

Asociación Argentina del Hidrógeno

[DOWNLOAD / DESCARGAR](#)

EDICIÓN ESPECIAL
Tecnologías CCSU
Hidrógeno J100 París 2024
JUEGOS OLÍMPICOS

25 años
REVISTA HIDRÓGENO

[INDEX](#)

Hidrógeno a partir de Al y agua

Reconocimiento Dr. Bolcich

INFORME ESPECIAL

Hidrógeno Blanco

Informe COP 28

Normalización en Hidrógeno

Producción directa de
hidrógeno de agua de mar

Revista Hidrógeno

ISSN 1667-4340

Boletín Oficial de la Asociación Argentina del Hidrógeno

Estimado Lector:

La Revista **Hidrógeno** tras haber festejado su veinticinco aniversario en Mayo de 2023, sigue promocionando el hidrógeno es su rol de agente verde en la decarbonización de la economía mundial para un futuro sustentable. Sin embargo no sólo hablamos de hidrógeno verde, sino también de color blanco en un Informe Especial con importantes descubrimientos en Mali, Francia y Estados Unidos, entre otros sitios. Se acerca este año la cita olímpica en París y para ello se brindará un enorme potencial de autotransporte y movilidad sustentable basada en el hidrógeno gracias a Toyota como principal responsable. Se presentan resultados de la performance de vehículos que emplean mezclas de gasolina e hidrógeno en Argentina. Abordamos nuevos métodos de producción basados en la electrólisis directa de agua de mar y también el empleo de aluminio y agua. Se explican los contenidos de la nueva declaración emanada de la COP 28 en Emiratos Árabes Unidos sobre los combustibles fósiles y se analiza el impulso de nuevas tecnologías de captura de carbono. Finalmente se analizan implicancias de los foros latinoamericanos sobre el hidrógeno y se presentan los avances en el transporte marítimo de amoníaco y anhídrido carbónico líquido entre otras tecnologías. Como siempre también hallará en nuestra revista las últimas novedades sobre normalización a nivel del ISO TC197, aspectos de seguridad del hidrógeno, propiedades características del elemento, novedades y mucho más.

La revista **Hidrógeno** (que se edita desde Mayo de 1998 como la primera publicación del mundo enteramente dedicada al Hidrógeno y a sus tecnologías en idioma español) se brinda en formato digital y puede ser descargada del sitio de Internet de la Asociación Argentina del Hidrógeno: www.aah2.org

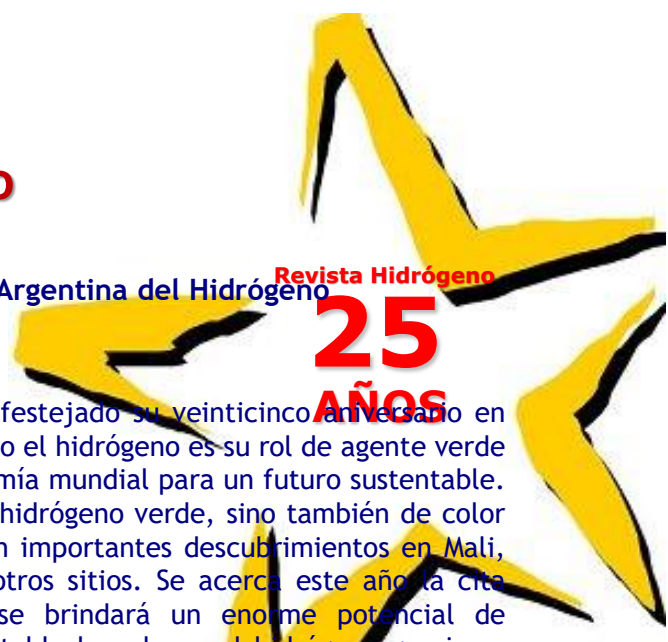
Ud. puede acceder al contenido de **Hidrógeno** a través del software de lectura Acrobat Reader 7.0 ó superior que puede descargarse gratuitamente del sitio www.adobe.com/acrobat en Internet. Así podrá visualizar la revista en pantalla, o si lo prefiere puede imprimirla para una lectura más tradicional desde el papel. Si desea tener la revista en biblioteca le recomendamos optimizar su visualizador para impresión con fuentes variadas e imprimir en color usando papel ilustración u otro de buena calidad. Sin embargo... recuerde que si evita imprimirla, contribuirá con el ambiente

Esperamos que el material sea de su interés. Muy cordialmente.

