies the quality characteristics of hydrogen fuel and the corresponding quality assurance in order to ensure uniformity of the hydrogen product as dispensed for utilization in proton exchange membrane (PEM) fuel cell road vehicle systems.</p>
EN 17127	<p>Outdoor hydrogen refuelling points dispensing gaseous hydrogen and incorporating filling protocols</p> <p><u>Scope:</u> This document defines the minimum requirements to ensure the interoperability of public hydrogen refuelling points including refuelling protocols that dispense gaseous hydrogen to road vehicles (e.g. Fuel Cell Electric Vehicles) complying with applicable regulations.</p> <p>The safety and performance requirements for the entire hydrogen refuelling station (HRS), addressed in accordance with existing relevant European and national legislation, are not included in this document.</p>

IEC

IEC	
Código/Estándar	Título
IEC 62282	<p>Fuel cell technologies</p> <p><u>Scope:</u> This document provides</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - uniform terminology in the forms of diagrams, definitions and equations related to fuel cell technologies in all applications - the minimum requirements for safety and performance of fuel cell modules - operational and environmental aspects of the stationary fuel cell power systems performance - test methods for the electrical, thermal and environmental performance of small stationary fuel cell power systems - minimum safety requirements for the installation of indoor and outdoor stationary fuel cell power systems - safety requirements and performance test methods of fuel cell power systems intended to be used in electrically powered industrial trucks. - construction, marking and test requirements for portable fuel cell power systems - micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges - micro fuel cell power systems using hydrogen - test methods for the performance evaluation of micro fuel cell power systems - interchangeability of micro fuel cell (MFC) fuel cartridges - interchangeability of power and data between micro fuel cell power systems and electronic devices - cell assemblies, test station setup, measuring instruments and measuring methods, performance test methods, and test reports for PEFC single cells - for SOFC cell/stack assembly units, testing systems, instruments and measuring methods, and test methods to test the performance of SOFC cells and stacks - PEM cell/stack assembly units, testing systems, instruments and measuring methods, and test methods to test the performance of PEM cells and stacks in fuel cell mode, electrolysis and/or reversible mode. - the evaluation methods of typical performances for electric energy storage systems using hydrogen
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ISO

ISO	
Código/Estándar	Título
ISO 7539-11	<p>Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking</p> <p><u>Scope:</u> This part of ISO 7539 gives guidance on the key features that should be accounted for in designing and conducting tests to evaluate the resistance of a metal or its alloy to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking.</p>
ISO 11114	<p>Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents</p> <p><u>Scope:</u> This provides requirements for the selection of safe combinations of metallic cylinder, non-metallic and valve materials and cylinder gas content. The compatibility data given is related to single gases and to gas mixtures. Seamless metallic, welded metallic and composite gas cylinders and their valves, used to contain compressed, liquefied and dissolved gases, are considered.</p>
ISO 12619	<p>Road vehicles — Compressed gaseous hydrogen (CGH2) and hydrogen/natural gas blends fuel system components</p>

	<p><u>Scope:</u> This document specifies</p> <ul style="list-style-type: none"> - general requirements and definitions of performance and general test methods for compressed gaseous hydrogen (CGH₂) and hydrogen/natural gas blends fuel system components. <p>The document also specifies tests and requirements for the</p> <ul style="list-style-type: none"> - pressure regulator, - check valve, - manual cylinder valve, - automatic valve, - gas injector and/or fuel rail, - pressure indicator, - pressure relief valve (PRV), - pressure relief device (PRD), - excess flow valve, - gas-tight housing and ventilation hose, - rigid fuel line in stainless steel, - flexible fuel line, - filter, - fittings, <p>a compressed gaseous hydrogen (CGH₂) and hydrogen/natural gas blend fuel system component intended for use on the types of motor vehicles</p>
ISO 13984	<p>Liquid hydrogen — Land vehicle fuelling system interface</p> <p><u>Scope:</u> This International Standard specifies the characteristics of liquid hydrogen refuelling and dispensing systems on land vehicles of all types in order to reduce the risk of fire and explosion during the refuelling procedure and thus to provide a reasonable level of protection from loss of life and property. This International Standard is applicable to the design and installation of liquid hydrogen (LH₂) fuelling and dispensing systems. It describes the system intended for the dispensing of liquid hydrogen to a vehicle, including that portion of the system that handles cold gaseous hydrogen coming from the vehicle tank, that is, the system located between the land vehicle and the storage tank.</p>
ISO 13985	<p>Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks</p> <p><u>Scope:</u> This International Standard specifies the construction requirements for refillable fuel tanks for liquid hydrogen used in land vehicles as well as the testing methods required to ensure that a reasonable level of protection from loss of life and property resulting from fire and explosion is provided. This International Standard is applicable to fuel tanks intended to be permanently attached to land vehicles.</p>
ISO 14687	<p>Hydrogen fuel quality — Product specification</p> <p><u>Scope:</u> This document specifies the minimum quality characteristics of hydrogen fuel as distributed for utilization in vehicular and stationary applications.</p> <p>It is applicable to hydrogen fuelling applications, which are listed in Table 1.</p>
ISO/TR 15916	<p>Basic considerations for the safety of hydrogen systems</p>

