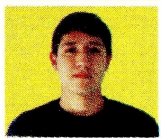


Transición energética

¿El nuevo oro blanco? La promesa del hidrógeno natural en Colombia

Hace 33 años se encontró en un pozo de África un gas que funciona como combustible, pero hace poco empezaron a prestarle atención. Su uso podría ser clave en la transición energética, y en Colombia hay indicios de yacimientos en los Llanos Orientales y el Valle del Cauca. Hace días el Gobierno creó las condiciones para empezar a explorarlo, pero hay varias dudas sobre el éxito de su comercialización a futuro.



ANDRÉS MAURICIO DÍAZ PÁEZ

amdiaz@elespectador.com
@diazporlanoche

En 1987, una excavación de pozos en busca de agua en Bourakébougou, un pueblo al norte de Bamako, capital de Malí, dio con un yacimiento extraño. Se trataba de un pozo seco que, sin embargo, emitía un gas. Un trabajador desprevenido se asomó con un cigarrillo encendido a la abertura de la perforación y una explosión le causó quemaduras en la cara, además de provocar un incendio que se extendió durante varios días, según contó el periodista Eric Hand en la revista *Science* en febrero de 2023.

El pozo fue clausurado y sellado con asfalto.

Pasaron 25 años para que se volviera a abrir. En 2012, la compañía Hydroma (antes llamada Petroma) decidió explorar de qué estaba compuesto el gas que emitía el pozo: los resultados arrojaron que se trataba de un 98% de hidrógeno, 1% de nitrógeno y 1% de metano. Ese yacimiento natural se convirtió en el combustible de un generador de energía eléctrica que hoy satisface la demanda de Bourakébougou.

Desde entonces, empresas como Hydroma, que migró del petróleo y el gas metano al hidrógeno, o startups nuevas, como la estadounidense Natural Hydrogen Energy, son solo ejemplos de un número creciente de organizaciones que se dedican a explorar potenciales yacimientos de este elemento, que ya es llamado el nuevo “oro blanco”.

Colombia no se quiere quedar atrás. Hace tres años, cuando se diseñó la hoja de ruta para el hidrógeno en el país, Ecopetrol se trazó la meta de producir un millón de toneladas anuales para 2040, “con el objetivo de atender el mercado local y exportar a otros países”, según dijo la empresa a *El Espectador*. Entidades como el Servicio Geológico Colombiano (SGC) o la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) están iniciando estudios exploratorios para conocer el potencial de yacimientos naturales en Colombia.

Además, el Ministerio de Minas y Energía publicó hace algunas semanas el Decreto 2235 de 2023, con el que se crearon las condiciones para que se puedan presentar solicitudes de exploración en busca de hidrógeno blanco en el país. Todo este esfuerzo ya comienza a dar sus primeros resultados: el país tiene indicios de la presencia del gas en grandes cantidades, aunque aún no se ha confirmado que se trate de yacimientos.

Un estudio publicado en la revista *Geosciences* en 2023, realizado con el apoyo de la Universidad Nacional a partir del trabajo de Alejandra Carrillo, ingeniera geóloga de esa universidad, re-

➔ **El hidrógeno es un gas, y es el elemento químico más abundante del universo. De hecho, es uno de los responsables de que el Sol emita luz.**

portó la primera evidencia de hidrógeno natural en el Valle del Cauca. Además, el SGC también reportó sus primeros hallazgos en los Llanos Orientales. ¿Por qué es especial este tipo de combustible y qué tan cerca está el país de explorarlo?

¿Qué es el hidrógeno blanco?

El hidrógeno es un gas, y es el elemento químico más abundante del universo. Es, de hecho, el combustible principal en el proceso de fusión nuclear que ocurre en el Sol y en la mayoría de las estrellas, que hace que emitan luz. En nuestro planeta, sin embargo, no es fácil encontrarlo en estado libre. En la Tierra, este elemento está combinado con otros, por ejemplo en el agua, compuesta por una molécula de dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O).

