



Descarbonización del transporte de carga pesada y aceleración de la economía europea del hidrógeno

Índice

Quiénes somos	04
Resumen ejecutivo	05
Capítulo uno: Cómo el transporte por camión puede liderar la revolución del hidrógeno en Europa	06
Por qué el transporte por camión debe liderar la revolución del hidrógeno en Europa	09
Potencial de reducción de emisiones	09
Escalando el mercado para un sector de camiones de hidrógeno bajo en carbono	11
La acción gubernamental es vital	12
Capítulo dos: H2 Energy: el primer ecosistema de camiones de hidrógeno	14
Capítulo tres: Perspectivas de política de Alemania, los Países Bajos y el Reino Unido	20
Alemania	21
Países Bajos	22
Reino Unido	23
Capítulo cuatro: Creación de un ecosistema de camiones de hidrógeno	24
Referencias	26



Descargo de responsabilidad

Esta publicación ha sido preparada para orientación general sobre asuntos de interés únicamente, y no constituye asesoramiento profesional. No debe actuar sobre la información contenida en esta publicación sin obtener asesoramiento profesional específico. Si bien se han hecho esfuerzos razonables para garantizar la exactitud del contenido de esta publicación, no se hacen garantías o representaciones (expresas o implícitas) en cuanto a la exactitud, actualidad o exhaustividad de la información contenida en esta publicación. La información, las herramientas y el material presentados en este documento se proporcionan solo con fines informativos, y no deben usarse ni considerarse como una oferta o una solicitud de venta o una oferta o solicitud para comprar o suscribir valores, productos de inversión u otros instrumentos financieros. Nada en esta publicación se considerará que constituye asesoramiento financiero u otro asesoramiento profesional de ninguna manera, y bajo ninguna circunstancia Trafigura, sus miembros, empleados o agentes serán responsables de ninguna pérdida, costo o gasto directo o indirecto ni de ninguna pérdida de ganancias que resulte del contenido de esta publicación o cualquier material en ella o enlaces a sitios web o referencias incrustadas en ella. Todas las garantías o representaciones expresas o implícitas están excluidas en la máxima medida permitida por la ley.



Quiénes somos

H2 Energy Europe

En 2020, la compañía global de comercialización de *commodities* Trafigura y el innovador empresarial en hidrógeno verde H2 Energy anunciaron una colaboración comercial para desarrollar la producción, el almacenamiento y la distribución de hidrógeno verde para estaciones de repostaje y clientes industriales. Bajo la empresa conjunta **H2 Energy Europe**, las dos compañías invertirán en ecosistemas de hidrógeno verde en toda Europa.



H2 Energy se estableció en Zúrich, Suiza, en 2014 con la visión de luchar contra el cambio climático. Su negocio principal consiste en proporcionar (directamente o a través de sus filiales) soluciones de sistemas de hidrógeno en todo el mundo y trabajos de ingeniería en el campo de las aplicaciones de celdas de combustible e hidrógeno. Esto incluye el desarrollo, la implementación y la operación de ecosistemas que se basan en hidrógeno verde. Las actividades de H2 Energy siempre tienen un enfoque comercial y se ejecutan de forma independiente o a través de inversiones o asociaciones con otras empresas que comparten la visión y las ambiciones de H2 Energy.

www.h2energy.ch



Fundada en 1993, Trafigura es uno de los grupos de comercialización de materias primas físicas más grandes del mundo. Trafigura obtiene, almacena, transporta y entrega una gama de materias primas (incluyendo petróleo y productos refinados y metales y minerales) a clientes de todo el mundo y recientemente ha establecido una división de negocios de energía y energías renovables.

El negocio comercial está respaldado por activos industriales y financieros, incluida la propiedad mayoritaria del productor mundial de zinc y plomo Nyrstar, que tiene operaciones de minería, fundición y otras ubicadas en Europa, América y Australia; una participación significativa en la empresa mundial de almacenamiento y distribución de productos petrolíferos Puma Energy; terminales globales, almacenamiento y operador logístico Impala Terminals; Grupo Minero de Trafigura; y Galena Asset Management.

La compañía pertenece a alrededor de 850 de sus 8.619 empleados que trabajan en 88 oficinas en 48 países de todo el mundo. Trafigura ha logrado un crecimiento sustancial en los últimos años, aumentando los ingresos de USD12 mil millones en 2003 a USD147,5 mil millones en 2020. El Grupo ha estado conectando a sus clientes con la economía global durante más de dos décadas, aumentando la prosperidad mediante el avance del comercio.

www.trafigura.com

Resumen ejecutivo



El hidrógeno bajo en carbono es un combustible limpio, versátil y potente con el potencial de reemplazar a los combustibles fósiles en una variedad de aplicaciones, incluso en sectores difíciles de reducir en tamaño como el transporte pesado y la industria.



El desarrollo de un ecosistema de infraestructura y suministro de hidrógeno bajo en carbono para camiones actuaría como un catalizador para acelerar el crecimiento de la economía del hidrógeno en general.



El transporte por carretera de servicio pesado es un sector óptimo para la introducción de hidrógeno bajo en carbono, ya que ofrece el menor costo marginal de reducción.



Los gobiernos deben actuar rápidamente sobre una serie de medidas de política de hidrógeno con bajas emisiones de carbono para incentivar la inversión del sector privado y acelerar la adopción del hidrógeno.



H2 Energy es pionera en el despliegue de ecosistemas de camiones de hidrógeno verde, el primero de los cuales está operando actualmente en Suiza.



Esta publicación identifica algunas de las medidas de apoyo a las políticas que podrían poner en marcha de manera efectiva los ecosistemas de camiones de hidrógeno de cero emisiones.



Convertir el 10 por ciento de la flota de camiones diésel en Europa en camiones de celda de combustible de hidrógeno podría evitar hasta 40 millones de toneladas de emisiones de dióxido de carbono por año.



Se requiere el apoyo de los gobiernos, tanto para CapEx como para OpEx para así permitir la rápida adopción del transporte con combustible de hidrógeno.

Cómo el transporte pesado puede liderar la revolución del hidrógeno en Europa



El papel del hidrógeno como herramienta clave de descarbonización se ha convertido en objeto de un importante interés internacional. Más de 30 países han publicado hojas de ruta de hidrógeno, la industria ha anunciado más de 200 proyectos de hidrógeno y gobiernos de todo el mundo han comprometido más de USD 70 mil millones en fondos públicos.¹

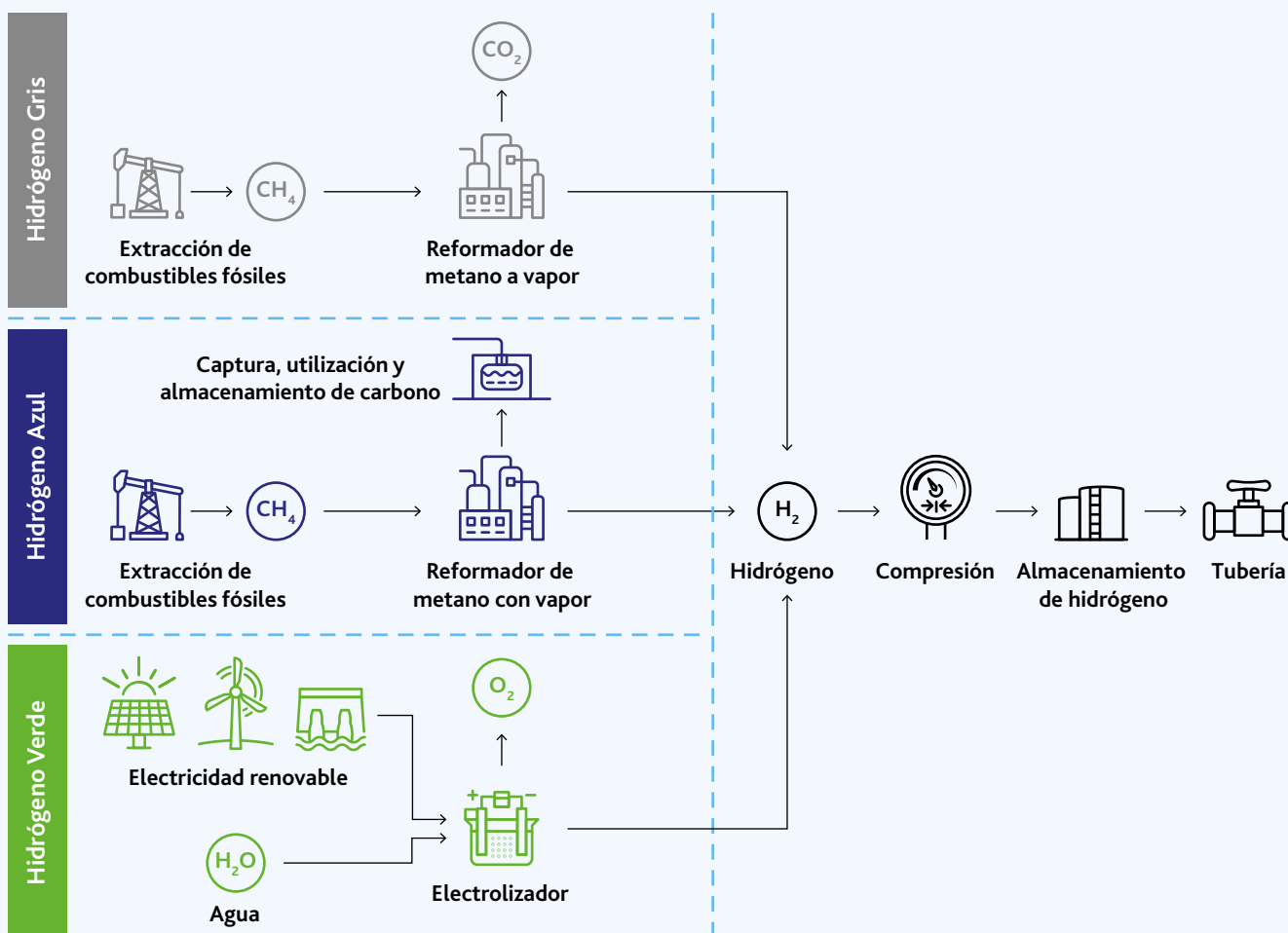
El hidrógeno es un combustible excepcionalmente versátil que se puede utilizar en una variedad de aplicaciones como reemplazo de los combustibles fósiles. El hidrógeno bajo en carbono ha llegado a ser visto como un portador de energía vital para los sectores difíciles de abatir, donde la descarbonización se enfrenta a obstáculos técnicos, operativos y económicos, como las industrias siderúrgica y de camiones pesados. El hidrógeno convencional utilizado hoy en día se conoce como hidrógeno gris

y se produce mediante el reformado de metano con vapor, dividiendo el metano (CH₄) en hidrógeno (H₂) y dióxido de carbono (CO₂) que se libera a la atmósfera. Hay dos tipos principales de hidrógeno bajo en carbono: hidrógeno verde, producido por electrólisis alimentada por energía renovable, e hidrógeno azul, producido mediante la integración de la captura y almacenamiento de carbono en plantas de producción de hidrógeno basadas en fósiles.