	<p><u>Scope:</u> This Technical Report provides guidelines for the use of hydrogen in its gaseous and liquid forms as well as its storage in either of these or other forms (hydrides). It identifies the basic safety concerns, hazards and risks, and describes the properties of hydrogen that are relevant to safety. Detailed safety requirements associated with specific hydrogen applications are treated in separate International Standards.</p>
ISO 16110	<p>Hydrogen generators using fuel processing technologies</p> <p><u>Scope:</u> This applies to packaged, self-contained or factory matched hydrogen generation systems with a capacity of less than 400 m³/h at 0 °C and 101,325 kPa, herein referred to as hydrogen generators, that convert an input fuel to a hydrogen-rich stream of composition and conditions suitable for the type of device using the hydrogen (e.g. a fuel cell power system or a hydrogen compression, storage and delivery system). It applies to hydrogen generators using one or a combination of the following input fuels:</p> <ul style="list-style-type: none"> - natural gas and other methane-rich gases derived from renewable (biomass) or fossil fuel sources, e.g. landfill gas, digester gas, coal mine gas; - fuels derived from oil refining, e.g. diesel, gasoline, kerosene, liquefied petroleum gases such as propane and butane; - alcohols, esters, ethers, aldehydes, ketones, Fischer-Tropsch liquids and other suitable hydrogen-rich organic compounds derived from renewable (biomass) or fossil fuel sources, e.g. methanol, ethanol, di-methyl ether, biodiesel; - gaseous mixtures containing hydrogen gas, e.g. synthesis gas, town gas. <p>This part of ISO 16110 is applicable to stationary hydrogen generators intended for indoor and outdoor commercial, industrial, light industrial and residential use. It aims to cover all significant hazards, hazardous situations and events relevant to hydrogen generators, with the exception of those associated with environmental compatibility (installation conditions), when they are used as intended and under the conditions foreseen by the manufacturer.</p>
ISO 16111	<p>Transportable gas storage devices — Hydrogen absorbed in reversible metal hydride</p> <p><u>Scope:</u> This document defines the requirements applicable to the material, design, construction, and testing of transportable hydrogen gas storage systems, referred to as "metal hydride assemblies" (MH assemblies) which utilize shells not exceeding 150 l internal volume and having a maximum developed pressure (MDP) not exceeding 25 MPa. This document is applicable to refillable storage MH assemblies where hydrogen is the only transferred media. It is not applicable to storage MH assemblies intended to be used as fixed fuel-storage onboard hydrogen fuelled vehicles.</p>
ISO 17081	<p>Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique</p> <p><u>Scope:</u> -This International Standard specifies a laboratory method for the measurement of hydrogen permeation and for the determination of hydrogen atom uptake</p>

