

Situación actual y evolución esperada del hidrógeno

“El hidrógeno limpio demuestra que podemos conciliar nuestra economía con la salud de nuestro planeta”
Ursula von der Leyen³²



Situación de la producción y consumo actuales

En esta sección se realiza un análisis cuantitativo, tanto de la producción de hidrógeno, concretando qué países se encuentran a la vanguardia en la producción de este recurso, como de la demanda, revisando qué porcentajes de hidrógeno solicita cada sector.

Producción de hidrógeno

En el año 2022, la producción global de hidrógeno experimentó un incremento del 3% en comparación con el año anterior. Siguiendo la tendencia de 2021, la producción de hidrógeno continuó siendo dominada por el empleo de recursos fósiles. Específicamente, el 62% de la producción global provino del gas natural sin la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS), mientras que el carbón, contribuyó con el 21% de la producción mundial. Además, un 16% de la producción global de hidrógeno fue subproducto, generado principalmente en refinerías e industrias petroquímicas durante el proceso de reformado de nafta.

En el año 2022 solo el 0,1% de la producción de hidrógeno mundial fue realizada mediante la electrólisis³³. Sin embargo, en los últimos años ha existido un fuerte crecimiento de la capacidad productiva por este método, anunciándose aproximadamente 600 proyectos con una capacidad combinada de más de 160 GW desde 2022. Para finales de 2022, la capacidad global instalada de electrolizadores de agua para la producción de hidrógeno alcanzó casi 700 MW, un aumento del 20% en comparación con el año anterior (véase la figura 14). Los electrolizadores alcalinos (ALK) representaron el 60% de la capacidad instalada para finales de 2022, seguidos de cerca por los electrolizadores de membrana de intercambio protónico (PEM) con aproximadamente el 30%.

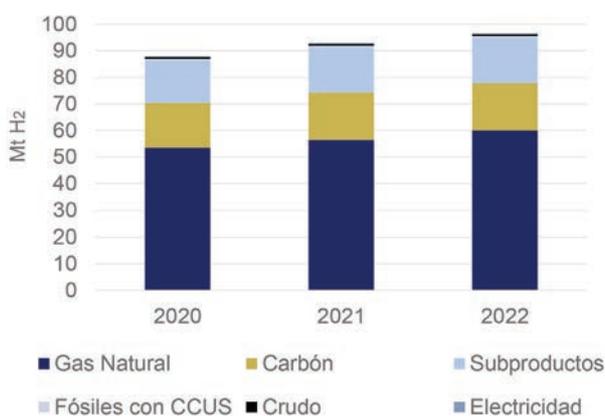
Finalmente, la capacidad global instalada podría aumentar más de tres veces en 2023, llegando a 2 GW para finales de 2023 (equivalente a aproximadamente 0.2 millones de toneladas de producción de hidrógeno), asumiendo que todos los proyectos se concreten según lo planeado.

³²Ursula von der Leyen, Presidenta de la Comisión Europea.

³³IEA, "Global Hydrogen review" 2023.

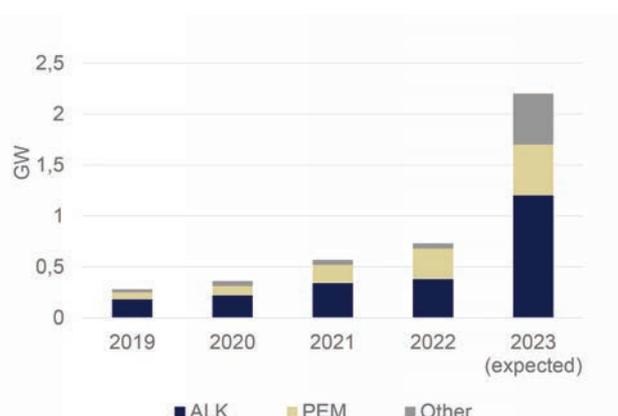
³⁴Datos basados en proyectos que han alcanzado al menos la decisión final de inversión (FID), o que están en construcción.