El mercado anual de hidrógeno comprende actualmente aproximadamente 80 millones de toneladas de hidrógeno puro, de las cuales alrededor del 99 por ciento se produce a partir de gas natural y carbón (hidrógeno gris). Hoy en día, el hidrógeno se utiliza como materia prima, principalmente en las industrias de refinación y productos químicos y es en sí mismo la fuente de

1 Consejo del Hidrógeno (julio de 2021) Hydrogen Insights 2021. Estudio del Consejo del Hidrógeno, <http://www.hydrogencouncil.com/en/hydrogen-insights-2021/>

1 Hidrógeno gris vs hidrógeno azul vs hidrógeno verde



importantes emisiones de carbono, con el seis por ciento de la producción mundial de gas natural y el dos por ciento del carbón mundial que se destina a la producción de hidrógeno. Trafigura estima que el hidrógeno a base de fósiles representa alrededor de 800 millones de toneladas métricas de emisiones de CO₂ por año, aproximadamente el dos por ciento de las emisiones globales relacionadas con la energía en 2019.²

Se han identificado múltiples casos de uso para el hidrógeno bajo en carbono. (Ver Figura 2). De estos casos, el uso de celdas de combustible de hidrógeno para descarbonizar el transporte por camión se considera un "punto óptimo". Permite una descarbonización que sería difícil de lograr por otros medios, como la electrificación, a un bajo costo de reducción en comparación con otras aplicaciones potenciales.³

2 Agencia Internacional de la Energía (2021) Hydrogen. Página web de la Agencia Internacional de la Energía, <http://www.iea.org/fuels-and-technologies/hydrogen>

3 J.P. Morgan Cazenove (February 2021) EMEA Hydrogen: A revolution in need of realism; separating the opportunity from the optimism, informe de J.P. Morgan Cazenove, <https://buyhydrogen.com.au/wp-content/uploads/2021/04/J.P.Morgan-CAZENOVE-EMEA-Hydrogen.pdf>

4 Fuente: Transporte y Medio Ambiente, Road freight truck challenges, <https://www.transportenvironment.org/challenges/road-freight/trucks/>

5 Fuentes: Agencia Europea de Medio Ambiente, Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles y Transporte y Medio Ambiente.

Por qué el transporte por camión debería liderar la revolución del hidrógeno en Europa

La descarbonización de los camiones pesados es fundamental en el esfuerzo global para reducir las emisiones de efecto invernadero a cero neto. En Europa, los camiones pesados representan el 23 por ciento de las emisiones totales del transporte por carretera, pero representan menos del dos por ciento de los vehículos en la carretera.⁴ Las emisiones del transporte pesado en la Unión Europea (UE) incrementaron un 25 por ciento entre 2000 y 2018,⁵ creciendo más rápido las emisiones de los vehículos de pasajeros.

Las condiciones en las que operan los camiones (largas distancias, cargas pesadas, pequeños márgenes de beneficio y la necesidad de un repostaje rápido) crean desafíos operativos en términos de descarbonización del sector. Si bien los vehículos eléctricos a batería están incursionando rápidamente en el mercado de automóviles de pasajeros, no creemos que la tecnología de baterías de iones de litio sea viable actualmente para camiones pesados de larga distancia. Esto se debe a que el tamaño de la batería requerida limitaría indebidamente el tamaño de la carga útil y los tiempos de recarga de la batería crearían restricciones operativas adicionales.

Los camiones de celda de combustible que ya están en el mercado ofrecen un rendimiento operativo comparable al de los



camiones diésel en términos de alcance diario, tiempo de repostaje y capacidad de carga útil. El tiempo de repostaje, entre 10 y 15 minutos, es significativamente más rápido que el tiempo requerido para recargar las baterías. Las celdas de combustible de hidrógeno también se benefician de eficiencias energéticas similares a las logradas por los vehículos eléctricos a través de la propulsión eléctrica. En términos químicos, la densidad de energía del hidrógeno es igual a 33,6 kWh de energía utilizable por kilogramo. Esto significa que un kilogramo de hidrógeno, cuando se usa en una celda de combustible para alimentar un motor eléctrico, produce energía aproximadamente equivalente a la de un galón de diésel.⁶

Potencial de reducción de emisiones

Dada la duración del ciclo de inversión en camiones, aproximadamente el 10 por ciento de la flota de camiones pesados se reemplaza cada año. La sustitución de camiones diésel retirados por camiones de celda de combustible ofrece una solución de descarbonización inmediata que se puede implementar hoy en día. Si los camiones de celda de combustible de hidrógeno reemplazaran el 10 por ciento de la flota de

camiones de la UE, permitirían la reducción de alrededor de 42 millones de toneladas de CO₂ por año (asumiendo que la huella anual de CO₂ de un camión diésel es de aproximadamente 68 toneladas métricas de CO₂ e por año, y el tamaño del mercado de camiones de la UE es de aproximadamente 6,2 millones de camiones).⁷

Lograr la penetración en el mercado de los camiones de celda de combustible para el año 2030 será un precursor vital para la eliminación gradual de los motores diésel antes del año 2050 y está alineado con los objetivos de emisiones netas cero. Sin embargo, solo se puede lograr un progreso significativo si los responsables de la política pública crean un ecosistema económico, financiero y regulatorio propicio que apoye a todas las partes interesadas en la cadena de valor del hidrógeno: operadores de camiones y usuarios de logística, fabricantes de equipos originales (OEM) de camiones, proveedores de tecnología y proveedores de combustible e infraestructura.

6 Molloy, P. (octubre de 2019), 'Run on Less with Hydrogen Fuel Cells', Rocky Mountain Institute.

7 Investigación Trafigura (2021)

Ventajas de los vehículos de celda de combustible de hidrógeno (FCEV) en la descarbonización del transporte por camión

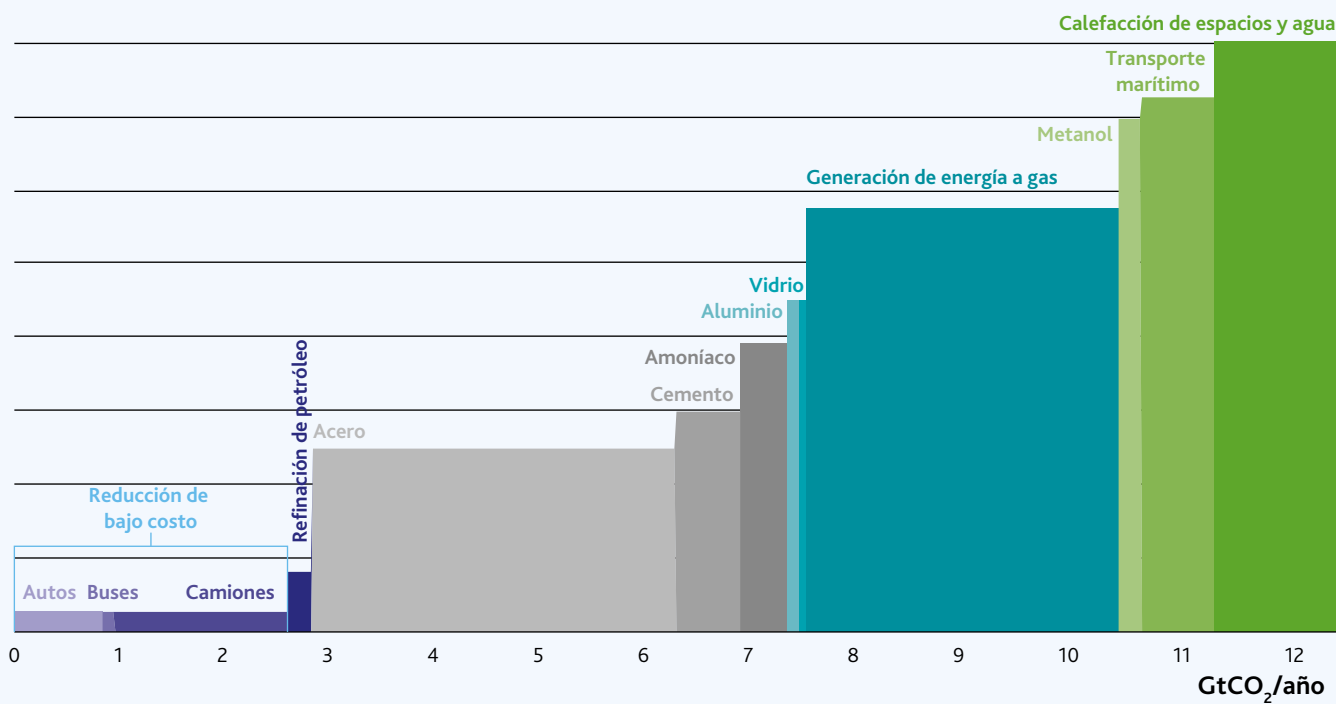


8 Sin embargo, tiene una baja densidad de energía por volumen, lo que crea algunos desafíos en el almacenamiento y el transporte.

