

¿Qué es el hidrógeno verde o renovable? Presente y futuro



El hidrógeno verde es una forma de producir hidrógeno a partir de fuentes de energía renovable, como la energía solar o eólica. Tiene una amplia variedad de aplicaciones, desde el transporte hasta la generación de energía eléctrica.

El **hidrógeno verde** se afianza como una de las soluciones sostenibles clave para la descarbonización y como palanca de reactivación económica ligada a la **transición energética**. Su aplicación se presenta junto con el despliegue de las energías renovables, la movilidad eléctrica sostenible o la rehabilitación energética de edificios. Las **pilas de combustible** y las tecnologías del hidrógeno tienen un gran potencial para convertirse en la base del sistema energético del futuro.

¿Qué es el hidrógeno?

El hidrógeno es **el gas más ligero de la Tierra**, y es incoloro, inodoro e insípido. Es el primer elemento de la tabla periódica y el más abundante (aproximadamente el 75% de la materia del Universo), pero no se encuentra en forma libre sino **combinado con otros elementos** como el oxígeno, en el agua (H_2O); con el carbono, formando hidrocarburos, o con otros elementos en compuestos orgánicos. Por esta razón, no se puede extraer directamente de la naturaleza y ha de obtenerse mediante **diferentes métodos de producción**.

A temperatura ambiente se comporta como un gas, pero se puede licuar a $-253^{\circ}C$. En este caso, se presenta en su fórmula molecular, formando el gas diatómico H_2 . Una molécula de hidrógeno dispone de una **alta densidad energética por unidad de masa**. Comparándola con la gasolina, es tres veces mayor y unas 120 veces más que las baterías de litio.

Durante la generación de electricidad en una **pila de combustible**, el hidrógeno se une al oxígeno para formar agua. Por lo tanto, no hay emisiones de CO_2 . A diferencia del CO_2 , el hidrógeno no absorbe la radiación infrarroja, lo que significa que no tiene efectos sobre el **calentamiento global**.

¿Por qué se le llama verde o renovable?

Cuando el hidrógeno se obtiene mediante el uso de **energías renovables** a lo largo del proceso de producción, recibe el nombre de **hidrógeno verde o renovable**. De esta manera, se convierte en un combustible limpio, sostenible y de cero emisiones, con lo cual contribuye de manera decisiva a los procesos de **descarbonización** y a la mejora del cambio climático.

¿Por qué es un vector energético y no una fuente de energía?

El hidrógeno es interesante porque **se puede almacenar, transportar y transformar en energía** (agua y calor), emitiendo únicamente agua. Sin embargo, como hemos dicho, no se encuentra de forma pura en la Tierra. Es preciso producirlo a partir de otros compuestos, como agua, gas natural o biomasa, y, claro está, se necesita energía para convertirlos en hidrógeno puro. Por ello, es más exacto definir el hidrógeno no como fuente de energía sino como **vector energético** o medio de almacenamiento.

¿Cómo se obtiene?

Para la obtención del hidrógeno renovable, se utiliza de manera más generalizada la **electrolisis** a partir del agua. Para ello, se hace **uso de energía eléctrica** (corriente continua) aplicando electrolizadores para conseguir **separar la molécula de agua (H_2O) en hidrógeno (H_2) y oxígeno (O)**. Dicha energía eléctrica ha de ser procedente de **fuentes renovables** como la energía hidráulica, la eólica o la solar. Cuando, por el contrario, se hace uso de fuentes de energía no renovable como el gas, el petróleo o el carbón, no se considera hidrógeno verde.

Otros procesos utilizados para la obtención del hidrógeno son **la termólisis**, que puede utilizar la energía nuclear o las renovables para dividir las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno. También mediante el **reformado y gasificación**, que, a través de reacciones químicas, convierten combustibles orgánicos y fósiles en hidrógeno, liberando CO_2 . En este caso, a lo largo del proceso se puede capturar y almacenar el CO_2 .