	<p>and transport in metals, using an electrochemical technique. The term “metal” as used in this International Standard includes alloys.</p> <p>-This International Standard describes a method for evaluating hydrogen uptake in metals, based on measurement of steady-state hydrogen flux. It also describes a method for determining effective diffusivity of hydrogen atoms in a metal and for distinguishing reversible and irreversible trapping.</p> <p>-This International Standard gives requirements for the preparation of specimens, control and monitoring of the environmental variables, test procedures and analysis of results.</p> <p>-This International Standard may be applied, in principle, to all metals for which hydrogen permeation is measurable and the method can be used to rank the relative aggressivity of different environments in terms of the hydrogen uptake of the exposed metal.</p>
ISO 17268	<p>Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices</p> <p><u>Scope:</u> This International Standard defines the design, safety and operation characteristics of gaseous hydrogen land vehicle (GHLV) refuelling connectors. GHLV refuelling connectors consist of the following components, as applicable:</p> <ul style="list-style-type: none"> — receptacle and protective cap (mounted on vehicle); — nozzle. <p>This International Standard applies to refuelling connectors which have working pressures of 11 MPa, 25 MPa, 35 MPa and 70 MPa, hereinafter referred to in this International Standard as the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> — H11 – 11 MPa at 15 °C; — H25 – 25 MPa at 15 °C; — H35 – 35 MPa at 15 °C; — H35HF – 35 MPa at 15 °C (high flow for commercial vehicle applications); — H70 – 70 MPa at 15 °C. <p>Nozzles and receptacles that meet the requirements of this International Standard will only allow GHLVs to be filled by fuelling stations dispensing hydrogen with nominal working pressures equal to or lower than the vehicle fuel system working pressure. They will not allow GHLV to be filled by fuelling stations dispensing blends of hydrogen with natural gas. Refuelling connectors dispensing blends of hydrogen with natural gas are excluded from the scope of this International Standard.</p>
ISO 19880-1	<p>Gaseous hydrogen — Fuelling stations-General Requirements</p> <p><u>Scope:</u> This document recommends the minimum design characteristics for safety and, where appropriate, for performance of public and non-public fuelling stations that dispense gaseous hydrogen to light duty land vehicles (e.g. Fuel Cell Electric Vehicles).</p>
ISO 19881	<p>Gaseous hydrogen — Land vehicle fuel containers</p> <p><u>Scope:</u> This document contains requirements for the material, design, manufacture, marking and testing of serially produced, refillable containers intended only for the storage of compressed hydrogen gas for land vehicle operation. These containers</p> <ul style="list-style-type: none"> a) are permanently attached to the vehicle, b) have a capacity of up to 1 000 l water capacity, and

	<p>c) have a nominal working pressure that does not exceed 70 MPa.</p> <p>The scope of this document is limited to fuel containers containing fuel cell grade hydrogen according to ISO 14687 for fuel cell land vehicles and Grade A or better hydrogen as per ISO 14687 for internal combustion engine land vehicles. This document also contains requirements for hydrogen fuel containers acceptable for use on-board light duty vehicles, heavy duty vehicles and industrial powered trucks such as forklifts and other material handling vehicles.</p>
ISO 21266	<p>Road vehicles — Compressed gaseous hydrogen (CGH2) and hydrogen/natural gas blends fuel systems</p> <p><u>Scope:</u> This document specifies the minimum safety requirements and the test methods for checking the minimum safety requirements applicable for the functionality of compressed gaseous hydrogen (CGH2) and hydrogen/natural gas blends on-board fuel systems intended for use on the types of motor vehicles.</p>
ISO 22734	<p>Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications</p> <p><u>Scope:</u> This document defines the construction, safety, and performance requirements of modular or factory-matched hydrogen gas generation appliances, herein referred to as hydrogen generators, using electrochemical reactions to electrolyse water to produce hydrogen. This document is applicable to hydrogen generators that use the following types of ion transport medium:</p> <ul style="list-style-type: none"> - group of aqueous bases; - group of aqueous acids; - solid polymeric materials with acidic function group additions, such as acid proton exchange membrane (PEM); - solid polymeric materials with basic function group additions, such as anion exchange membrane (AEM). <p>This document is applicable to hydrogen generators intended for industrial and commercial uses, and indoor and outdoor residential use in sheltered areas, such as car-ports, garages, utility rooms and similar areas of a residence. Hydrogen generators that can also be used to generate electricity, such as reversible fuel cells, are excluded from the scope of this document. Residential hydrogen generators that also supply oxygen as a product are excluded from the scope of this document.</p>
ISO 23273	<p>Fuel cell road vehicles — Safety specifications — Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen</p> <p><u>Scope:</u> This International Standard specifies the essential requirements for fuel cell vehicles (FCV) with respect to the protection of persons and the environment inside and outside the vehicle against hydrogen-related hazards. It applies only to such FCV where compressed hydrogen is used as fuel for the fuel cell system. This International Standard does not apply to manufacturing, maintenance, and repair.</p>