Por qué el transporte por camión debería ser un enfoque temprano del despliegue de hidrógeno

El transporte por camión es solo uno de los muchos casos de uso posibles para el hidrógeno. Sin embargo, tiene sentido económico hacer del transporte por camión una prioridad temprana, porque la mayoría de las proyecciones del mercado sugieren que el transporte por camión será una de las primeras aplicaciones en ser económica en cuanto disminuyan los costos de producción de hidrógeno. A medida que se alcancen economías de escala en este sector, se permitirá el uso de hidrógeno bajo en carbono en todos los demás sectores que lo necesiten para descarbonizarse. El *2020 Hydrogen Economy Outlook* de Bloomberg muestra que las aplicaciones de transporte implican costos marginales de reducción significativamente más bajos que las aplicaciones industriales.

3 Curva de costos marginales relativos de reducción al utilizar hidrógeno para la reducción de emisiones, por sector



Fuente: Adaptado de Bloomberg



Escalando el mercado para un sector de camiones de hidrógeno bajo en carbono

El mercado de camiones representa una fuente significativa de demanda potencial de hidrógeno y una oportunidad igualmente significativa para reducir las emisiones al frenar el consumo de combustibles fósiles. Bloomberg NEF estima que el mercado mundial de camiones para diésel es de 17 millones de barriles por día.⁹ Trafigura calcula que si el 10 por ciento de esta demanda de diésel fuera reemplazada por hidrógeno, se traduciría en un mercado direccionable de hidrógeno de 32 millones de toneladas por año, equivalente a más de un tercio del mercado mundial de hidrógeno actual de 80 millones de toneladas (véase la figura 4).

Generar este nivel de demanda requeriría la creación de una nueva industria a escala, con infraestructura propia de instalaciones de producción, transmisión y almacenamiento. Esto no es simplemente una cuestión de aumentar la producción existente porque el mercado actual está dominado por el hidrógeno gris intensivo en carbono.

Asegurando un hidrógeno más limpio significa equipar las instalaciones de producción de hidrógeno existentes con equipos de captura y almacenamiento de carbono para reducir las emisiones o invertir en un aumento sustancial de la capacidad de energía renovable y electrolizadores para producir hidrógeno verde. La electrólisis requiere una potencia significativa – normalmente más de 50kWh para producir un kilogramo de hidrógeno. Sin embargo, no es una tecnología incipiente; la electrólisis industrial se ha utilizado en otras industrias, como la producción de aluminio, durante más de un siglo. La construcción de ecosistemas de hidrógeno para el transporte por carretera también requerirá la construcción de ductos, que constituyen una opción de transporte de costo relativamente bajo en distancias limitadas, e infraestructura de distribución especializada, como estaciones de reabastecimiento de

combustible. A medida que las medidas de transición climática comiencen a erosionar el uso de gas natural en los próximos años, algunos gasoductos podrían reutilizarse para la transmisión de hidrógeno.



⁹ Incluidas las furgonetas y los camiones ligeros, medianos y pesados, pero excluidos los autobuses.

4 Potencial del mercado mundial del hidrógeno

Aplicación	Tamaño total anual del mercado	Demanda equivalente de H ₂ bajo en carbono (millones de toneladas)	Demanda de H ₂ bajo en carbono con una penetración del 10% (millones de toneladas)
Hidrógeno puro	80 millones de toneladas	80	8
Camiones diésel	6.205 millones de barriles*	316	31,6

* Valor de BNEF (17 millones de barriles por día).

Las acciones gubernamentales son vitales

Los hidrógenos verde y azul se han convertido en el foco de planes e inversiones gubernamentales sin precedentes, con varios países europeos en la primera línea de este desarrollo.

En julio de 2020, la Comisión Europea publicó una hoja de ruta estratégica para el desarrollo de una economía del hidrógeno verde. La estrategia incluye apoyo a la inversión, marcos regulatorios habilitantes, planes para redes de infraestructura a gran escala y cooperación con socios de otros países¹⁰ (véase la figura 5). La UE apunta a 2x40GW de capacidad de electrolizadores capaces de producir hasta 10 millones de toneladas métricas de hidrógeno dentro del bloque antes del 2030. Los Estados miembros individuales de la UE son responsables de diseñar y desplegar políticas para promulgar la estrategia de hidrógeno de la UE. Los Estados miembros se encuentran en diferentes niveles de progreso, pero la mayoría ha adoptado algún tipo de plan de hidrógeno bajo en carbono como parte de sus esfuerzos climáticos.

Otras medidas figuraban en el paquete de propuestas políticas "Fit for 55" de la UE. El paquete contiene planes para acelerar la

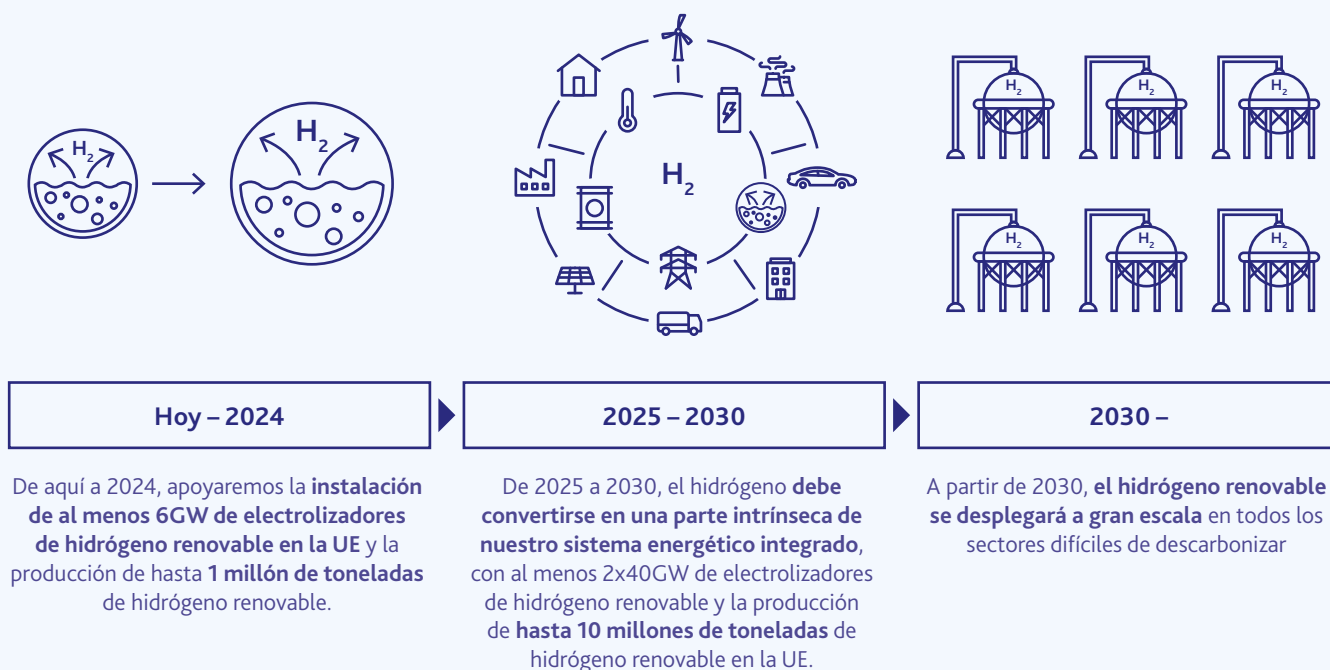
construcción de infraestructura de combustibles alternativos, incluido el objetivo de desplegar estaciones de repostaje de hidrógeno para vehículos pesados y ligeros a intervalos máximos de 150 km a lo largo de las carreteras europeas. Las proyecciones de la UE prevén que la cuota de hidrógeno en la combinación energética de Europa crecerá de su nivel actual de menos del 2 por ciento a entre el 13 y el 14 por ciento en 2050. Esto podría implicar inversiones acumuladas en hidrógeno verde en Europa de entre 180 y 470.000 millones de euros en 2050, y en el rango de 320.000 millones de euros para el hidrógeno azul.¹¹ La UE espera que cada 1.000 millones de euros invertido en hidrógeno verde cree 10.570 nuevos empleos, por lo que construir esta industria a escala podría crear millones de empleos.