Figura 13. Producción de hidrógeno a partir de sus distintas fuentes.



Fuente: IEA "Global Hydrogen Review 2023".

Figura 14. Capacidad productiva de hidrógeno actual mediante electrólisis en GW de las plantas existentes a nivel mundial³⁴.



Fuente: IEA "Global Hydrogen Review 2023".

Figura 15. Demanda global de hidrógeno por región en 2022.

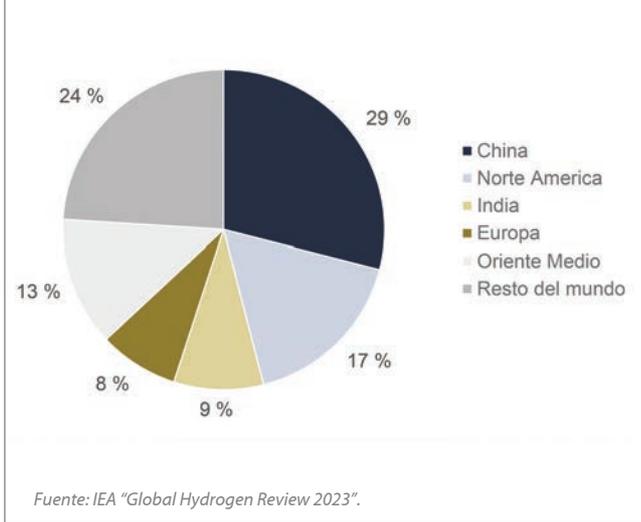
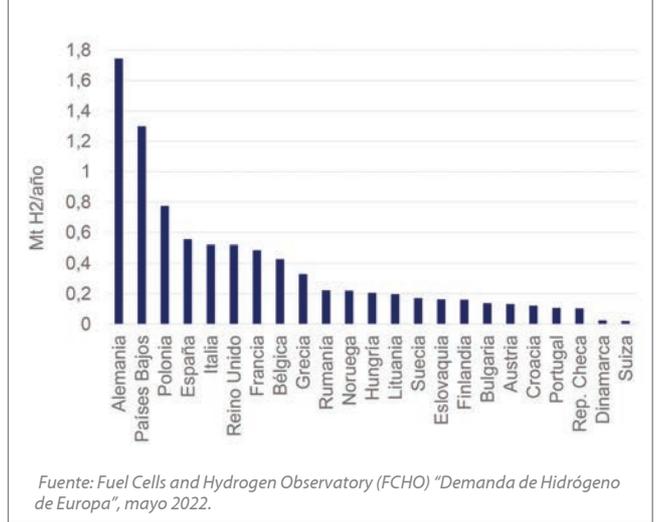


Figura 16. Consumo de hidrógeno en Europa por país.



Consumo de hidrógeno

La demanda global de hidrógeno para el año 2022 alcanzó 95 Mt (millones de toneladas), un aumento de casi el 3% con respecto al último año³⁵. El uso del hidrógeno creció significativamente en todas las principales regiones consumidoras excepto en Europa, debido a la reducción de actividad como consecuencia del fuerte aumento de los precios del gas natural³⁶.

En cambio, Norte América y Oriente Medio incrementaron significativamente el uso del hidrógeno (alrededor de un 7% en ambos casos). En China, el uso del hidrógeno creció más modestamente, pero sigue siendo con diferencia el mayor consumidor de hidrógeno, representando casi el 30% del consumo mundial.

Como en años anteriores, el crecimiento del uso mundial de hidrógeno no es resultado de políticas específicas de incentivo, sino más bien de tendencias energéticas globales. Prácticamente

todo el aumento se produjo en aplicaciones tradicionales, principalmente en los procesos de refino y químicos, y se ha correspondido con un aumento de la producción basada en combustibles fósiles.