Tipos de hidrógeno y su etiqueta de color

Los tipos de hidrógeno según el método de producción, utilizan **etiquetan de colores** que determinan el nivel de sostenibilidad conseguida en su proceso de extracción. Según su nomenclatura, pueden ser:

- **Hidrógeno gris:** Se obtiene mediante combustibles fósiles del reformado del metano con vapor. El CO₂ producido se libera a la atmósfera.
- **Hidrógeno azul:** Se obtiene mediante combustibles fósiles, pero con captura y almacenamiento del CO₂ emitido.
- **Hidrógeno verde:** Se produce mediante energías renovables y agua, mediante un proceso de electrólisis.
- **Hidrógeno rosa:** Se obtiene mediante la electrólisis del agua cuando la electricidad procede de la energía nuclear.
- **Hidrógeno negro/marrón:** Se obtiene a partir del carbón mediante la gasificación. Es un proceso muy contaminante, ya que se libera CO₂ a la atmósfera.

¿Cómo se almacena el hidrógeno verde?

Para poder almacenar el hidrógeno, la elección del sistema más adecuado va a depender de su aplicación final. La manera más convencional es la que se utiliza **en forma de gas o líquida**. En el primer caso (gas) se presuriza y almacena en diferentes tipos de depósitos a una presión que puede oscilar entre 200 y 700 bar en tanques o cilindros de acero. Para el almacenamiento del hidrógeno líquido (LH₂), este se somete a temperaturas criogénicas (-253°C).

La forma más aplicada es presurizando el gas y almacenándolo

en diferentes tipos de depósitos, que pueden ser de superficie (móviles o estacionarios) o situados en cavernas subterráneas.

Existen 4 tipos de cilindros contenedores de alta presión para almacenamiento:

- **Tipo I** son recipientes a presión fabricados en metal. El H_2 que se utiliza como gas industrial se almacena en depósitos de tipo I, cuya presión oscila entre los 150 y los 300 bares.
- **Tipo II** son recipientes a presión fabricados con un aro de revestimiento metálico grueso envuelto con un compuesto de fibra de carbono o vidrio. Se utilizan como **depósitos de alta presión en hidrogeneras**, ya que pueden soportar **hasta 1000 bares**.
- **Tipo III** son recipientes a presión formados por un revestimiento metálico interno. Elimina paredes gruesas metálicas y utiliza materiales compuestos que hacen que disminuya su peso en comparación con los tipos I y II.
- **Tipo IV**, son recipientes a presión fabricados con una camisa polimérica de alta densidad, envuelta con un compuesto de fibra de carbono. Soportan presiones de **hasta 700 bar**.

¿En qué sectores será clave?

Es precisamente la flexibilidad que ofrece el hidrógeno la que hace que pueda resultar tan útil en **futuros sistemas energéticos libres de carbono**. Se puede producir a partir de una gran variedad de recursos y ofrece un amplio abanico de aplicaciones. Además, el hidrógeno ya se utiliza ampliamente en el **sector químico**, de modo que la industria está familiarizada con su producción, manipulación y distribución a gran escala.

Una de las aplicaciones potencialmente más útiles del hidrógeno es en el transporte: **coches, camiones o autobuses eléctricos** pueden moverse a través de una **pila de combustible**

que convierte el hidrógeno y el aire en electricidad.

El hidrógeno también puede resultar útil para **almacenar energía** renovable de fuentes intermitentes; por ejemplo, cuando sopla el viento, pero no hay una elevada demanda de electricidad. En ese contexto, es una gran alternativa a las **baterías** de gran escala u otros **sistemas de almacenamiento**, especialmente ahora que las fuentes intermitentes ganan importancia en las redes de la UE.

Otra posibilidad es utilizar el hidrógeno como **combustible de calefacción** en nuestros domicilios y edificios, ya sea mezclado con gas natural o por sí solo.

Los **principales sectores** donde el uso de hidrógeno verde será clave en un futuro próximo serán:

- La industria petroquímica.
- La siderurgia.
- La industria química.
- El transporte marítimo.
- La aviación.
- Transporte público.
- Transporte por carretera.