José Luis APREA

Director y Editor de HIDROGENO
Asociación Argentina del Hidrógeno
aprea.infovia@gmail.com

HIDRÓGENO



Hidrógeno

Año XXVI – Febrero 2024

“Más de dos décadas de la Revista Hidrógeno”

ÍNDICE

CONTENIDO

INTERACTIVO

- 02 ... Introducción
- 03 ... Índice temático
- 04 ... Latinoamérica: Certificación para el hidrógeno verde
- 06 ... La COP28 cerró con histórico acuerdo
- 09 ... 100 Años - Dr. Nejat Veziroglu
- 10 ... Impulsan proyectos de CCUS para reducir emisiones
- 13 ... Medición de CO₂ de la NASA y la producción ganadera
- 16 ... Toyota anuncia 500 Mirai en los juegos de Paris 2024
- 21 ... Autotransporte sin emisiones: Juegos de París 2024
- 23 ... Segunda cohorte de la Diplomatura de HV en Río Negro
- 24 ... In Memoriam - Dr. Walter Triaca
- 27 ... Reporte especial: Hidrógeno Blanco
- 34 ... Liberando el potencial de Europa gracias a Euractiv
- 37 ... Transportador marítimo de amoníaco y LCO₂
- 39 ... Reino Unido y Alemania se asocian para impulsar H₂
- 42 ... Performance de vehículos nafta + hidrógeno UTN
- 49 ... Novedades TC 197 Febrero 2024
- 51 ... Poster AAH
- 52 ... Producción de H₂: electrólisis directa de agua de mar
- 56 ... Propiedades del Hidrógeno
- 57 ... El hidrógeno “dice adiós” al motor eléctrico en BMW
- 59 ... Así funciona el camión MAN del Dakar
- 62 ... Publicar en Hidrógeno - 2024
- 63 ... Volver a casa
- 66 ... Uso de aluminio y agua para producir hidrógeno limpio
- 72 ... Visite la Página Web de la AAH
- 73 ... Cultura de seguridad
- 74 ... Notas
- 75 ... Contratapa Hidrógeno - Febrero 2024

Latinoamérica y Caribe establecen un nuevo sistema de certificación para el hidrógeno verde

Noviembre de 2023.- En un esfuerzo conjunto por enfrentar el desafío global del cambio climático y avanzar hacia una economía más limpia y sostenible, los ministros y secretarios de Energía de más de 10 países de la región de América Latina y Caribe establecieron un sistema de certificación para el hidrógeno limpio y de bajas emisiones y sus derivados en la región, denominado «CertHILAC». Esta iniciativa cuenta con el apoyo y auspicio de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Como informaron desde OLADE, el CertHILAC se centrará en la certificación del hidrógeno limpio y bajas emisiones producido en América Latina y el Caribe, asegurando la trazabilidad del producto y brindando

información detallada sobre su origen y tecnología de producción, entre otros atributos clave. Además, se establecerán criterios de sostenibilidad ambiental y social, con especial atención al uso responsable del agua y al respeto por las comunidades locales y los pueblos originarios.

Para garantizar la implementación efectiva del CertHILAC, se ha creado un Grupo de Representantes del Sistema, compuesto por dos representantes de cada gobierno, que se encargará de emitir recomendaciones, establecer la gobernanza regional y nacional, y definir los actores del sistema. OLADE actuará como ente coordinador del CertHILAC, facilitando la colaboración entre los países y demás actores interesados.



El Secretario Ejecutivo de OLADE, Andrés Rebolledo, destacó la importancia de esta iniciativa en beneficio del desarrollo sostenible de la región y refleja el firme compromiso de los países participantes en avanzar hacia una economía del hidrógeno limpia y sostenible.

“CertHILAC es una piedra angular para la integración regional y la creación de un mercado de hidrógeno limpio y de bajas emisiones. Con él, establecemos un marco de trabajo conjunto y abrimos puertas a nuevas oportunidades económicas y tecnológicas, asegurando que los beneficios del desarrollo sostenible sean compartidos por todas las personas”, indicó a su vez Ariel Yépez, gerente de infraestructura y energía de Uruguay.



