

HIDRÓGENO EN CÓRDOBA: POSIBILIDADES

Hoy en día el tema del hidrógeno se encuentra en auge, en especial, el hidrógeno “verde”. Pero existe mucho desconocimiento al respecto de qué es, cómo nos puede proveer de energía y cómo se inserta en el ámbito de las energías renovables. Es por eso que escribimos este artículo, para hacer un resumen de sus características más importantes y también, para hablar de las posibilidades de su utilización en nuestra provincia.

Empecemos por lo básico, el Hidrógeno es el elemento químico más abundante de la naturaleza. Sin embargo, no se encuentra naturalmente como gas en la Tierra: siempre está combinado con otros elementos. Esto es porque el hidrógeno es muy reactivo, es decir que puede combinarse con casi cualquier otro elemento y por ello no se encuentra como hidrógeno puro, sino más bien combinado con el oxígeno formando agua, por ejemplo, en la forma más común para nosotros. Por ello, cuando hablamos de hidrógeno decimos que lo tenemos que “producir” porque tenemos que romper el enlace donde se encuentre combinado. Hay que proveer energía para poder romper ese enlace y, para ello, se necesita una fuente.

En general, se clasifica al hidrógeno por colores en función de la fuente de energía que se use para producirlo. No es que el hidrógeno tenga estos colores realmente, se clasifica así en función de cuán limpia o contaminante sea la forma de producción. Así, tenemos las siguientes categorías:

Hidrógeno “gris”, cuando es producido con combustibles fósiles (como petróleo, gas metano o carbón). Es la forma más contaminante de producción, ya que la combustión de estos combustibles libera dióxido de carbono o monóxido al ambiente. A veces se le llama “negro” al que es producido exclusivamente con petróleo o carbón.

Hidrógeno “azul”, cuando se produce con combustibles fósiles, pero se combina con captura, utilización y almacenamiento de carbono (el CO₂ o CO que se libera). Sería un proceso un poco más aceptable, ambientalmente hablando, porque disminuiría la contaminación final pero el tema de la captura de carbono también es muy discutible por ser aún asociada a tecnologías, en general, no maduras.

Hidrógeno “verde”, cuando se produce con energías renovables, lo que sería la opción más limpia y sustentable.

En los últimos años, la mayor parte del hidrógeno producido en el mundo proviene de combustibles fósiles, principalmente a partir de gas natural, y solo una parte muy pequeña proviene de fuentes renovables.

*Dr. Ing. Santiago María Reyna. Director de la Maestría en Generación de Energías Renovables. Profesor Titular Plenario de Ingeniería Ambiental II (Clima y Energías Renovables). FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

**Ing. María Florencia Bianco. Profesora Asistente en Gestión Ambiental y Mantenimiento Industrial. Adscripta en Ingeniería Ambiental II (Clima y Energías Renovables). FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba. florencia.bianco@mi.unc.edu.ar

El proceso más eficiente para producir hidrógeno a partir del agua es la electrólisis, que consiste en proveer electricidad para separar el agua en sus dos componentes: hidrógeno y oxígeno. Este proceso puede realizarse con energías renovables como la hidroeléctrica, solar o la eólica. Nuestra provincia, particularmente, posee un abundante recurso solar y eólico, bastante mayor a muchos países europeos que utilizan este tipo de energías más que nosotros. Lo que falta en nuestro país en general y, en nuestra provincia, son los sistemas de producción.

Ahora bien, tenemos que tener en cuenta que el hidrógeno no es una fuente de energía sino un vector energético. Es decir, una sustancia que almacena energía que será liberada cuando se realice su combustión. Se trata de un producto manufacturado, en el que previamente se ha invertido una gran cantidad de energía para su elaboración.

Entonces, ¿por qué es conveniente utilizar hidrógeno? ¿Por qué no usamos la energía directamente en vez de gastarla para producirla y después usar el hidrógeno para liberarla, con sus consecuentes pérdidas en el proceso?