	The requirements of this International Standard address both normal operating (fault-free) and single-fault conditions of the vehicles
ISO 26142	<p>Hydrogen detection apparatus — Stationary applications</p> <p><u>Scope:</u> This International Standard defines the performance requirements and test methods of hydrogen detection apparatus that is designed to measure and monitor hydrogen concentrations in stationary applications. The provisions in this International Standard cover the hydrogen detection apparatus used to achieve the single and/or multilevel safety operations, such as nitrogen purging or ventilation and/or system shut-off corresponding to the hydrogen concentration. The requirements applicable to the overall safety system, as well as the installation requirements of such apparatus, are excluded. This International Standard sets out only the requirements applicable to a product standard for hydrogen detection apparatus, such as precision, response time, stability, measuring range, selectivity and poisoning. This International Standard is intended to be used for certification purposes.</p>

SAE

SAE	
Código/Estándar	Título
SAE AIR6464	<p>Hydrogen Fuel Cells Aircraft Fuel Cell Safety Guidelines</p> <p><u>Scope:</u> This document defines the technical guidelines for the safe integration of Proton Exchange Membrane (PEM) Fuel Cell Systems (FCS), fuel (considered to be liquid and compressed hydrogen storage types only), fuel storage, fuel distribution and appropriate electrical systems into the aircraft.</p>
SAE AS6858	<p>Installation of Fuel Cell Systems in Large Civil Aircraft</p> <p><u>Scope:</u> This document defines the technical requirements for the safe integration of gaseous hydrogen fueled Proton Exchange Membrane (PEM) Fuel Cell Systems (FCS) within the aircraft. Most of the technical concepts and approaches covered by this document represent current industry "best practice". Others require specific approval from the procuring activity before use. This requirement for approval is not intended to prohibit their use; but rather to ensure that the prime contractor has fully investigated their capability to perform reliably and to be sufficiently durable under the required conditions and that the prime contractor can present substantiating evidence for approval before the design is committed to.</p>
SAE J2579	<p>Standard for Fuel Systems in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicles</p> <p><u>Scope:</u> The purpose of this document is to define design, construction, operational, and maintenance requirements for hydrogen fuel storage and handling systems in on-road vehicles. Performance-based requirements for verification of design prototype and production hydrogen storage and handling systems are also defined in this document. Complementary test protocols (for use in type approval or self-</p>

	<p>certification) to qualify designs (and/or production) as meeting the specified performance requirements are described.</p> <p>Crashworthiness of hydrogen storage and handling systems is beyond the scope of this document. SAE J2578 includes requirements relating to crashworthiness and vehicle integration for fuel cell vehicles. It defines recommended practices related to the integration of hydrogen storage and handling systems, fuel cell system, and electrical systems into the overall Fuel Cell Vehicle.</p>
SAE J2600	<p>Compressed Hydrogen Surface Vehicle Fueling Connection Devices</p> <p><u>Scope:</u> SAE J2600 applies to the design and testing of Compressed Hydrogen Surface Vehicle (CHSV) fueling connectors, nozzles, and receptacles. Connectors, nozzles, and receptacles must meet all SAE J2600 requirements and pass all SAE J2600 testing to be considered as SAE J2600 compliant. This document applies to devices which have Pressure Classes of H11, H25, H35, H50 or H70</p>
SAE J2601	<p>Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles</p> <p><u>Scope:</u> SAE TIR J2601 establishes safety limits and performance requirements for gaseous hydrogen fuel dispensers. The criteria include maximum fuel temperature at the dispenser nozzle, the maximum fuel flow rate, the maximum rate of pressure increase and other performance criteria based on the cooling capability of the station's dispenser. This document establishes fueling guidelines for "non-communication fueling" in the absence of vehicle communication and guidelines for "communication fueling" when specified information is transmitted from the vehicle and verified at the dispenser. The process by which fueling is optimized using vehicle-transmitted information is specified. This document provides details of the communication data transmission protocol. The mechanical connector geometry is not covered in this document. This document applies to light duty vehicle fueling for vehicles with storage capacity from 1 to 10 kg for 70 MPa and 1 to 7.5 kg for 35 MPa.</p>
SAE J2719	<p>Hydrogen Fuel Quality for Fuel Cell Vehicles</p> <p><u>Scope:</u> This Standard provides background information and a hydrogen fuel quality standard for commercial proton exchange membrane (PEM) fuel cell vehicles. This Report also provides background information on how this standard was developed by the Hydrogen Quality Task Force (HQTF) of the Interface Working Group (IWG) of the SAE Fuel Cell Standards Committee.</p>