Importancia para el futuro energético

El Gobierno ha identificado el hidrógeno como una solución sostenible clave para la descarbonización de la economía y el desarrollo de cadenas de valor industriales y de I+D+i. Lo ha convertido, así, en una de las palancas de reactivación económica ligadas a la transición energética, junto a otros ámbitos como el despliegue renovable, la movilidad sostenible y conectada o la rehabilitación energética de edificios.

Su **Hoja de Ruta** plantea objetivos nacionales de fomento del hidrógeno renovable a 2030 y, en base a los mismos, diseña una

visión a 2050, cuando España habrá de alcanzar la **neutralidad climática** y contar con un **sistema eléctrico 100% renovable**.

¿Qué objetivos ha fijado la Unión Europea para el hidrógeno?

Las metas que se ha fijado la Comisión Europea en su Estrategia del Hidrógeno son las siguientes:

- **Producción**: 4 GW de potencia instalada de electrólisis –el sistema de producción de hidrógeno renovable empleando energías limpias y agua–, lo que representa un 10% del objetivo marcado por la Comisión Europea para el conjunto de la UE. Adicionalmente, como hito intermedio, se estima que para el año 2024 sería posible contar con una potencia instalada de electrolizadores de entre 300 y 600 MW.
- Un 25% del **consumo** de hidrógeno industrial será de origen renovable en 2030. En la actualidad, la industria emplea la práctica totalidad de las 500.000 toneladas de hidrógeno que consume España anualmente. En su mayoría, el producto utilizado es hidrógeno de origen fósil (o hidrógeno gris), es decir, emplea gas natural como materia prima en su elaboración. Por cada kilogramo de hidrógeno renovable que sustituye a un consumo existente de hidrógeno no renovable, se evitan 9 kg de CO₂ a la atmósfera.
- En cuanto a **movilidad**, para 2030, se plantea una flota de al menos 150 autobuses, 5.000 vehículos ligeros y pesados y 2 líneas de trenes comerciales propulsadas con hidrógeno renovable. De igual modo, debería implantarse una red con un mínimo de 100 hidrogeneras y maquinaria *handling* propulsada con hidrógeno en los 5 primeros puertos y aeropuertos.

Ventajas e inconvenientes del hidrógeno verde

En cuanto a las **ventajas**:

- El hidrógeno verde no emite gases contaminantes durante su proceso productivo y de uso. Por eso decimos que es **100% sostenible**.
- Su alta **versatilidad**, al poder utilizarse en múltiples aplicaciones para la movilidad, el comercio y la industria a partir de su transformación como electricidad o combustible.
- **No es tóxico** ni corrosivo.
- Es **más eficiente** respecto a las fuentes de combustible de origen fósil, ya que necesita menos masa de hidrógeno para realizar el mismo trabajo. Su poder calorífico es 3 veces superior a dichas fuentes.
- **Puede ser almacenado** durante largos períodos de tiempo y después transportar y usar cuando se precise. En este caso, puede ser un complemento ideal para la energías renovables en caso de producción intermitente para almacenar a gran escala.

En cuanto a las **desventajas**:

- La **pérdida de energía** en su ciclo de producción, pues se pierde un pequeño porcentaje de la energía renovable y, además, ese hidrógeno se debe comprimir, transportar y liberar antes de quemar.
- Su elevado **coste de generación**, de ahí que en la actualidad entre el 80% y el 90% del hidrógeno que se genera en el mundo sea producido a partir del gas natural, petróleo o carbón. Es de esperar que, a medida que se vayan ampliando los usos del hidrógeno verde y generando la tecnología necesaria para desarrollarlo, su precio comenzará a bajar.
- El coste de la **infraestructura de recarga** y la necesidad

de **inversión en I+D** para hacer avanzar la tecnología como necesidades de mejora.

- La **seguridad** es un factor importante, ya que requiere unos niveles de control elevados dado que es un gas inflamable y volátil. Al ser difícil de detectar -por ser incoloro e inodoro- y al ser muy ligero -se dispersa con facilidad en el aire-, tiene un alto plus de **peligrosidad**.

Fuente: hibridosyelectricos.