El principal desafío que exige la intervención del gobierno es reducir el costo del hidrógeno bajo en carbono a medida que la industria escala. La combinación de los costes de producción con el almacenamiento y la distribución da un precio total para el hidrógeno verde en el surtidor hoy de hasta 10 euros por

10 Comisión Europea (julio de 2020), A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, European Commission Communication, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

11 Comisión Europea (julio de 2020), A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, European Commission Communication, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

5 La estrategia de 3 fases para el hidrógeno de la Comisión Europea



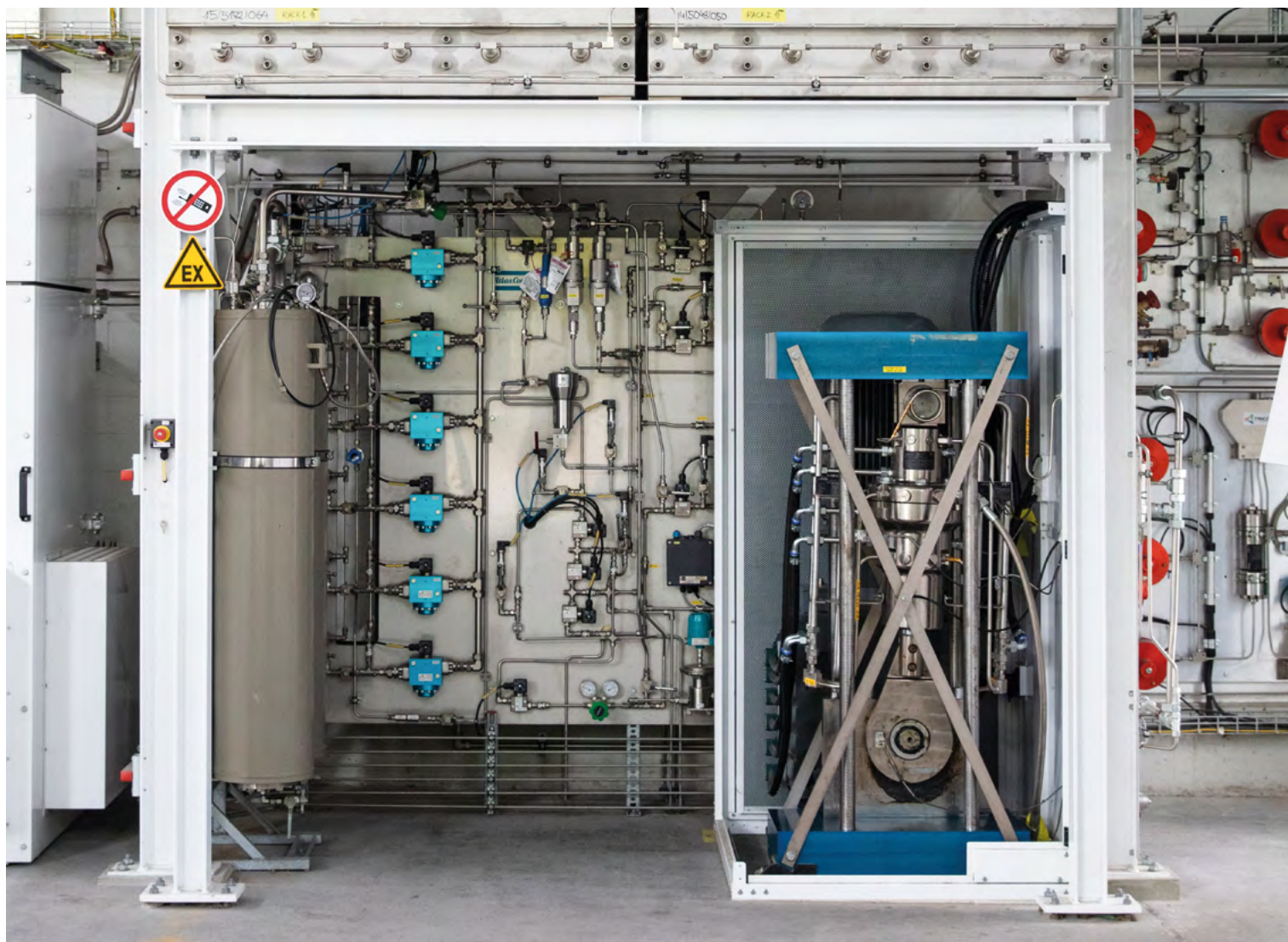
kilogramo en Europa, que no puede competir con el precio del diésel. Sin embargo, el costo del sistema del hidrógeno bajo en carbono está bajando rápidamente. También lo ha hecho el costo de compra y construcción de electrolizadores, que ha disminuido hasta en 50 por ciento en los últimos diez años y representa alrededor del 20 por ciento del costo de producción de hidrógeno verde.

Actualmente, el electrolizador operativo más grande es de 10MW, pero se espera que se encarguen proyectos de 50MW o más en los próximos años. La capacidad instalada del electrolizador se duplicará a 319MW para fines de 2022, según Hydrogen Europe. Es probable que estas economías de escala reduzcan a la mitad los costes unitarios para 2030, momento en el que el hidrógeno verde en las regiones con energía renovable barata, incluidas muchas partes de Europa, debería poder competir con las alternativas de combustibles fósiles. La clave es escalar la demanda y la oferta. Los camiones pesados podrían contribuir significativamente, siempre que los costos de los camiones de celda de combustible también se reduzcan rápidamente. El documento de estrategia de la Comisión Europea

identifica a los camiones pesados como un “mercado líder” para el hidrógeno, a medida que se ajusten las normas contra las emisiones y se madure la tecnología de celdas de combustible.

Como mostraremos más adelante en este documento técnico, es crucial que los responsables políticos consideren todas las partes del ecosistema, desde la tecnología de celdas de combustible de hidrógeno, la provisión de energía renovable, el almacenamiento de hidrógeno, el transporte y la distribución final. El objetivo debe ser encontrar la solución económicamente más eficiente para todas las piezas.

Lo que no debería estar en duda, a pesar de todos los desafíos, es que es posible crear un ecosistema de camiones de hidrógeno que funcione. De hecho, Europa ya tiene uno. En Suiza, H2 Energy ha creado un ecosistema para producir hidrógeno verde y suministrarlo a la industria suiza de camiones a un costo competitivo. Hay lecciones que aprender de este esfuerzo y existe la posibilidad de replicarlo en otros países, que detallaremos en los siguientes capítulos.



H₂ Energy: el primer ecosistema de camiones de hidrógeno de Europa



H2 Energy es pionera en hacer de los camiones alimentados con hidrógeno una realidad comercial. Fundada en 2014 y con sede en Zúrich, la compañía ha trabajado con una variedad de socios para establecer el primer ecosistema de hidrógeno verde en funcionamiento para vehículos pesados en Europa.

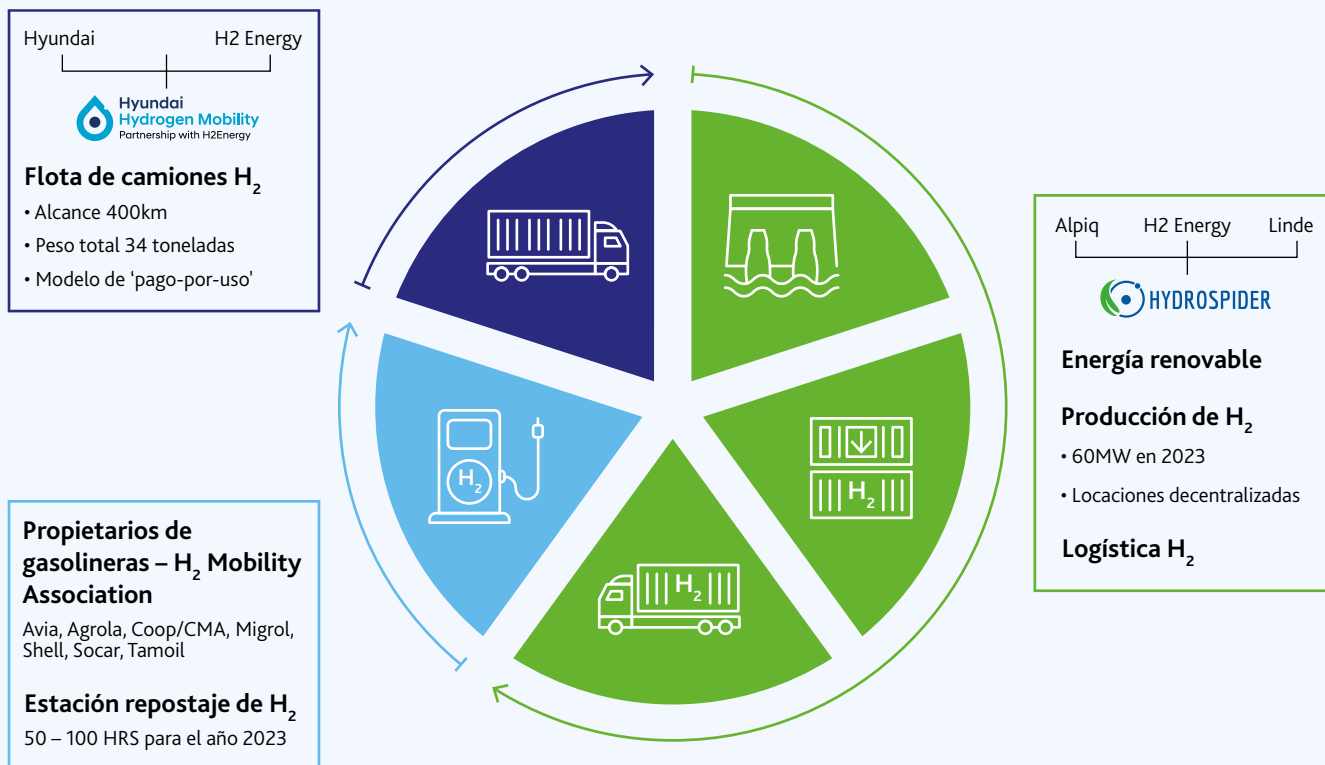
Operando un modelo de negocio único de pago por uso, H2 Energy ahora tiene 46 camiones de celda de combustible de hidrógeno en la carretera con un despliegue más amplio en toda Suiza planeado para fines de este año. H2 Energy Europe, una empresa conjunta con Trafigura, está trabajando en planes para establecer ecosistemas de hidrógeno similares en otros países europeos.