Dentro de la Unión Europea, Alemania es el país que posee la mayor demanda de hidrógeno, seguido de Países Bajos, Polonia y España (véase figura 16).

Por tipo de actividad, el refino de petróleo, la producción de amoníaco y la producción de metanol son las principales demandantes. No obstante, es el refino de petróleo la que consume la mayor parte del hidrógeno producido a nivel mundial. En Europa, por ejemplo, la demanda de hidrógeno es casi un 50% para el refino de petróleo.

³⁵IEA, "Global Hydrogen Review 2023" (2023).

³⁶La industria química redujo su producción, reduciendo casi en un 6% el uso del H₂ en Europa.

Figura 17. Consumo de hidrógeno en Europa.

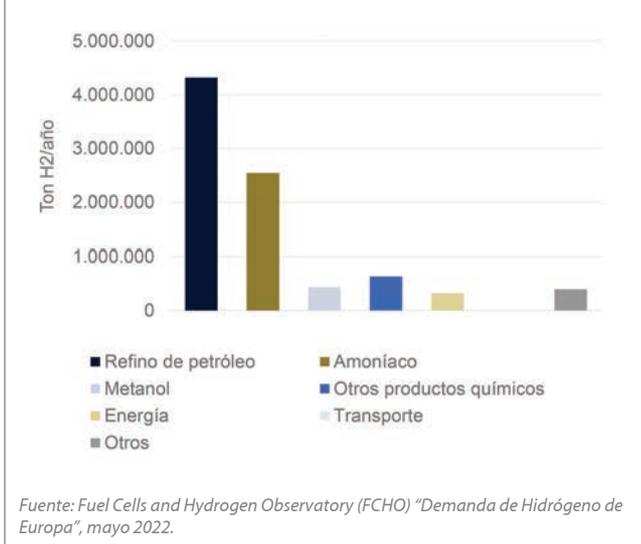
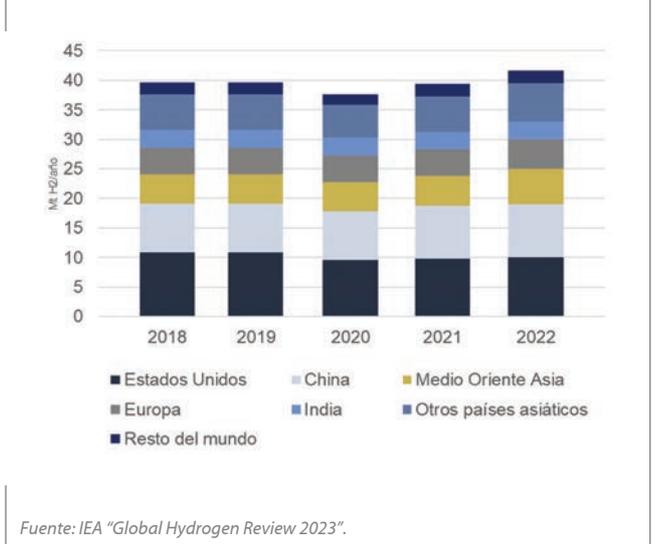


Figura 18. Consumo de hidrógeno en la industria del refino por países.



I. Consumo del hidrógeno en la industria

a) Industria de refino

El uso del hidrógeno en el refino de petróleo alcanzó más de 41 Mt en 2022. Las refinerías, lo utilizan principalmente para eliminar impurezas y transformar las fracciones de petróleo en productos más ligeros. En los últimos seis años, la demanda se ha mantenido alrededor de unos 40 Mt H₂/año, satisfaciéndose la mayor parte de la producción mediante hidrógeno gris y únicamente un 1% con tecnologías de bajas emisiones.

b) Industria química y metalúrgica

La producción de amoníaco y metanol y la reducción de acero son los principales usos en los que el hidrógeno posee un papel importante. De las 53 Mt de hidrógeno utilizadas en 2022, alrededor del 60% se destinó a la producción de amoníaco, el 30% a metanol y el 10% a hierro de reducción directa³⁷ en el subsector del hierro y el acero.