NFPA

NFPA	
Código/Estándar	Título
NFPA 2	<p>Hydrogen technologies Code</p> <p><u>Scope:</u> The purpose of this code shall be to provide fundamental safeguards for the generation, installation, storage, piping, use, and handling of hydrogen in compressed gas (GH2) form or cryogenic liquid (LH2) form</p>

	<p><i>Chapters:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Administration 2 Referenced Publications 3 Definitions 4 General Fire Safety Requirements 5 Performance-Based Option 6 General Hydrogen Requirements 7 Gaseous Hydrogen 8 Liquefied Hydrogen 9 Explosion Protection (Reserved) 10 GH₂ Vehicle Fueling Facilities 11 LH₂ Fueling Facilities 12 Hydrogen Fuel Cell Power Systems 13 Hydrogen Generation Systems 14 Combustion Applications 15 Special Atmosphere Applications 16 Laboratory Operations 17 Parking Garages 18 Repair Garage
<p>NFPA 55</p>	<p>Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code</p> <p><u>Scope:</u> The purpose of this code shall be to provide fundamental safeguards for the installation, storage, use, and handling of compressed gases and cryogenic fluids in portable and stationary containers, cylinders, and tanks. The requirements in this code shall apply to users, producers, distributors, and others who are involved with the storage, use, or handling of compressed gases or cryo-genic fluids.</p> <p><i>Chapters:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Administration 2 Referenced Publications 3 Definitions 4 General Requiremen 5 Classification of Hazards 6 Building-Related Controls 7 Compressed Gases 8 Cryogenic Fluids 9 Bulk Oxygen Systems 10 Gas Hydrogen Systems 11 Bulk Liquefied Hydrogen Systems 12 Gas Generation Systems 13 Carbon Dioxide Systems 14 Storage, Handling, and Use of Ethylene Oxide for Sterilization and Fumigation 15 Acetylene Cylinder Charging Plants 16 Liquid Nitrous Oxide Systems 17 Cryogenic Fluid Central Supply Systems for Health Care Facilities
<p>NFPA 497</p>	<p>Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas</p> <p><u>Scope:</u></p>

	<p>This recommended practice applies to those locations where flammable gases or vapors, flammable liquids, or combustible liquids are processed or handled; and where their release into the atmosphere could result in their ignition by electrical systems or equipment.</p> <p>This recommended practice provides information on specific flammable gases and vapors, flammable liquids, and combustible liquids whose relevant combustion properties have been sufficiently identified to allow their classification into the groups established by NFPA 70 (NEC), for proper selection of electrical equipment in hazardous (classified) locations.</p>
<p>NFPA 853</p>	<p>Standard for the Installation of Stationary Fuel Cell Power Systems</p> <p><u>Scope:</u> This standard shall apply to the design, construction, and installation of stationary fuel cell power systems The scope of this document shall include the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) A singular prepackaged, self-contained power system unit (2) Any combination of prepackaged, self-contained power system units (3) Power system units comprising two or more factory-matched modular components intended to be assembled in the field (4) Engineered and field-constructed power systems that employ fuel cells.

II - Acuerdos-Estados miembro

UE

Unión Europea			
Alemania	Dinamarca	Grecia	Malta
Austria	Eslovaquia	Hungría	Países Bajos
Bélgica	Eslovenia	Irlanda	Polonia
Bulgaria	España	Italia	Portugal
Chequia	Estonia	Letonia	Rumanía
Chipre	Finlandia	Lituania	Suecia
Croacia	Francia	Luxemburgo	