En primer lugar, se está pensando al hidrógeno como un posible reemplazo del petróleo o del gas natural como combustible para automóviles, permitiendo una transición que aproveche la infraestructura existente. Con lo cual, si el hidrógeno es verde, se estarían disminuyendo muchísimo las emisiones ocasionadas por el transporte y que son tan dañinas para nosotros y el ambiente. Actualmente, se está pensando en su aplicación dentro de motores de combustión interna o en celdas de combustible. En motores de combustión interna, al quemar el hidrógeno se libera vapor de agua, claramente no contaminante, por lo que se eliminan las emisiones de dióxido de carbono. El hidrógeno también se puede utilizar en automóviles mezclándolo con una proporción de 10 a 15% con el gas natural. En cuanto a las celdas de combustible, podemos mencionar resumidamente que son dispositivos electroquímicos que se están pensando para aplicaciones vehiculares. En este dispositivo, ingresa hidrógeno (desde el tanque de combustible) y oxígeno (del aire), y ambos reaccionan produciendo agua y electricidad. El vapor de agua es el que sale por el caño de escape y la electricidad es la que potencia al motor eléctrico del vehículo. Por otro lado, se puede pensar al hidrógeno como una batería, ya que es un almacenador de energía. Entonces, puede servir para compensar los desfasajes producidos por la intermitencia de las energías renovables. Es decir, cuando hay exceso de producción eólica o solar, podemos usar esta energía excedente para electrolizar agua y producir hidrógeno, que luego será usado en los momentos en que no haya sol o viento para suplir la demanda.

*Dr. Ing. Santiago María Reyna. Director de la Maestría en Generación de Energías Renovables. Profesor Titular Plenario de Ingeniería Ambiental II (Clima y Energías Renovables). FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

**Ing. María Florencia Bianco. Profesora Asistente en Gestión Ambiental y Mantenimiento Industrial. Adscripta en Ingeniería Ambiental II (Clima y Energías Renovables). FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba. florencia.bianco@mi.unc.edu.ar

Ahora bien, hay muchas consideraciones que deben tenerse en cuenta además de los recursos existentes para su producción. Por ejemplo, si bien el hidrógeno tiene una gran cantidad de energía por unidad de peso, el contenido energético en volumen es muy bajo. A 1 atm de presión, para reemplazar la energía que contiene 1 litro de nafta necesitaríamos más de 3000 litros de hidrógeno. Es decir que, para acercarnos a la densidad energética de los combustibles tradicionales, necesitamos comprimirlo o licuarlo.

Una vez que el hidrógeno ya fue producido, hay que almacenarlo y transportarlo. El hidrógeno se puede almacenar de 3 formas diferentes: como gas, como líquido o en diferentes materiales. El problema del almacenamiento en materiales es que es muy caro y no es totalmente reversible (la capacidad reversible se refiere a que luego pueda ser extraído en su totalidad). Además, para sacarlo hay que utilizar energía, nuevamente. Es por ello que solo se está utilizando el almacenamiento como gas a presión o como líquido. El inconveniente del almacenamiento líquido es que para licuar el hidrógeno hay que llevarlo a una temperatura extremadamente baja, de aproximadamente $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$. Es decir que, nuevamente hay que gastar mucha energía para hacerlo. Además, para mantener la temperatura, los tanques tienen que ser especiales, con una muy buena aislación. Para estos casos de uso de hidrógeno líquido, para reemplazar 1 litro de nafta, necesitaríamos aproximadamente 3 litros y medio de hidrógeno. El método más simple y económico de almacenamiento es en forma de gas comprimido (hasta 700 bar –a título comparativo, el gas natural comprimido -GNC- se almacena a 200 bar–). En el caso de almacenamiento gaseoso, necesitaríamos un poco menos de 6 litros y medio para suplir 1 litro de nafta (si está a 700 bar; si es a menos presión, necesitamos más). Es decir que, la autonomía en autos de hidrógeno sería mucho menor. Se podría tener mayor autonomía para el uso de hidrógeno en celdas de combustible, pero todavía se encuentra en investigación este tema.

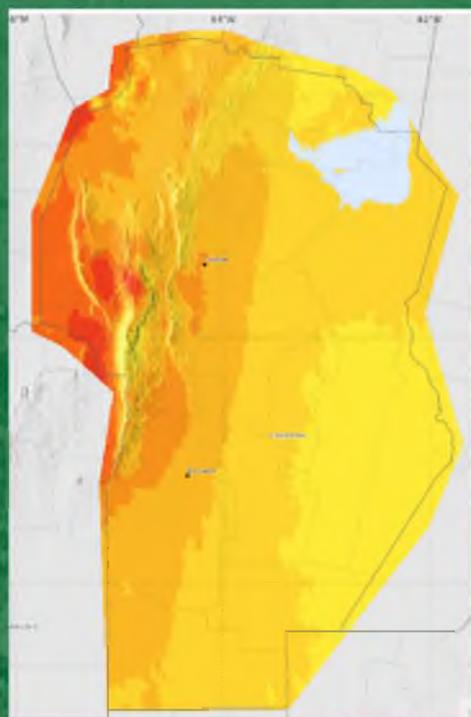
Respecto a la distribución para llegar a los lugares de uso, el hidrógeno en forma de gas o de líquido puede ser transportado por tuberías o en tanques. Las tuberías de gas deben estar diseñadas para poder operar a altas presiones, y las de transporte de hidrógeno líquido tienen que tener una muy buena aislación para mantener las bajísimas temperaturas.