II. Consumo del hidrógeno en el transporte

Si bien el transporte no es actualmente uno de los mayores demandantes de hidrógeno, este sector ha tenido un crecimiento muy importante. En 2022, el uso del hidrógeno para transporte por carretera aumentó un 45% en comparación con 2021 (véase figura 20).

Aunque los coches suponen una menor demanda de hidrógeno para transporte en comparación con los autobuses, cabe destacar que la producción de vehículos eléctricos de pila de combustible (*Fuel Cell Electric Vehicle* o FCEV) ha aumentado considerablemente en los últimos 2 años. Hasta finales de 2022 se habían registrado un total de 58.000 vehículos eléctricos, lo cual representa un crecimiento de más del 40% respecto al año anterior, y sólo durante el primer semestre de 2023 se registraron 63.000 más. Algunas empresas ya cuentan con modelos de vehículos eléctricos de pila de combustible disponibles en el

mercado y siguen invirtiendo en el desarrollo de dicha tecnología. En este contexto, se espera que el mercado de vehículos eléctricos de hidrógeno siga expandiéndose en la próxima década en todos los segmentos de carretera.

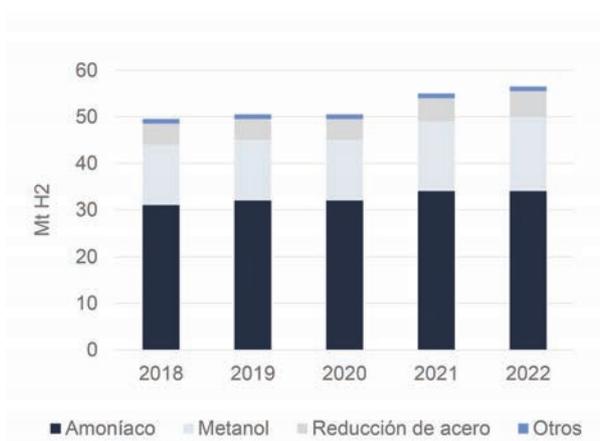
El stock de autobuses de pila de combustible creció de manera similar al de vehículos particulares, con un aumento de alrededor del 40% en 2022 en comparación con el año anterior. En junio de 2023, había alrededor de 7.000 autobuses de pila de combustible en todo el mundo, aproximadamente el 85% de los cuales están ubicados en China.

A nivel mundial, había alrededor de 1.100 estaciones de repostaje de hidrógeno en funcionamiento en junio de 2023, y está planificada la construcción de cientos de estaciones más. A modo de ejemplo, el Reglamento de infraestructura de combustibles alternativos de la UE, exige estaciones de repostaje de hidrógeno cada 200 km a lo largo de las principales redes de carreteras y en todos los nodos urbanos a partir de 2030.

En lo que respecta al sector ferroviario, existen multitud de proyectos en diferentes países europeos, como Italia, Canadá, España y Japón; por ejemplo, en Alemania destaca la existencia de flotas de trenes de pilas de combustible de hidrógeno.

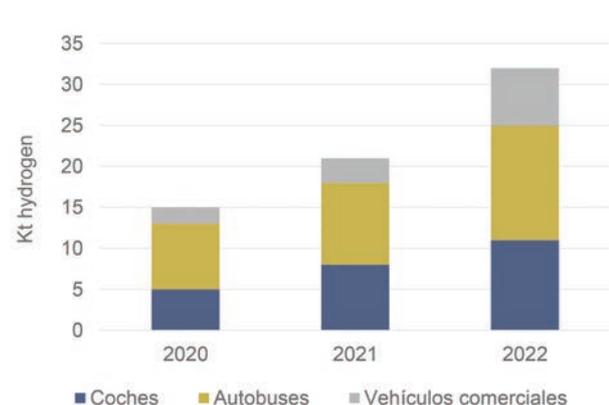
En cuanto al transporte marítimo, la iniciativa *Getting to Zero*, que tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector marítimo a cero para 2050, ha publicado en 2022 numerosos proyectos piloto y demostraciones en curso, de los cuales alrededor de 45 se centran en el uso de hidrógeno, 25 en el uso de amoníaco y 10 en el uso de metanol en el transporte marítimo³⁸.