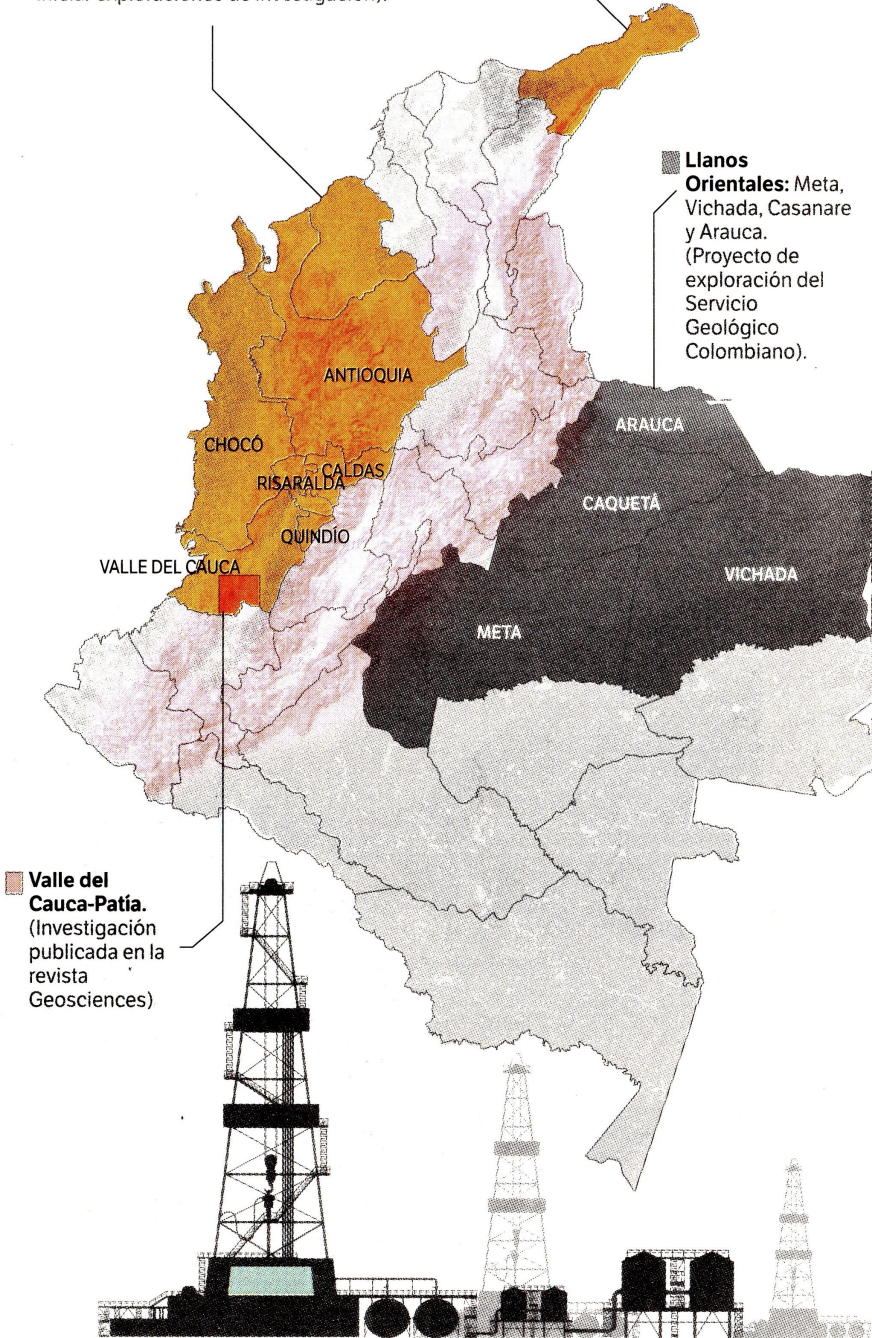
Aun así, desde hace muchos años el hidrógeno se utiliza como combustible. Para hacerlo, los científicos tienen que separar la molécula H de las otras con las que está combinada. Con el agua se lleva a cabo algo llamado electrólisis, que básicamente es un proceso químico que descompone el agua (H₂O) en sus componentes, hidrógeno (H₂) y oxígeno (O₂), añadiendo un átomo a este último. En estado puro, como un gas, ya puede utilizarse como fuente de energía.