El establecimiento exitoso de la operación inicial en Suiza proporciona lecciones útiles para aquellos que intentan establecer camiones alimentados con hidrógeno en otros lugares. En particular, subraya la necesidad de cooperación entre muchos actores diferentes y el papel de los incentivos fiscales en la corrección de las disparidades de costos tempranas entre el hidrógeno y los combustibles fósiles. En Suiza, una exención para

camiones sin carbono del impuesto a los vehículos pesados del país, conocido como LSVA, compensa esta disparidad de costos. Este es un impuesto introducido originalmente en 1998 destinado a reducir las emisiones de los camiones pesados que atraviesan los Alpes.

La flota de camiones de celda de combustible es suministrada por Hyundai Hydrogen Mobility, una empresa conjunta entre H2 Energy y el fabricante de camiones Hyundai, el primer productor en serie del mundo de camiones pesados propulsados por hidrógeno. Hydros spider, otra empresa conjunta que involucra a H2 Energy y la compañía energética suiza Alpiq y la compañía de gas industrial Linde, opera electrolizadores para producir hidrógeno verde alimentado por electricidad renovable (energía hidroeléctrica) y proporciona contenedores especializados para transportar y almacenar hidrógeno gaseoso. Una agrupación de siete propietarios de estaciones de servicio en Suiza y 14 empresas de logística han acordado implementar repostaje de hidrógeno en un máximo de 100 estaciones de servicio en el país para 2023, las cuales ocupan tres cuartas partes del negocio suizo.

6 El ecosistema prepara el escenario para el despliegue comercial de camiones pesados



Fuente: H2 Energy

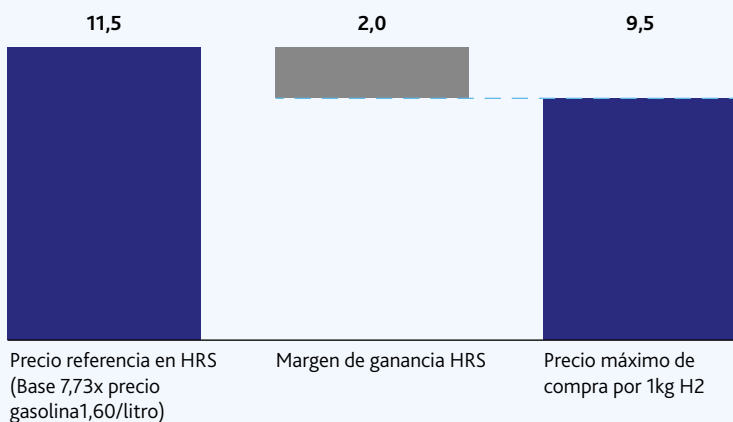
Esta estrecha cooperación ha ayudado a garantizar el establecimiento de normas técnicas y de seguridad coherentes y a crear un sistema comercialmente viable y escalable. Un componente crítico de este ecosistema son los acuerdos contractuales entre estas diversas partes que establecen precios y márgenes de ganancia. El precio de venta del hidrógeno en el surtidor a los operadores de camiones está indexado al precio de la gasolina en una relación fija de 7,73.

Esto permite la operación de los camiones de celda de combustible en paridad de costos a los camiones diésel, al tiempo que proporciona márgenes de ganancia fijos para todas las partes interesadas en el ecosistema, dándoles la confianza para invertir. Las figuras 7 y 8 ilustran cómo funcionan estos incentivos económicos para los productores y los operadores de estaciones de servicio.

7 Incentivo económico para los operadores de HRS

Planificación financiera desde una visión de HRS

en CHF por kg, sin IVA



Costos de explotación

en CHF por kg, sin IVA

Depreciación	130.000
Servicio/admin.	20.000
Electricidad	15.000
Espacio	25.000
Total	190.000

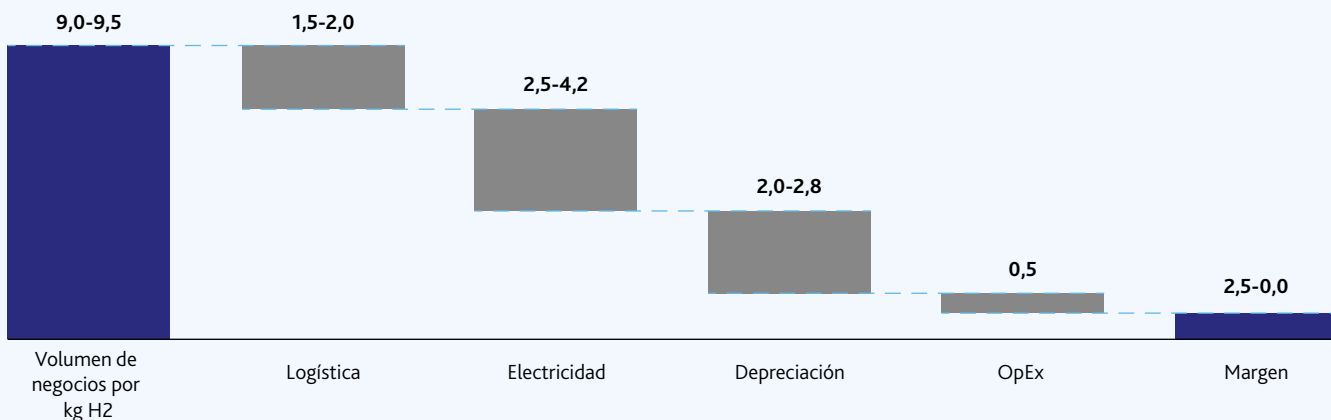
CHF190.000 / 2,0 = 95 toneladas
 equivale a punto de equilibrio @
 ~ 15 H₂ camiones pesados
 ~ 750 H₂ automóviles

Fuente: H2 Energy

8 Incentivos comerciales para proveedores de H₂

Planificación financiera del proveedor de H₂

en CHF por kg hidrógeno (USD/CHF: 0,93)



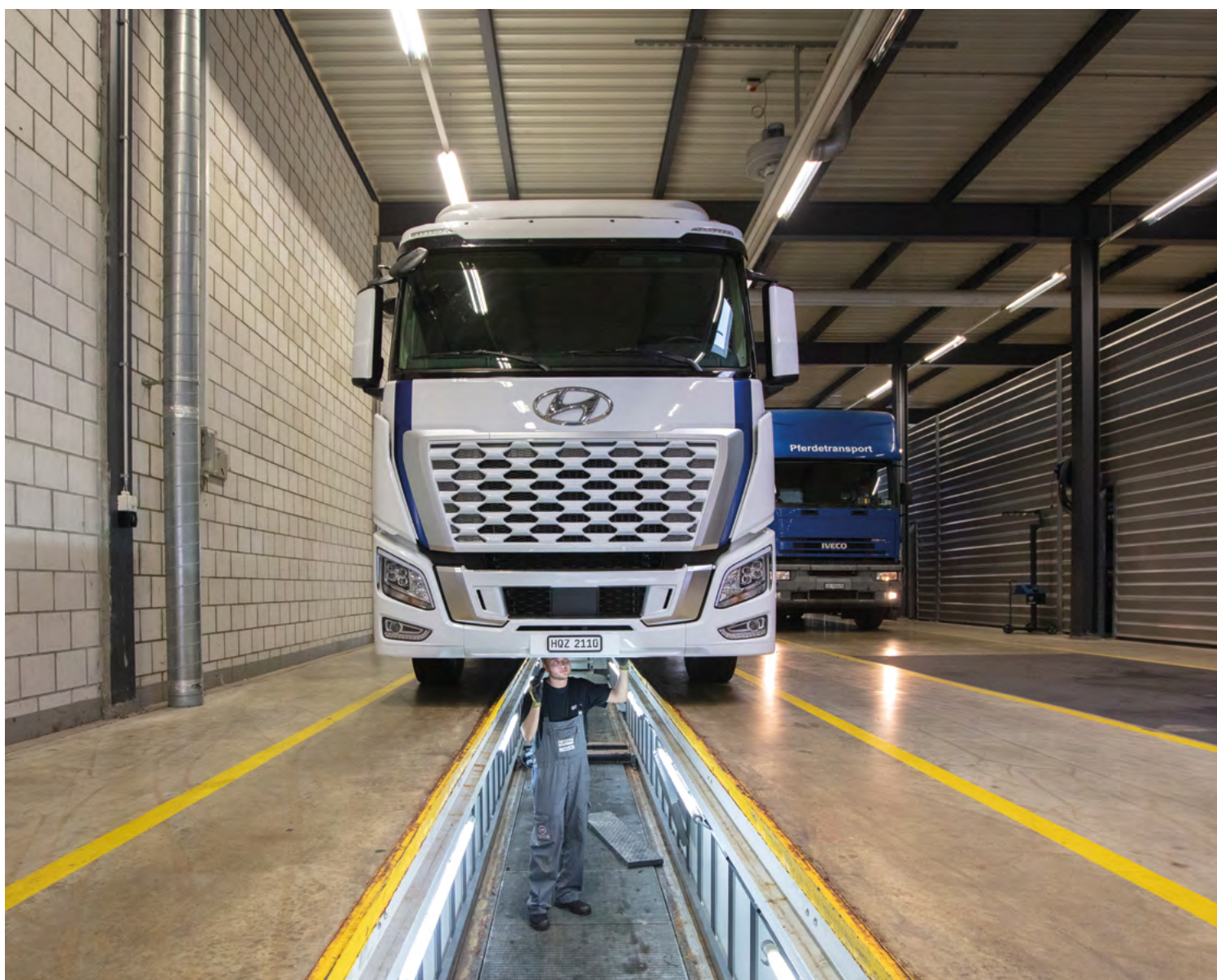
Fuente: H2 Energy

El modelo de pago-por-uso establecido por H2 Energy permite que estas relaciones de precios se mantengan de manera holística y que el ecosistema del hidrógeno se optimice constantemente. Funciona de manera similar al arrendamiento. Varios factores, incluido el tamaño de la flota de camiones de una empresa, el rango anual promedio por camión y los niveles de servicio requeridos, se utilizan para calcular el costo de soporte estimado para un cliente, que luego se traduce en una tarifa plana por kilómetro, que cubre el uso del camión, el mantenimiento, la financiación, el seguro y el combustible: en otras palabras, todos los aspectos excepto el conductor del camión.