Figura 19. Demanda de hidrógeno en la industria química a nivel mundial.



Fuente: IEA "Global Hydrogen Review 2023".

Figura 20. Demanda de hidrógeno en el sector transporte a nivel mundial.



Fuente: IEA "Global Hydrogen Review 2023". Los vehículos comerciales incluyen vehículos comerciales ligeros, camiones de carga media y camiones de carga pesada.

III. Consumo del hidrógeno en el sector energético

El hidrógeno como combustible en el sector energético es prácticamente inexistente hoy en día, con una participación de menos del 0,2% en la combinación de generación de electricidad global³⁹ (y en gran medida no a partir de hidrógeno puro, sino de gases mixtos que contienen hidrógeno, provenientes de la producción de acero, refinerías o plantas petroquímicas).

IV. Consumo del hidrógeno en el sector de la construcción

La contribución del hidrógeno a satisfacer la demanda de energía en el sector de la construcción sigue siendo insignificante y no existe ningún avance significativo en 2022. Como parte de los esfuerzos para cumplir los objetivos climáticos, es necesario cambiar el uso de combustibles fósiles en los edificios hacia alternativas bajas en carbono, pero opciones como la electrificación mediante bombas de calor, calefacción urbana y energías renovables distribuidas parecen estar muy por delante de las tecnologías del hidrógeno.

Desarrollo del hidrógeno verde

El nivel de desarrollo mundial del hidrógeno verde puede medirse por la capacidad de electrólisis instalada. En la actualidad, a finales de 2022, la capacidad global instalada alcanzó casi los 0,7 GW⁴⁰. Sin embargo, el gran potencial del hidrógeno verde ha llevado a una alineación global para su promoción y uso como palanca para la descarbonización. Las principales economías del mundo están promoviendo nuevos proyectos y se espera que alcancen capacidades de entre 100 y 300 GW en 2030⁴¹, lo cual implica un notable incremento teniendo en cuenta los 2GW que se alcanzarán en 2023 con los proyectos en curso.



I. Objetivos mundiales de electrólisis

Como se ha mencionado, la apuesta por la transición energética necesita un impulso en la producción de hidrógeno verde. En la actualidad, se han anunciado alrededor de 600 proyectos con una capacidad combinada de más de 160 GW. Si se concretan todos los proyectos anunciados de hidrógeno producido a partir de electrólisis de agua y combustibles fósiles con CCUS, la producción anual de hidrógeno de bajas emisiones podría alcanzar más de 38 Mt (17Mt siendo de proyectos aún en fase temprana) en 2030 según estos proyectos anunciados.

La mitad del hidrógeno producido por los proyectos anunciados hasta 2030 proviene de proyectos que hoy se encuentran en estudios de viabilidad, seguidos de proyectos que se encuentran en etapas muy tempranas. La primera prioridad es cambiar la demanda existente de hidrógeno en la industria y refino, pasando de utilizar hidrógeno de origen fósil a hidrógeno de bajas emisiones. Si estos proyectos siguen adelante, la capacidad mundial de electrolizadores podría alcanzar 175 GW para finales de 2030 e incluso hasta 300 GW (420 GW si se consideran los proyectos en fase muy inicial).