También se puede conseguir a partir del carbón, calentándolo a altas temperaturas en presencia de vapor de agua y oxígeno, para producir una mezcla de monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂). Luego los científicos lo separan del monóxido de carbono y obtienen hidrógeno puro.

En todos estos procesos (y en

Potenciales puntos de exploración de hidrógeno blanco en Colombia

■ La Guajira, Antioquia, Córdoba, Caldas, Risaralda, Quindío, Chocó, Valle del Cauca, Cauca, Nariño. (Departamentos en los que la Agencia Nacional de Hidrocarburos pretende iniciar exploraciones de investigación).



■ Valle del Cauca-Patía. (Investigación publicada en la revista *Geosciences*)

algunos más), explica Paola Casallas, magíster en geología y directora técnica de hidrocarburos del SGC, el objetivo es “romper la molécula en la que se encuentre el hidrógeno para extraerlo”. Los científicos han decidido nombrar con colores el proceso que se utiliza para hacer esa separación. El marrón es el que se produce a partir del carbón, mientras que el gris es el que se crea a partir de gas metano.

El problema es que, para calentar el carbón, por ejemplo, se utilizan combustibles fósiles que al quemarse producen monóxido

de carbono, un gas contaminante. Las metas de emisiones netas a cero gases de efecto invernadero para 2050 (que Colombia suscribió) implican dejar la producción de hidrógeno gris o negro.

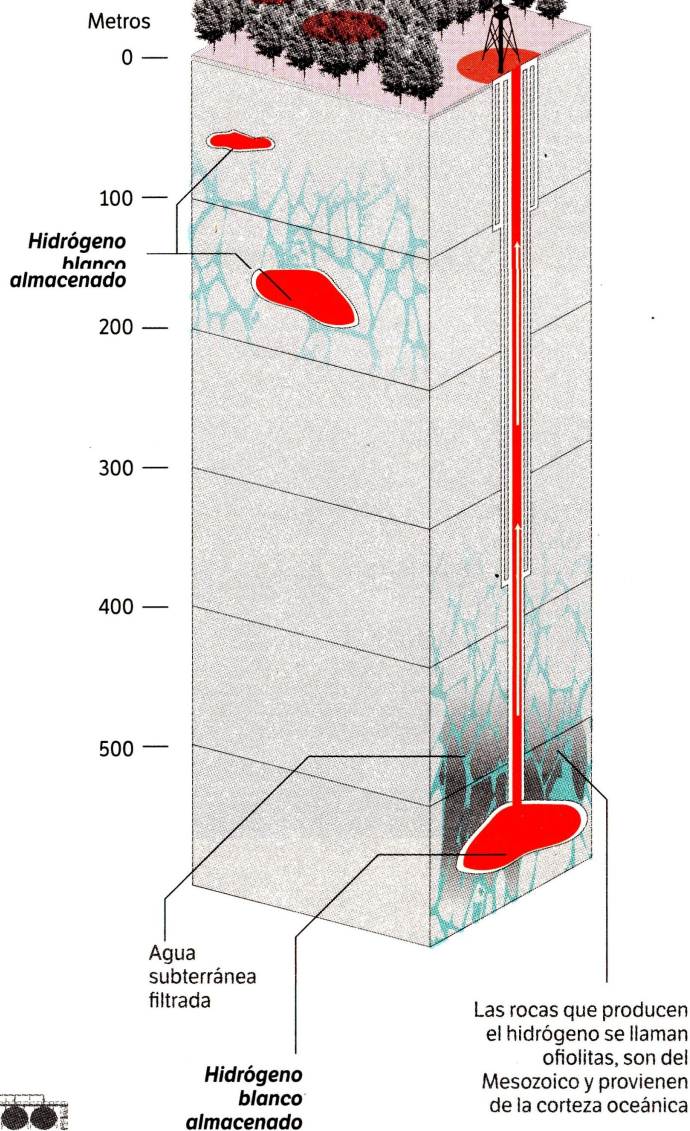
Es en este escenario en donde el gas que se encontró por accidente en Malí, en África Occidental, gana un gran e inesperado protagonismo. El gas que quemó a ese trabajador y produjo un incendio es hidrógeno natural, o hidrógeno blanco, como ya lo llaman los científicos. Es el gas listo para ser usado en la producción de energía, sin necesidad de procesos

¿Cómo se extraería el hidrógeno blanco?