Este modelo, con su relación garantizada entre el costo del hidrógeno y el costo del diésel, ayuda a superar el problema que de otro modo disuadiría a los operadores de flotas de invertir en

camiones de hidrógeno, que en términos de desembolso de capital actualmente cuestan de cuatro a cinco veces el precio de los vehículos diésel equivalentes

La operación de H2 Energy hasta la fecha subraya el papel que el transporte por camión puede desempeñar en el establecimiento de una economía de hidrógeno más amplia. Dado que un camión utiliza en promedio entre 30 y 50 veces más hidrógeno que un automóvil de pasajeros por día, el uso de hidrógeno en camiones de servicio pesado crea una demanda de hidrógeno que puede expandirse rápidamente. Esto ayuda a optimizar el uso de la infraestructura necesaria y a resolver el problema de la “gallina y el huevo” que tiende a surgir cuando se trata de estimular la inversión en infraestructura de hidrógeno.



El factor de éxito final para H2 Energy es la exención de sus camiones del impuesto suizo sobre vehículos pesados. Esto es importante porque sin él, los vehículos de pila de combustible de hidrógeno no podrían ser competitivos en costos con los camiones con motor diésel. En efecto, el diferencial fiscal creado por la exención de gravámenes nivela el campo de juego entre el hidrógeno y el diésel. La Figura 9 a continuación ilustra cómo funciona esto.

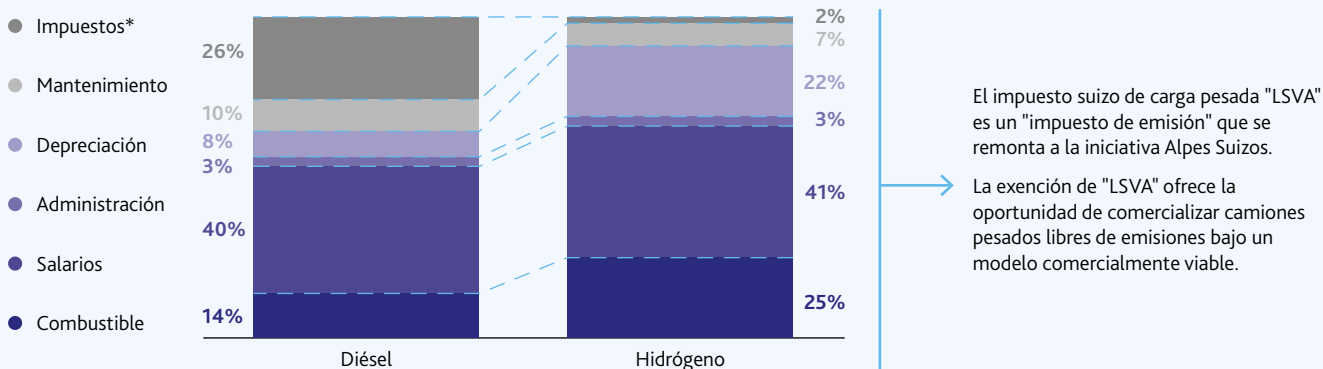
La exención de impuestos, la abundante energía hidroeléctrica y el modesto tamaño territorial se encuentran entre los factores únicos que han hecho de Suiza un país ideal para establecer un ecosistema de camiones de hidrógeno. Además, ha permitido que los camiones se prueben en rigurosas carreteras suizas, que son empinadas y experimentan grandes fluctuaciones de temperatura. Los países que contemplan el transporte de

hidrógeno tendrán que considerar cómo aprovechar al máximo sus recursos como la capacidad de energía renovable existente y qué medidas, ya sean incentivos fiscales, subsidios o estándares de desempeño, podrían tomar para establecer la competitividad de costos con el diésel.

Como demuestra H2 Energy, una vez que se ha establecido un sistema de este tipo, se puede escalar con relativa rapidez. Esto crea importantes beneficios ambientales y contribuye al objetivo global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El advenimiento de los camiones alimentados con hidrógeno en Suiza ha generado un entusiasmo considerable entre los operadores de flotas y los consumidores y ha motivado a un número cada vez mayor de empresas suizas a acelerar sus compromisos con las operaciones de camiones de cero carbón.

9 La exención de LSVA permite la paridad de costos con el diésel

100% aprox. CHF250.000



* Incluye costos de seguro y financiamiento, impuesto suizo de impuestos pesados "LSVA" para camiones Euro 6 (2,28 Rp./tkm; es decir, CHF0,91 por km para un vehículo de 40 toneladas

Fuente H2 Energy



Próxima parada: Dinamarca

Con su ambicioso objetivo de una reducción del 70 por ciento en las emisiones para 2030 y abundante energía renovable, Dinamarca es el próximo mercado objetivo para H2 Energy Europe. El país ya ha descarbonizado su sector eléctrico, y la generación eólica marina ya supera las necesidades de la red eléctrica nacional. El uso de este excedente de energía para producir hidrógeno verde permitirá a Dinamarca descarbonizar sectores difíciles de abatir, como la industria y el transporte pesado.

La construcción doméstica de electrolizadores también permite un uso más eficiente de la energía eólica al aumentar y disminuir la producción con la disponibilidad de viento. Dinamarca ha reconocido estos beneficios invirtiendo en una serie de proyectos *power-to-X* que implican el desarrollo de tecnologías de almacenamiento y conversión de energía renovable.

En agosto de 2021, H2 Energy compró un terreno de 11 hectáreas cerca del puerto de Esbjerg, donde planea construir el proyecto *power-to-X* más grande de Europa, un electrolizador de 1GW capaz de producir hasta 90.000 toneladas de hidrógeno verde al año, suficiente para alimentar hasta 15.000 camiones.

El plan de H2 Energy Europe se basa en dos partes; en primer lugar, un enfoque inmediato en la producción de hidrógeno verde a pequeña escala para finales de 2022, de modo que los primeros camiones alimentados con hidrógeno puedan estar en funcionamiento en las carreteras danesas. En segundo lugar, la construcción de la planta de 1GW, que podría estar en marcha ya en 2024, sujeto a recibir apoyo gubernamental y el tiempo que requieran los permisos y las aprobaciones.



Perspectivas políticas de Alemania, los Países Bajos y el Reino Unido



Este capítulo ofrece un resumen de las políticas en tres países europeos que han hecho del hidrógeno bajo en carbono una prioridad: Alemania, los Países Bajos y el Reino Unido. Las políticas y proyectos en estos países pueden ofrecer información a los responsables políticos y otras partes interesadas sobre cómo acelerar el crecimiento de este mercado.

El desarrollo de un mercado exitoso para el transporte pesado impulsado por hidrógeno requerirá un fuerte apoyo político que permita la construcción de infraestructura. El transporte pesado es una operación tanto entre como dentro de los países y, por lo tanto, los marcos políticos integrados para el desarrollo transfronterizo son cruciales.

Alemania

En junio de 2020, el Ministerio de Asuntos Económicos y Energía de Alemania publicó su Estrategia Nacional del Hidrógeno.¹² La estrategia anunció 7.000 millones de euros de financiación, planes de reducción de impuestos y tasas para apoyar la producción de hidrógeno y un objetivo de capacidad de electrolizadores de 5GW para 2030, infundiendo confianza en el sector.

El gobierno de Alemania recientemente legisló para eximir a la electricidad para la producción de hidrógeno del recargo de la Ley de Fuentes de Energía Renovables.¹³ Esta exención reduce los precios de la electricidad aplicados a la producción de hidrógeno verde, reduciendo así el costo nivelado del hidrógeno.

Para establecer una red de repostaje para vehículos pesados, Alemania ha comprometido 3.400 millones de euros en el marco del fondo de energía y clima (disponible hasta 2023) para estaciones de carga y repostaje para todas las tecnologías de propulsión alternativas, que incluyen estaciones de repostaje de hidrógeno. Alemania también ha transpuesto con éxito la Directiva de Energía Renovable Refundida (RED II) a la legislación alemana. RED II es una política a nivel de la UE que obliga a los estados miembros a tener el 14 por ciento de la energía total utilizada en el sector del transporte proveniente de fuentes renovables. La política alemana ha excedido los requisitos mínimos establecidos por RED II, y ha exigido que los proveedores de combustible alcancen una reducción del 25 por ciento de los gases de efecto invernadero en los combustibles que comercializan antes del año 2030.

Para apoyar la compra y operación de camiones de celdas de combustible, el Ministerio de Asuntos Económicos y Energía ha anunciado fondos por hasta el 80 por ciento de la diferencia de costos entre vehículos comerciales de bajas emisiones y diésel, con hasta 1.600 millones de euros disponibles hasta 2024 en vehículos de nueva energía.¹⁴ Esto ayuda a disminuir el impacto financiero del cambio a camiones de hidrógeno, lo que los convierte en una opción más atractiva para los operadores de flotas.

En la actualidad, hay alrededor de 90 estaciones de repostaje de hidrógeno en Alemania. Aunque este es un número significativo, la mayoría solo puede servir vehículos livianos, con solo seis que ofrecen reabastecimiento de combustible de 350 bares para autobuses y camiones. Sin embargo, hay planes para desarrollar estaciones de repostaje de hidrógeno existentes para apoyar la compatibilidad de vehículos pesados a través del proyecto H₂ Mobility SENECA.¹⁵ El proyecto incluye el desarrollo de una red de estaciones de repostaje de hidrógeno de 700 bar y 350 bar a lo largo de las principales rutas de transporte, lo que garantizará el repostaje de camiones y autobuses con una autonomía de 500 kilómetros.