OACI

Organización de Aviación Civil Internacional			
Afganistán	Dominica	Kirguistán	República Centroafricana
Albania	Ecuador	Kiribati	República de Moldova
Alemania	Egipto	Kuwait	República Democrática del Congo
Andorra	El Salvador	Lesoto	República Democrática Popular Lao
Angola	Emiratos Árabes Unidos	Letonia	República Dominicana
Antigua y Barbuda	Eritrea	Líbano	República Popular Democrática de Corea
Arabia Saudita	Eslovaquia	Liberia	República Unida de Tanzania
Argelia	Eslovenia	Libia	Rumania
Argentina	España*	Lituania	Ruanda
Armenia	Estados Unidos*	Luxemburgo	Saint Kitts y Nevis
Australia	Estonia	Macedonia del Norte	Samoa
Austria	Eswatini	Madagascar	San Marino
Azerbaiyán	Etiopía	Malasia	Santa Lucía
Bahamas	Federación de Rusia	Malawi	Santo Tomé y Príncipe
Bahréin	Fiji	Maldivas	San Vicente y las Granadinas
Bangladesh	Filipinas	Malí	Senegal
Barbados	Finlandia	Malta	Serbia
Belarús	Francia	Marruecos	Seychelles
Bélgica	Gabón	Mauricio	Sierra Leona
Belice	Gambia	Mauritania	Singapur
Benín	Georgia	México	Somalia
Bután	Ghana	Micronesia (Estados Federados de)	Sri Lanka
Bolivia	Granada	Mónaco	Sudáfrica
(Estado Plurinacional de) Bosnia y Herzegovina	Grecia	Mongolia	Sudán
Botsuana	Guatemala	Montenegro	Sudán del Sur
Brasil	Guinea	Mozambique	Suecia

Brunei Darussalam	Guinea-Bissau	Myanmar	Suiza
Bulgaria	Guinea Ecuatorial	Namibia	Suriname
Burkina Faso	Guyana	Nauru	Tailandia
Burundi	Haití	Nepal	Tayikistán
Cabo Verde	Honduras	Nicaragua	Timor-Leste
Camboya	Hungría	Níger	Togo
Camerún	India	Nigeria	Tonga
Canadá	Indonesia	Noruega	Trinidad y Tobago
Chad	Irán (República Islámica del)	Nueva Zelanda	Túnez
Chequia	Iraq	Omán	Turkmenistán
Chile	Irlanda	Países Bajos	Turquí
China	Islandia	Pakistán	Tuvalu
Chipre	Islas Cook	Palau	Ucrania
Colombia	Islas Marshall	Panamá	Uganda
Comoras	Islas Salomón	Papua Nueva Guinea	Uruguay
Congo	Israel	Paraguay	Uzbekistán
Costa Rica	Italia	Perú	Vanuatu
Côte d'Ivoire	Jamaica	Polonia	Venezuela (República Bolivariana de)
Croacia	Japón	Portugal	Vietnam
Cuba	Jordania	Qatar	Yemen
Dinamarca	Kazajstán	Reino Unido	Zambia
Djibouti	Kenia	República Árabe Siria	Zimbabue

OMI

Organización Marítima Internacional			
Albania	España	Madagascar	Senegal
Alemania	Estados Unidos de América	Malasia	Serbia
Angola	Estonia	Malawi	Seychelles
Antigua y Barbuda	Etiopía	Maldivas	Sierra Leona
Arabia Saudita	Federación de Rusia	Malta	Singapur
Argelia	Fiji	Marruecos	Somalia
Argentina	Filipinas	Mauricio	Sri Lanka
Armenia	Finlandia	Mauritania	Sudáfrica
Australia	Francia	México	Sudán
Austria	Gabón	Mónaco	Suecia
Azerbaiyán	Gambia	Mongolia	Suiza
Bahamas	Georgia	Montenegro	Surinam
Bahréin	Ghana	Mozambique	Tailandia
Bangladesh	Granada	Myanmar	Timor-Leste
Barbados	Grecia	Namibia	Togo
Bélgica	Guatemala	Nauru	Tonga
Belarús	Guinea	Nepal	Trinidad y Tobago
Belice	Guinea Ecuatorial	Nicaragua	Túnez

Benin	Guinea-Bissau	Nigeria	Turkmenistán
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Guyana	Noruega	Turquía
Bosnia y Herzegovina	Haití	Nueva Zelanda	Tuvalu
Brasil	Honduras	Omán	Ucrania
Brunei Darussalam	Hungría	Países Bajos	Uganda
Bulgaria	India	Pakistán	Uruguay
Cabo Verde	Indonesia	Palau	Vanuatu
Camboya	Irán (República Islámica del)	Panamá	Venezuela
Camerún	Iraq	Papua Nueva Guinea	Vietnam
Canadá	Irlanda	Paraguay	Yemen
Chile	Islandia	Perú	Zambia
China	Islas Cook	Polonia	Zimbabue
Chipre	Islas Marshall	Portugal	
Colombia	Islas Salomón	Qatar	
Comoras	Israel	Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del norte	
Congo	Italia	República Árabe Siria	
Costa Rica	Jamaica	República Checa	
Côte d'Ivoire	Japón	República de Corea	
Croacia	Jordania	República de Moldova	
Cuba	Kazajstán	República Democrática del Congo	
Dinamarca	Kenia	República Dominicana	
Djibouti	Kiribati	República Popular Democrática de Corea	
Dominica	Kuwait	República Unida de Tanzania	
Ecuador	Letonia	Rumania	
Egipto	Líbano	Saint Kitts y Nevis	
El Salvador	Liberia	Samoa	
Emiratos Árabes Unidos	Libia	San Marino	
Eritrea	Lituania	San Vicente y las Granadinas	
Eslovaquia	Luxemburgo	Santa Lucía	
Eslovenia	Macedonia del Norte	Santo Tomé y Príncipe	