La extracción de este elemento, que se encuentra en estado gaseoso, sería similar a la del gas metano

Los círculos de hadas son formaciones anómalas en la vegetación que se identifican con imágenes satelitales o sobrevuelos. Se cree que son causadas por algunas rocas que pueden producir hidrógeno, por lo que serían un indicador de dónde se encuentra.

Tubo de perforación. Se estima que podría utilizarse infraestructura similar a la que se utiliza para extraer gas.



contaminantes para obtenerlo.

Este gas “se forma en el subsuelo, más que todo por la interacción entre el agua y la roca”, explica Isabelle Moretti, Ph.D. en geodinámica de la Universidad de Orsay, en Francia, investigadora de la Universidad de Pau y miembro de la Academia Nacional de las Tecnologías de ese país. Pero no sale de cualquier roca.

“Lo que pasa es que hay algunos ambientes geológicos que naturalmente liberan hidrógeno en sus procesos naturales por reacciones químicas. Suceden sobre todo en rocas ultramáficas, es de-

cir, rocas derivadas de la corteza oceánica. Se refiere a rocas que son ricas en minerales, principalmente magnesio y hierro. Cuando esa roca rica en hierro tiene contacto con agua, el agua oxida la roca y se libera el hidrógeno”, explica Casallas.

La ciencia aún no tiene certeza sobre los niveles de presión, la temperatura y el tiempo que se toma este proceso en el subsuelo, pero sí se sabe que, de conseguir niveles de pureza como los de Malí (98 %), luego de su extracción, el hidrógeno podría utilizarse sin ningún proceso de por

medio que genere emisiones contaminantes. Además, sería más barato.

Moretti asegura que en Malí, el único yacimiento que se está explotando en el mundo, “sale más o menos a 50 o 70 centavos de dólar por kilogramo”. Para tener un contraste, obtener este gas de la electrólisis a partir de energías renovables (proceso en el que se usa agua y es llamado hidrógeno verde) tiene un costo de US\$7 u US\$8 por kilogramo, mientras que el gris se produce a US\$2 por

kilogramo.

Otros lugares en los que se han encontrado pozos de hidrógeno natural, como Australia o España, aún están en una fase exploratoria y no saben si podrán explotarlo comercialmente. El motivo es que las pruebas deben demostrar que el gas está almacenado en cantidades suficientes y si tiene la capacidad de mantenerse allí durante varios años, mientras se construye la infraestructura para extraerlo y comercializarlo. Desde el inicio del proceso explorato-

rio esto podría tomar “unos siete años”, asegura Casallas.

En Colombia se sabe que hay presencia de hidrógeno natural en el valle Cauca-Patía, en Valle del Cauca, de acuerdo con el trabajo publicado en *Geosciences*, y en una cuenca geológica en los Llanos Orientales, de acuerdo con el SGC. “Pero esto hay que tomarlo con pinzas, porque hasta ahora estamos en una etapa exploratoria”, dice Casallas.

HIDRÓGENO BLANCO PÁGINA 4

ASAMBLEA GENERAL DE ACCIONISTAS DE ECOPETROL S.A. REUNIÓN EXTRAORDINARIA



Miércoles, 10 de enero de 2024

8:30 a.m.

Lugar:
Edificio principal de Ecopetrol S.A.
Carrera 13 No. 36 - 24

Transmisión en vivo:
Portal web

Se recuerda a los señores accionistas que la reunión extraordinaria de la Asamblea General de Accionistas se realizará el miércoles 10 de enero de 2024, a partir de las 8:30 a.m., en el edificio principal de Ecopetrol S.A. ubicado en la carrera 13 No. 36 - 24 de Bogotá.