El apoyo de capex en toda la cadena de valor combinado con un gran tamaño de mercado hace de Alemania un ejemplo líder del desarrollo de una economía del hidrógeno para el sector del transporte.



12 Ministerio Federal de Economía y Energía (junio de 2020) The National Hydrogen Strategy. Documento de estrategia del Ministerio Federal de Economía y Energía <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.html>

13 Ministerio Federal de Economía y Energía (mayo de 2021) Kabinett beschliesst grobes Verordnungspaket zur Umsetzung des EEG 2021 – Starkes Signal für Markthochlauf von Wasserstoff. Ministerio Federal de Economía y Energía (junio de 2020), <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/05/20210519-Kabinett-beschliesst-grosses-Verordnungspaket-zur-Umsetzung-des-EEG-2021.html>

14 Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital /octubre de 2021) Förderung von Fahrzeugen verkehrsträgerübergreifend Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital, artículo de prensa: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/Alternative-Kraftstoffe/foerderung-von-fahrzeugen.html>

15 H2 Mobility (mayo de 2021) H2 Mobility strategy for H2 commercial vehicle selected by BMVI. Comunicado de prensa de H2 Mobility, <https://h2.live/en/press/h2-mobility-strategy-for-h2-commercial-vehicle-selected-by-bmvi/>

Los Países Bajos

El gobierno de los Países Bajos fijó objetivos para el hidrógeno en su informe nacional sobre el clima publicado en junio de 2019.¹⁶ El Acuerdo incluye objetivos específicos en el sector de la movilidad para 15.000 automóviles de celda de combustible, 3.000 vehículos pesados de transporte de mercancías de celda de combustible y 50 estaciones de repostaje de hidrógeno para 2025. El gobierno publicó su Estrategia Nacional del Hidrógeno¹⁷ en abril de 2020, destacando la importancia del hidrógeno para la descarbonización holandesa. El documento establece una serie de objetivos que incluyen una capacidad de electrólisis instalada de 500MW para 2025, aumentando a 4GW para 2030. El gobierno también ha adoptado RED II, que está programado para su implementación en enero de 2022.



Para promover el uso del hidrógeno en el sector del transporte, la Autoridad Holandesa de Emisiones planea extender su obligación existente de HBE (unidades de energía renovable) para incluir el hidrógeno bajo en carbono como combustible renovable bajo el esquema. Un HBE representa un gigajulio de energía renovable que se entrega al mercado de transporte holandés. Las empresas dentro del sistema de cumplimiento de Energía para el Transporte de los Países Bajos están sujetas a una obligación anual mínima de HBE. Una vez implementado, el hidrógeno entregado al sector del transporte en los Países Bajos ganará un «crédito» de HBE, en efecto como subvención de euros por kilogramo al hidrógeno.¹⁸

El gobierno también ha extendido su Esquema de Incentivos de Transición de Energía Renovable para cubrir el reemplazo de la producción de hidrógeno gris con hidrógeno bajo en carbono. El esquema establece un "contrato de carbono por diferencia", por el cual se paga a los beneficiarios por tonelada de carbono mitigado con el precio acordado por tonelada variable de acuerdo con los costos tecnológicos. Las empresas pueden recibir hasta 300 euros por tonelada de CO₂ evitado, por un máximo de 2.000 horas de carga de electrolizadores por año, lo que equivale a alrededor de 2,60 euros por kilogramo de hidrógeno.

Para apoyar la compra y operación de camiones de celda de combustible, el Gobierno holandés se ha comprometido a establecer planes de subsidios al transporte pesado, que se desarrollarán en el marco del Acuerdo Nacional sobre el Clima.

Algunos de los proyectos de producción de hidrógeno más ambiciosos de Europa están en marcha en los Países Bajos (se prevé una capacidad total de 4,8GW), y se está apuntando a los tomadores de movilidad. El gobierno y el sector industrial están colaborando directamente con el objetivo de mapear y entregar proyectos clave de hidrógeno. Esto se está haciendo a través de la plataforma H₂ y el Plan de Inversiones en Hidrógeno de los Países Bajos Septentrionales¹⁹, que establece un plan ambicioso para aportar un total de 9.000 millones de euros de inversión para ayudar a construir toda la cadena de valor del hidrógeno de aquí al año 2030.

El apoyo al capex junto con un subsidio para el hidrógeno entregado acelerará la adopción de hidrógeno en el sector del transporte holandés.

16 Climate Agreement del Gobierno de los Países Bajos. Documento de estrategia del Gobierno de los Países Bajos: <https://www.government.nl/documents/reports/2019/06/28/climate-agreement>

17 Government Strategy of Hydrogen del Gobierno de los Países Bajos. Documento de estrategia del Gobierno de los Países Bajos: <https://www.government.nl/documents/publications/2020/04/06/government-strategy-on-hydrogen>

18 Autoridad Holandesa de Emisiones Materias Feedstocks and double-counting. Página web de la Autoridad Holandesa de Emisiones: <https://www.emissionsauthority.nl/topics/claiming-deliveries---energy-for-transport/feedstocks-and-double-counting>

19 Provincia de Groningen (octubre de 2020) The Northern Netherlands Hydrogen Investment Plan 2020: Expanding the Northern Netherlands Hydrogen Valley. Provincia de Groningen, informe estratégica: https://www.provinciegroningen.nl/fileadmin/user_upload/Documenten/Beleid_en_documenten/Documentenzoeker/Klimaat_en_energie/Energie_transitie/Investment_plan_Hydrogen_Northern_Netherlands_2020.pdf

Reino Unido

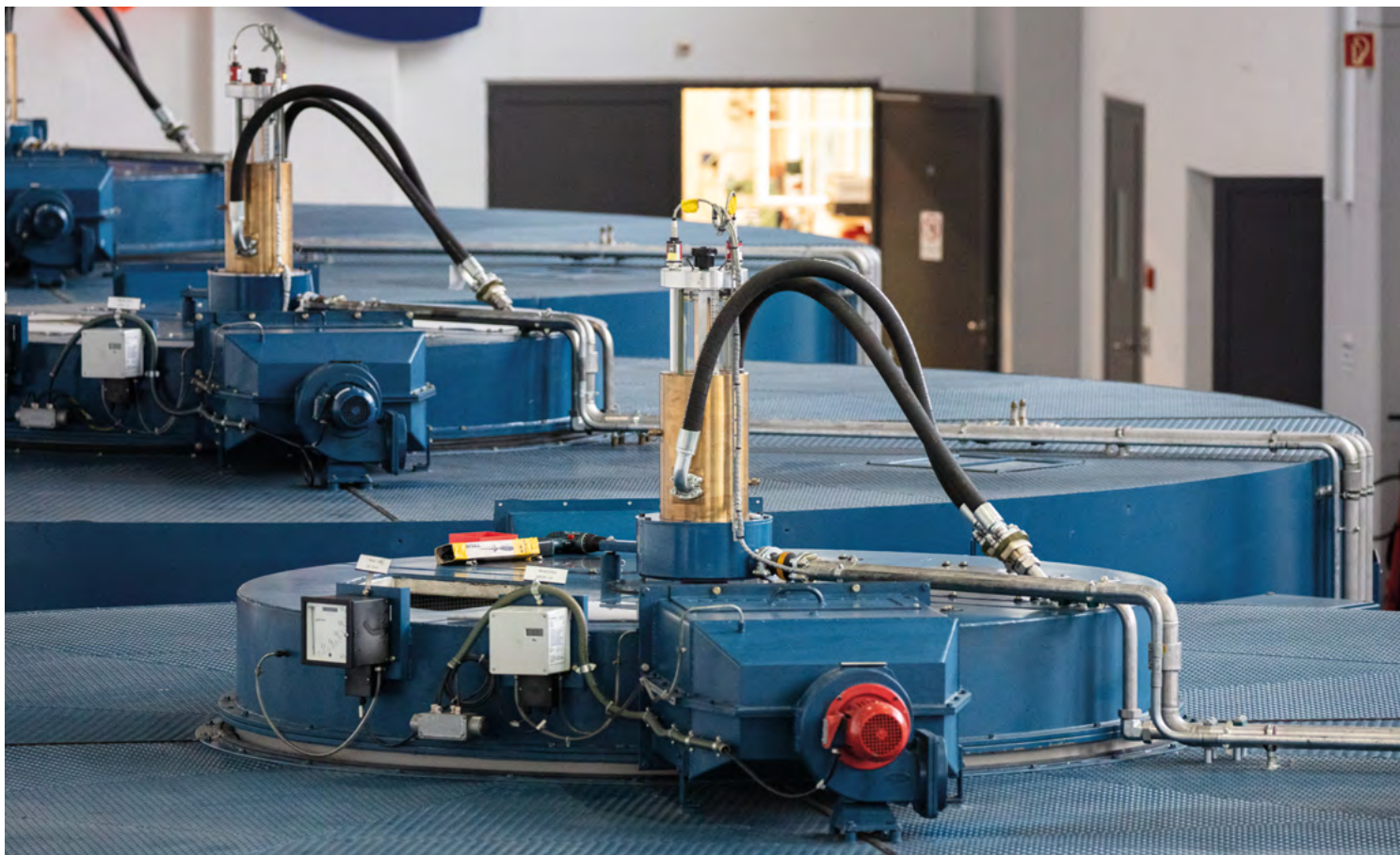
En agosto de 2021, el gobierno del Reino Unido publicó su Estrategia Nacional del Hidrógeno²⁰, reiterando su ambición principal de alcanzar 5GW de capacidad de producción de hidrógeno bajo en carbono para 2030.