La Unión Europea está cerca de alcanzar su objetivo de 44 GW establecido en el paquete *Fit for 55*⁴² en 2021, gracias a una capacidad instalada proyectada de 39 GW en 2030 basada en los proyectos anunciados. Sin embargo, aún queda un largo camino por recorrer para alcanzar los 65 GW fijados en 2022 en el Plan REPowerEU, un objetivo aún más ambicioso. Para lograrlo, será necesario un mayor progreso en la adición de capacidad de electrolizadores.

Más concretamente, España, Dinamarca, Alemania y los Países Bajos lideran el camino en la producción de hidrógeno electrolítico, representando juntos casi el 55% de la producción europea. En 2022, la Comisión Europea se enfocó en proyectos que promueven el suministro de hidrógeno renovable y de bajas emisiones de carbono durante la segunda ronda de aprobaciones de financiación para Proyectos Importantes de Interés Común Europeo (IPCEI). También se anunciaron las primeras subastas del Banco Europeo del Hidrógeno programadas para finales de 2023.

Australia, aprovechando sus abundantes fuentes de energía renovable solar y eólica, tiene como objetivo producir cerca de 6 Mt de hidrógeno de bajas emisiones mediante electrólisis de agua para 2030, con muchos de estos proyectos destinados a los mercados de exportación.

En América Latina, se prevé que la producción de hidrógeno a través de electrólisis alcance aproximadamente 6 Mt para 2030, según los proyectos anunciados. Chile lidera en la región, representando el 45% de la producción de hidrógeno

³⁹ Considerando energía eléctrica producida con hidrógeno en motores de combustión interna (ICE) y turbinas de gas.

⁴⁰ IEA, "Global hydrogen review 2023" (2023).

⁴¹ IRENA, "Green Hydrogen Cost Reduction" (2020).

⁴² Conjunto de propuestas legislativas y medidas presentadas por la Comisión Europea en 2021 para combatir el cambio climático. Su objetivo principal es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE en un 55% para 2030.

electrolítico de los proyectos anunciados, seguido por Brasil y Argentina, que en conjunto representan el 30% de la producción.

En Estados Unidos, se anunciaron proyectos de electrolizadores con una capacidad total de 9 GW en los últimos 12 meses. Además, China experimentó un importante desarrollo en la tecnología de electrolizadores y se espera que llegue a alcanzar 1,2 GW para 2023 (lo que representaría la mitad de la capacidad global instalada).

II. Proyecciones de la demanda de hidrógeno: los escenarios climáticos

El objetivo principal de la Unión Europea es lograr la neutralidad climática para 2050. Para ello se han desarrollado distintos escenarios hipotéticos que simulan cómo podría evolucionar el sistema energético en el tiempo. El escenario de Emisiones Netas Cero para 2050 (*Net Zero Emissions scenario*, NZE) está diseñado para lograr los resultados específicos de descarbonización, es decir, refleja una trayectoria de emisiones consistente con mantener el aumento de la temperatura por debajo de 1.5 °C. El escenario de Compromisos Anunciados (*Announced Pledges scenario*, APS) y el escenario de Políticas Declaradas (*Stated Policies scenario*, STEPS) son exploratorios, ya que definen un conjunto de condiciones iniciales, como políticas y objetivos, y analizan a dónde conducen en función de diferentes dinámicas de mercado y progresos tecnológicos.

El consumo total de energía final mundial en la actualidad es de 442 EJ. Este consumo se proyecta en función del escenario: en el NZE, el consumo energético se vería reducido en un promedio anual del 0.9% cada año desde la actualidad hasta 2050⁴³; en el APS, aumentaría hasta 2025 y después comenzaría a disminuir gradualmente; finalmente, en el STEPS, el consumo aumentaría un 1,1% al año hasta 2030 y luego continúa aumentando a un ritmo más lento hasta 2050.