El proceso de votación se realizará de manera electrónica. Se solicita que los accionistas asistan a la Asamblea con sus dispositivos móviles inteligentes. En caso de no contar con un dispositivo con las características requeridas, la compañía tiene previsto un mecanismo para que los accionistas puedan ejercer su derecho al voto.

Los accionistas podrán consultar la información soporte de la Asamblea en la página www.ecopetrol.com.co/asamblea-ext2024 y los que no puedan asistir personalmente a la Asamblea podrán hacerse representar mediante poder otorgado por escrito a un apoderado de confianza, el cual debe reunir los requisitos establecidos en el artículo 184 del Código de Comercio. Los modelos de poderes, en español y en inglés, se podrán descargar en el mismo enlace.

Para la representación de los accionistas se dará cumplimiento a lo establecido en la Circular Básica Jurídica C.E. 29 de 2014, en cuanto a las prácticas ilegales, no autorizadas e inseguras de los emisores de valores.

Salvo los casos de representación legal, los administradores y empleados de Ecopetrol no podrán representar acciones distintas de las propias mientras estén en ejercicio de sus cargos, ni sustituir los poderes que se les confieran.

RICARDO ROA BARRAGÁN
Presidente

La Asamblea será transmitida en directo vía streaming en la página web de Ecopetrol en el enlace www.ecopetrol.com.co/asamblea-ext2024

RECOMENDACIONES:

- En caso de representar otras acciones, al momento del registro deberá hacer entrega del poder en físico junto con los anexos que correspondan. Los Certificados de Existencia y Representación Legal de las sociedades deben tener una fecha de expedición no superior a un mes.
- Para evitar congestiones y garantizar la adecuada participación de los accionistas, las puertas del edificio principal de Ecopetrol S.A. y los puntos de registro estarán abiertos desde las 7:00 a.m.
- Para agilizar el proceso de registro y asegurar la correcta participación en la Asamblea, en caso de representar varios accionistas, se sugiere que cada apoderado esté a cargo de máximo 50 poderes.
- Solo se permitirá el ingreso de un acompañante para los accionistas que requieran atención especial.

- No se permitirá el ingreso ni distribución de elementos publicitarios y cualquier otro material que pueda afectar el normal desarrollo de la Asamblea.
- Si tiene síntomas asociados a COVID-19 por favor no asista a la Asamblea y sígala por streaming. Personas mayores de 60 años o aquellas con comorbilidades de riesgo para enfermedades respiratorias agudas, se recomienda el uso del tapabocas en espacios cerrados.
- No se entregará kit ni refrigerio

Más información:

Oficina de Atención al Accionista
Teléfono Bogotá: 601 307 70 75; resto país: 01 8000 113434
Correo electrónico: accionistas@ecopetrol.com.co
www.ecopetrol.com.co/asamblea-ext2024

Hidrógeno blanco

PÁGINA 3

Ecopetrol asegura que está “estudiando todas las cuencas del país en donde tenemos datos adquiridos y donde es posible aprovechar los pozos ya perforados para muestreos de subsuelo. Los resultados muestran indicadores positivos para las cuencas de los Llanos Orientales, Putumayo y el valle inferior del Magdalena, aunque no son concluyentes aún en cuanto a volúmenes y variables económicas”. Estos análisis se realizan en lugares donde hubo o hay proyectos de petróleo y gas, algo que también está empezando a hacer la ANH.

Toda esta “fiebre” por el oro blanco tiene un gran “pero”: podría haber llegado muy tarde.

La promesa del hidrógeno

Primero, vale la pena preguntarse en qué se usa la energía que se produce con hidrógeno. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (AIE) en su publicación “Global Hydrogen Review 2023”, en 2022 la demanda de este combustible fue la más alta registrada en la historia: 95 millones de toneladas. Sin embargo, su uso permaneció concentrado en sectores energéticos, como la producción de acero o la refinación de petróleo.