En 2020, el gobierno anunció su Plan de Diez Puntos, que comprometió nuevos fondos y políticas para cumplir con los amplios objetivos de descarbonización. El apoyo al hidrógeno incluyó 240 millones de libras esterlinas para la coinversión del gobierno en la capacidad de producción de hidrógeno a través del Fondo de Hidrógeno Neto Cero, un modelo de negocio de hidrógeno para atraer inversiones del sector privado, y planes para un mecanismo de ingresos para proporcionar financiación para el modelo de negocio. El Plan de Diez Puntos designó el hidrógeno como un área prioritaria clave en la Cartera de Innovación Neta Cero, un fondo de 1.000 millones de libras esterlinas para acelerar la comercialización de tecnologías y sistemas bajos en carbono para neto cero.

La Obligación de Combustible de Transporte Renovable (RTFO) es la medida clave del gobierno para incentivar el uso de

combustibles renovables en el transporte. RTFO ha estado en funcionamiento desde 2008, y se ha adaptado con el tiempo para impulsar el ahorro de carbono, reforzar los estándares de sostenibilidad y alinear el esquema con estándares internacionales más amplios. En los últimos años, esto ha incluido un mejor apoyo al hidrógeno y otros combustibles renovables de origen no biológico. Bajo RTFO, los proveedores de combustible de transporte en el Reino Unido deben poder demostrar que un porcentaje del combustible que suministran proviene de fuentes renovables y sostenibles. El hidrógeno verde se clasifica como un “combustible de desarrollo” bajo el esquema, y cuando se suministra al sector del transporte nacional gana un crédito de combustible de transporte renovable de desarrollo.

El apoyo proporcionado por RTFO para el hidrógeno entregado al sector del transporte ofrece un fuerte incentivo para que los proveedores de combustible y los operadores de transporte suministren y utilicen hidrógeno.



²⁰ GOV.UK (agosto de 2021) UK Hydrogen strategy. Documento de política del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial, <https://www.gov.uk/government/publications/uk-hydrogen-strategy>

Creación de un ecosistema de camiones de hidrógeno



En este capítulo final, establecemos consideraciones políticas para los gobiernos que buscan construir un ecosistema de hidrógeno bajo en carbono, con un enfoque en el hidrógeno verde.

Según la AIE, los gobiernos deben actuar rápidamente y actuar con decisión sobre una amplia gama de medidas de política de hidrógeno bajo en carbono para facilitar la adopción y permitir la descarbonización.

El punto de equilibrio relativamente bajo para aplicaciones de transporte pesado significa que el uso en camiones ofrece una ruta para escalar rápidamente la demanda de hidrógeno bajo en carbono a un costo razonable. Varios países europeos han reconocido que se requiere una intervención directa para formar un ecosistema de camiones de hidrógeno que pueda competir con el diésel y, en última instancia, reemplazarlo. A continuación, describimos los tipos de intervención que pueden ayudar. La lista no es exhaustiva y la combinación precisa de políticas variará de un país a otro, dependiendo de los arreglos fiscales existentes.

El soporte de capex para camiones de celda de combustible y electrolizadores es necesario para reducir la barrera financiera inicial de entrada, pero no es suficiente para cerrar la brecha entre el hidrógeno verde entregado y el diésel. Esto se debe a que la depreciación del capex solo representa 20 a 40 por ciento del costo del hidrógeno, con el 60 a 80 por ciento restante resultando de los costos operativos debido al alto consumo de energía. Como resultado, se necesita un euro por kilogramo de subvención al hidrógeno entregado.

La reducción de los costos de energía renovable a través de exenciones de tarifas de conexión a la red, y las tarifas de la red que recompensan la flexibilidad que los electrolizadores pueden proporcionar a la red, son formas de reducir los costos de energía, que es el principal componente de costo de la producción de hidrógeno verde. Además del soporte de capex para hidrógeno,

se necesita una infraestructura de distribución para desarrollar ecosistemas de hidrógeno a escala que puedan beneficiarse de menores costos relacionados con la logística, como el transporte por tuberías. Si bien los oleoductos y las estaciones de reabastecimiento de hidrógeno presentan un costo inicial significativo, una vez establecidos, reducirán drásticamente los costos operativos y nivelados a largo plazo.

La certificación transfronteriza estandarizada de hidrógeno verde, azul y bajo en carbono permitiría optimizar los flujos comerciales. Si la producción de hidrógeno cumple con los criterios para ser certificado como hidrógeno "verde" o "bajo en carbono", esta certificación podría comercializarse por separado al producto físico de hidrógeno. De manera similar a cómo funcionan las garantías de origen para la energía renovable, los certificados de hidrógeno bajos en carbono podrían permitir una distribución más amplia, evitando posibles cuellos de botella logísticos. A nivel nacional, se requieren aclaraciones sobre la adicionalidad y el uso de garantías de origen para certificar la energía renovable y, por lo tanto, el hidrógeno verde. Por último, se necesitan directrices de manipulación segura, como las normas para el transporte de hidrógeno en túneles y puentes, para evitar los bloqueos de las carreteras de distribución y eliminar cualquier ambigüedad desde la perspectiva de la seguridad del hidrógeno.

El apoyo a los participantes en toda la cadena de valor puede y debe reducirse gradualmente a medida que se alcancen las economías de escala, dejando en su lugar un sector de camiones pesados económico, autosuficiente y de muy bajas emisiones. Esperamos que esto actúe como un catalizador para el uso del hidrógeno en todos los demás sectores difíciles de abatir y acelere los esfuerzos globales de descarbonización, que es, al fin y al cabo la máxima prioridad

Políticas de apoyo clave que hemos identificado:



Referencias

Consejo del Hidrógeno (julio de 2021) *Hydrogen Insights 2021. Estudio del Consejo del Hidrógeno*, <http://www.hydrogencouncil.com/en/hydrogen-insights-2021/>

Agencia Internacional de la Energía (2021) *Hydrogen. Página web de la Agencia Internacional de la Energía*, <http://www.iea.org/fuels-and-technologies/hydrogen>

J.P. Morgan Cazenove (febrero de 2021) *EMEA Hydrogen: A revolution in need of realism; separating the opportunity from the optimism*, informe de J.P. Morgan Cazenove, <https://buyhydrogen.com.au/wp-content/uploads/2021/04/J.P.Morgan-CAZENOVE-EMEA-Hydrogen.pdf>

Transporte y el Medio Ambiente *Road freight truck challenges*, <https://www.transportenvironment.org/challenges/road-freight/trucks/>

Agencia Europea de Medio Ambiente, Asociación de Fabricantes de Automóviles y Transporte & Medio Ambiente.

Molloy, P. (octubre de 2019) 'Run on Less with Hydrogen Fuel Cells', Rocky Mountain Institute.

Comisión Europea (julio de 2020) *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*, Comunicación de la Comisión Europea, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

Ministerio Federal de Economía y Energía (junio de 2020) *The National Hydrogen Strategy. Documento de estrategia del Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía*, <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.html>

Ministerio Federal de Economía y Energía (mayo de 2021) *Kabinett beschliesst grobes Verordnungspaket zur Umsetzung des EEG 2021 – Starkes Signal für Markthochlauf von Wasserstoff. Comunicado de prensa del Ministerio Federal de Economía y Energía*, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemittteilung/en/2021/05/20210519-Kabinett-beschliesst-grosses-Verordnungspaket-zur-Umsetzung-des-EEG-2021.html>

Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital (octubre de 2021) *Förderung von Fahrzeugen verkehrsträgerübergreifend. Artículo de noticias del Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital*, <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/Alternative-Kraftstoffe/foerderung-von-fahrzeugen.html>

H₂ Mobility (mayo de 2021) *H₂ Mobility strategy for H₂ commercial vehicle selected by BMVI. Boletín de prensa de H₂ Mobility*, <https://h2.live/en/press/h2-mobility-strategy-for-h2-commercial-vehicle-selected-by-bmvi/>

Gobierno de los Países Bajos *Climate Agreement. Documento de estrategia del Gobierno de los Países Bajos*, <https://www.government.nl/documents/reports/2019/06/28/climate-agreement>

Gobierno de los Países Bajos *Government Strategy of Hydrogen. Documento de estrategia del Gobierno de los Países Bajos* <https://www.government.nl/documents/publications/2020/04/06/government-strategy-on-hydrogen>

Autoridad Holandesa de Emisiones *Feedstocks and double-counting. Página web de la Autoridad Holandesa de Emisiones*, <https://www.emissionsauthority.nl/topics/claiming-deliveries---energy-for-transport/feedstocks-and-double-counting>

Provincia de Groningen (octubre de 2020) *The Northern Netherlands Hydrogen Investment Plan 2020: Expanding the Northern Netherlands Hydrogen Valley. Informe de estrategia de la Provincia de Groningen*, https://www.provinciegroningen.nl/fileadmin/user_upload/Documenten/Beleid_en_documenten/Documentenzoeker/Klimaat_en_energie/Energie_transitie/Investment_plan_Hydrogen_Northern_Netherlands_2020.pdf

GOV.UK (agosto de 2021) *UK Hydrogen strategy. Documento de política del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial*, <https://www.gov.uk/government/publications/uk-hydrogen-strategy>

Investigación de Trafigura (2021)





HS187

ZE
GREEN

HS164

HYDROSPID

23
1049

23
1049

W 1049 INSEKTIZID HERDIT
Kontaktlanger Folien 10 Liter
Kontaktlanger



Trafigura Pte. Ltd.

10 Collyer Quay #29-00
Ocean Financial Centre
Singapore 049315

Tel : +(65) 6319 2960
Fax : +(65) 6734 9448

www.trafigura.com

TK/0384.2s

Última actualización: marzo de 2022



H2 Energy Europe AG

Hohlstrasse 188
8004 Zürich
Switzerland

www.h2energy.ch