Hay muchos elementos que deben considerarse antes de poder decir que el hidrógeno se va a empezar a utilizar en el país. No significa que no se pueda lograr, en Córdoba existen recursos renovables de sobra para su producción y el hidrógeno puede servir como compensador para sus desfases. Se puede apreciar el gran potencial solar y eólico en las siguientes imágenes de la provincia.

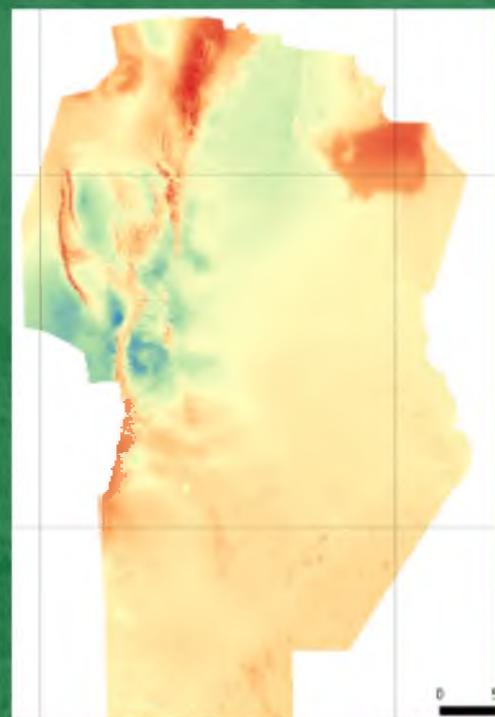
*Dr. Ing. Santiago María Reyna. Director de la Maestría en Generación de Energías Renovables. Profesor Titular Plenario de Ingeniería Ambiental II (Clima y Energías Renovables). FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

**Ing. María Florencia Bianco. Profesora Asistente en Gestión Ambiental y Mantenimiento Industrial. Adscripta en Ingeniería Ambiental II (Clima y Energías Renovables). FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba. florencia.bianco@mi.unc.edu.ar

La imagen de la izquierda muestra el recurso solar en unidades de irradiación en el plano inclinado 30°, que es la inclinación óptima para que los paneles fotovoltaicos puedan aprovechar la máxima cantidad de energía solar durante todo el año. Los valores del recurso solar pueden verse en la escala debajo de la gráfica y se puede apreciar que incluso en las zonas con “menos” recurso, la energía media anual generada por metro cuadrado de panel es muy abundante. Para poder comparar, sabemos que un hogar tipo presenta un consumo mensual de entre 150 a 300 kWh. Es decir, en un año consumirán entre 1800 y 3600 kWh, lo cual puede ser provisto con un par de metros cuadrados de panel solar en todas partes de la provincia. El gráfico de la derecha muestra la velocidad media del viento a 30 metros de altura (la altura de una torre eólica de media o baja potencia). La mayor parte de la provincia presenta vientos medios mayores a los 3 m/s (velocidad mínima a la que empiezan a girar las turbinas eólicas). El mayor recurso se presenta al sur de Córdoba con vientos que superan los 5 y 6 m/s la mayor parte del tiempo.



Long term average of GTI				
Daily totals:	5.6	5.8	6.0	6.2 kWh/m ²
Yearly totals:	2045	2118	2191	2264



Velocidad media del viento a 30m (m/s)	
Blue	1.5
Green	3
Yellow	4.75
Orange	6.4
Red	>8

Mapa de irradiación global en el plano inclinado (30°)

El tema del uso vehicular todavía se encuentra en investigación, pero sigue sin ser competitivo en el mercado. Sin embargo, existen muchas empresas que apuestan por ello, por lo que también esperamos que pronto pueda empezar a utilizarse de forma segura y rentable, aunque creemos que todavía va a llevar un par de años más.

La producción del hidrógeno es factible, segura y eficiente, pero hay que tener visto a dónde va. Claro que también el hidrógeno se usa en la industria química y electrónica (entre otras) aunque en escalas menores a lo que se prevé para reemplazar los combustibles fósiles. Pero el sistema de transporte y distribución de este vector energético no está desarrollado aquí en Argentina, y deberá trabajarse en ello para que el uso del hidrógeno verde pueda ser una realidad.