La energía del hidrógeno se puede utilizar para la desulfuración de gases o el hidrocrackeo. Ambos procesos son esenciales en la industria petroquímica para mejorar la calidad de los productos derivados del petróleo, que acapara la mayor parte de la demanda. Esto hace que su uso esté vinculado a emisiones de más de 900 millones de toneladas de dióxido de carbono en 2022. Estos sectores energéticos, en teoría, habrán desaparecido o estarán reducidos a lo más mínimo posible, según los escenarios más optimistas y las metas globales trazadas para 2050.

¿En qué más, entonces, se podría usar el hidrógeno? Otros usos que se están explorando como parte de la transición energética incluyen utilizarlo como combustible para vehículos de carga, transporte marítimo y aviación. No obstante, esto aún genera varias inquietudes.

Una consultora de energías limpias y de transporte de Reino Unido, llamada Liebreich Associates, diseñó una “escalera del hidrógeno limpio” en la que, según la evidencia disponible, ordena los sectores en los que sería



Imagen de referencia. En los pozos de extracción de petróleo y gas existentes están explorando la existencia de hidrógeno blanco. /Bloomberg

un combustible irremplazable, por lo que valdría la pena desarrollarlo a partir de energías renovables o extraerlo naturalmente, y aquellos en los que ya se están desarrollando opciones más eficientes.

Por ejemplo, en la producción de fertilizantes, el hidrógeno parece ser la opción más adecuada. Mientras tanto, en otros sectores, como el transporte de carga o la producción de acero, las baterías eléctricas han demostrado ser más eficientes y económicas.

Este panorama hacia el futuro plantea unos riesgos que Colombia debe tener en cuenta si piensa invertir en una industria del hidrógeno, opina Nadia Combariza, magíster en ambiente y manejo de recursos de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia, Alemania, y cofundadora de la corporación Polen, un centro de pensamiento que promueve la

transición energética justa en el país.

Alemania es, de hecho, uno de los países con mayor inversión en Colombia para el desarrollo de proyectos de este combustible. Pero, de acuerdo con Combariza, el costo que implicaría transportar el hidrógeno puro o transformado que se produzca en el país hasta tierras alemanas sería más alto que producirlo en Europa.

“En un futuro podría no existir el mercado potencial que se ha prometido para esta industria. Y



En 2022, el hidrógeno gris y negro estuvo asociado a la emisión de 900 millones de toneladas de dióxido de carbono.

resulta que la Ley 1715 de 2014, y sus modificaciones posteriores, establece que hasta el 50 % de las inversiones en proyectos de energías renovables se pueden incentivar por medio de descuentos en la renta. Esto quiere decir que ni siquiera vamos a recibir rentas de muchos de estos proyectos en un período inicial bastante amplio. ¿Cómo vamos a invertir tanto en una industria que es sumamente riesgosa?”, apunta Combariza.

A esto se suman otros retos que se han identificado para hacer viable económicamente la explotación de hidrógeno natural, como su compresión. Hasta el momento se sabe que un kilogramo del gas extraído podría ocupar todo el tanque de un camión cisterna, en el que normalmente se transportan miles de litros de gasolina. El problema es que ese kilogramo produciría la misma energía que cuatro litros del com-

combustible fósil.

En industrias como la aviación se está trabajando en desarrollar mecanismos para comprimir el hidrógeno y transportarlo con éxito en baterías que ocupen espacios similares a los que hoy ocupan los tanques de acpm. “En este momento puede que no sea económicamente viable. Pero en 10 años sí puede serlo, porque evoluciona la tecnología y los combustibles fósiles se van haciendo más escasos y costosos”, apunta Casallas.

Sin embargo, para Combariza, se trata de una inversión altísima (US\$12.000 millones en hidrógeno limpio para 2030, según la AIE) que podría destinarse a desarrollar o potenciar otras tecnologías que tienen una proyección más segura. ▀

*Este texto fue producido con el apoyo de Climate Tracker América Latina.