El escenario NZE establece que, a pesar de que la población mundial para 2030 pueda llegar a aumentar significativamente

siguiendo las tendencias de los últimos años, el consumo de energía mundial se vería reducido en un 7% para 2030⁴⁴. Para ello, este escenario se basa principalmente en el aumento de eficiencia energética, es decir, que se requiera una menor cantidad de energía para los usos finales. La Comisión Europea está alienada con este objetivo y considera crucial aumentar la eficiencia energética para poder reducir el consumo final y poder así alcanzar la ambición climática de la Unión Europea⁴⁵. Otro de los pilares fundamentales en los que se basa este escenario es la adopción e impulso de nuevas tecnologías donde se recogen principalmente baterías, electrolizadores y tecnologías de CCUS.

El porcentaje del consumo final total mundial por tipo de combustible en el escenario NZE se basa en gran medida en la electricidad y en el aumento de energías renovables, ya que el 90% de la generación eléctrica provendría de estas fuentes. Esto requeriría un gran aumento en la flexibilidad del sistema eléctrico, como baterías, combustibles basados en hidrógeno o energía hidroeléctrica, para garantizar suministros fiables. Además, como la neutralidad de carbono implica una gran disminución en el uso de combustibles fósiles, estos pasarían de representar casi cuatro quintas partes del suministro total de energía en la actualidad a un poco más de una quinta parte para 2050.

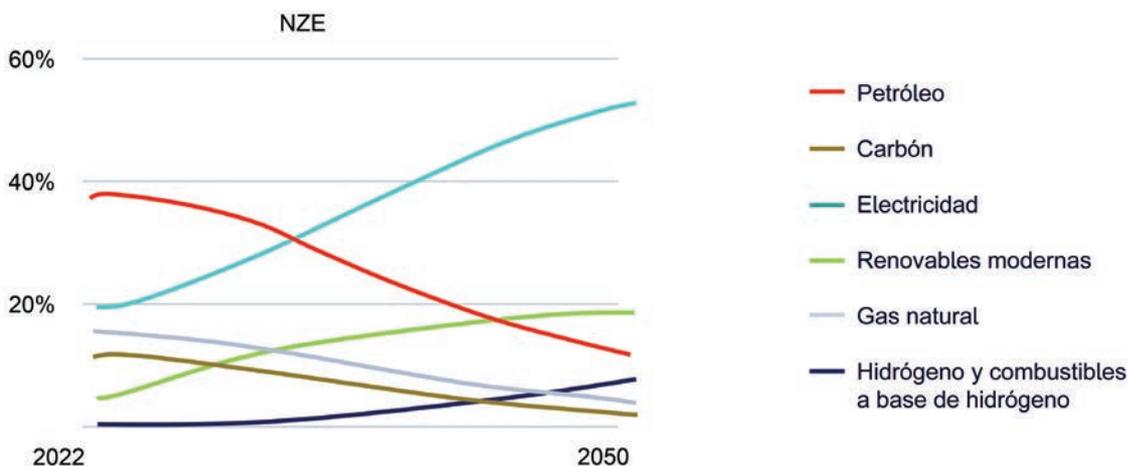
En cuanto al hidrógeno limpio, según el NZE en 2030 habría una capacidad instalada de 850 GW de electrolizadores y una producción de 150 Mt (en comparación con los proyectos anunciados en la actualidad, con los que se espera llegar a producir 38 Mt y poder llegar a tener una capacidad instalada de 420 GW para 2030). En 2050 la producción de hidrógeno limpio llegaría a alcanzar las 520 Mt. Ello muestra la gran necesidad de seguir impulsando la producción de hidrógeno y poder así a alcanzar los objetivos establecidos para la neutralidad de emisiones.

⁴³IEA, "World Energy Outlook", (2023).

⁴⁴IEA. "Net Zero by 2050" (2021).

⁴⁵European Commission. "Energy Efficiency Directive". (2023).

Figura 21. Escenario NZE: Consumo de energía por combustible.



Fuente: IEA, "World Energy Outlook" (2023).