ADR

Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera		
Albania	Finlandia	Portugal
Alemania	Francia	Montenegro
Andorra	Georgia	Noruega
Austria	Grecia	Polonia
Azerbaiyán	Holanda	Portugal
Belarús	Hungría	Reino Unido
Bélgica	Irlanda	República Checa
Bosnia y Herzegovina	Islandia	Rumania
Bulgaria	Italia	San Marino
Chipre	Kazakstán	Serbia
Croacia	Latvia	Suecia
Dinamarca	Liechtenstein	Suiza
Eslovaquia	Lituania	Tayikistán
Eslovenia	Luxemburgo	Túnez
España	Macedonia	Turquía
Estonia	Malta	Ucrania
Federación de Rusia	Marruecos	

RID

Reglamento Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril.			
Albania	Eslovenia	Latvia	República Checa
Alemania	España	Liechtenstein	Rumania
Algeria	Estonia	Lituania	Serbia
Armenia	Finlandia	Luxemburgo	Suecia
Austria	Francia	Macedonia	Suiza
Azerbaiyán	Georgia	Marruecos	Túnez
Bélgica	Grecia	Mónaco	Turquía
Bosnia y Herzegovina	Holanda	Montenegro	Ucrania
Bulgaria	Hungría	Noruega	
Croacia	Irán	Polonia	Iraq*
Dinamarca	Irlanda	Portugal	Líbano*
Eslovaquia	Italia	Reino Unido	Siria*

ADN

Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías por vías navegables interiores			
Austria	Eslovaquia	Luxemburgo	Serbia
Alemania	Federación de Rusia	Macedonia	Suiza
Bélgica	Francia	Polonia	Ucrania
Bulgaria	Holanda	República Checa	
Croacia	Hungría	Rumania	

*Hasta que se reanude el tráfico internacional, se suspende la membresía de estos países a la OTIF.

III - Matriz de selección de los países líderes

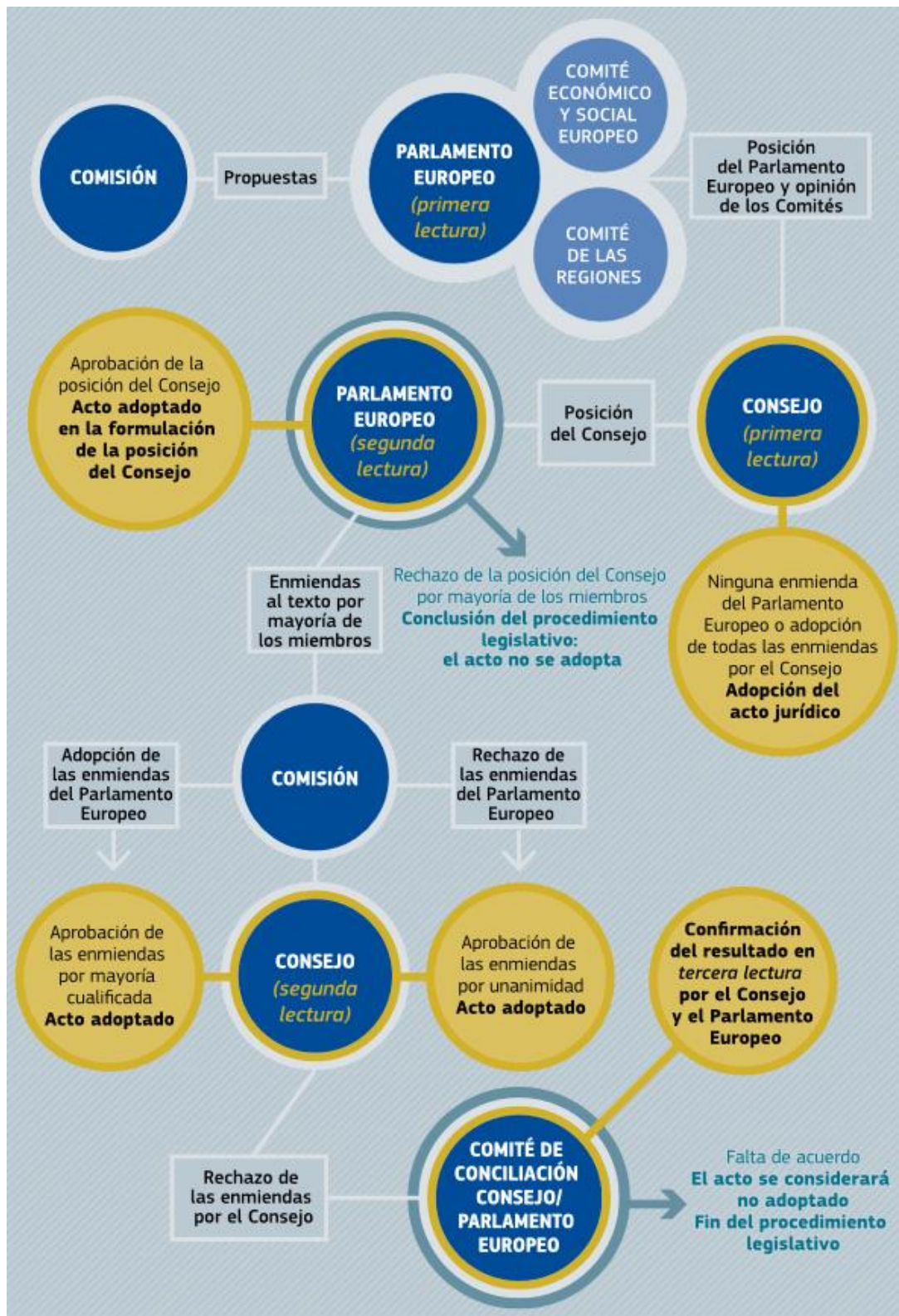
País	Estrategia nacional de hidrógeno/ descarbonización	Implementación de proyectos con relación al hidrógeno	Tamaño potencial del mercado del hidrógeno	Regulaciones existentes con respecto al hidrógeno	Productores hidrógeno o verde	Idioma
Alemania	+	+	+	+	+	0
Estados Unidos	+	+	+	0	+	0
Japón	+	+	+	+	+	-
Australia	+	+	+	-	+	0
Reino Unido	+	+	0	0	-	0
Austria	+	+	0	+	+	0
Canadá	0	+	0	-	+	0
China	+	+	+	-	+	-
Francia	+	+	0	-	-	0
Noruega	+	+	-	0	-	0
Corea del Sur	+	+	+	-	-	-

+ → Positivo

0 → Neutro

- → Negativo

IV-Actos legislativos - Unión Europea



Procedimiento de adopción de actos legislativos en la Unión Europea.⁸

⁸ Imagen obtenida de <https://op.europa.eu/webpub/com/abc-of-eu-law/es/> el día 11 de febrero de 2020.

Reglamento y Directiva⁹

Un reglamento es un acto legal vinculante que se aplica directamente a cada Estado miembro en su totalidad. Un reglamento no tiene que implementarse en la legislación nacional. Esto significa que no es posible realizar ajustes por parte de los Estados miembros.

Una directiva es un acto legal que se dirige a todos los Estados miembros y los obliga a alcanzar ciertos objetivos al implementarlos en la respectiva legislación nacional. Eso significa que los Estados miembro tienen que crear o modificar una ley nacional para incluir estos objetivos. La directiva debe implementarse dentro del período especificado (generalmente dentro de dos años). Una vez vencido este plazo, la Comisión puede iniciar un procedimiento de infracción y solicitar al Tribunal de Justicia de la Unión Europea que condene a los Estados (el incumplimiento de la sentencia en cuestión puede tener como consecuencia una condena, generalmente en forma de multas).

⁹ Información obtenida de:

<https://www.diekaelte.de/fragen-aus-der-praxis/das-sollten-sie-wissen-15> y <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM%3A114527> consultadas por última vez el 24 de febrero de 2020-