El CertHILAC no solo beneficiará a los países firmantes, sino que también se convertirá en un estándar regional reconocido internacionalmente, fomentando la cooperación global en el mercado del hidrógeno limpio y de bajas emisiones. Este sistema de certificación, voluntario y adaptable,

servirá como herramienta para alcanzar las metas de descarbonización y contribuirá significativamente a un futuro energético más sostenible para América Latina y el Caribe.

Esta declaración fue firmada en el marco de la VIII Semana de la Energía desarrollada en Montevideo (Uruguay).

LIII Reunión de Ministros de la OLADE

En el marco de la octava edición de la Semana de la Energía, se realizó la LIII Reunión de Ministros de la OLADE, espacio en donde participaron 21 delegaciones de Países Miembros del Organismo, donde expertos aplaudieron el avance del sector energético en la región, haciendo hincapié en los recursos humanos, naturales, científicos y tecnológicos que cuenta la región para generar energía.

Andrés Rebolledo detalló las cuatro iniciativas que lleva adelante OLADE: observatorio de Emisiones de Metano de América Latina y el Caribe; propuesta de una iniciativa regional de Eficiencia Energética que involucre acciones de cooperación técnica y una meta regional; diagnóstico del potencial y desafíos

de la producción de los minerales críticos en la región; y estudios fundamentales para que puedan desarrollarse acuerdos de integración gasífera en el Cono Sur.



La COP28 cerró con histórico acuerdo que exige una "transición" para dejar combustibles fósiles

Hasta ahora se había hablado de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), pero siempre evitando mencionar los hidrocarburos.

Ámbito Financiero - Diciembre 15, 2023 La COP28 sobre cambio climático en Dubai cerró con un acuerdo histórico al mencionar la necesidad de una "transición" para dejar atrás los combustibles fósiles, principales causantes del calentamiento global, una medida que fue celebrada por los países desarrollados y cuestionada por insuficiente por algunas naciones en desarrollo.

A casi treinta años de la primera Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), es la primera vez que se nombran los combustibles fósiles en un texto final.

Hasta ahora se había hablado de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), pero siempre evitando mencionar los hidrocarburos, causantes del 80% de los gases que se emiten a la atmósfera y calientan el planeta.

El país elegido para la cita, Emiratos Árabes Unidos (EAU), séptimo

productor mundial de petróleo y cuyos ingresos dependen en un 30% de su exportación, despertaron dudas sobre la posibilidad de que los combustibles fósiles fueran mencionados.

El presidente de la COP28, el ministro de Industria emiratí, Sultan Ahmed al Jaber, es también el presidente de la compañía nacional de petróleo, Adnoc, y su credibilidad fue puesta en duda en los últimos meses, con denuncias de haber usado su posición para promover los intereses petroleros de EAU.

Se trata de una decisión "histórica para acelerar la acción climática", declaró Al Jaber, ante el pleno de la COP28, que debía terminar ayer, pero se extendió ante la falta de acuerdo en torno al borrador presentado el lunes por la presidencia, que no conformaba a nadie.

Dicho borrador planteaba dos opciones: "eliminar progresivamente" el uso de energías fósiles, algo rechazado por un grupo liderado por Arabia Saudita; o "reducirlo" gradualmente.

Postergado el final, el acuerdo llegó finalmente con un llamado a hacer una "transición" para dejar atrás los combustibles fósiles a fin de lograr la neutralidad de carbono (emitir lo mismo que se captura) en 2050.

Para el secretario ejecutivo de ONU Clima, Simon Stiell, el resultado de las deliberaciones representa "el principio del fin" del uso de energías no renovables y, si bien admitió que "no se ha pasado página de la era de los combustibles fósiles", aclaró que el acuerdo es un "piso" y no un "techo".

En su discurso de clausura, Stiell aseguró que las iniciativas anunciadas "son un salvavidas para la acción climática, no una línea de meta" y ahora "todos los gobiernos y empresas deben convertir estos compromisos en resultados de economía real, sin demora".

Por su parte, el enviado presidencial de Estados Unidos para el clima, John Kerry, celebró el acuerdo y animó a los delegados presentes en la COP28 a "sentirse bien" por la declaración final de la cumbre. "Todos aquí deberían sentirse bien (...) Estoy asombrado por el espíritu de cooperación que ha unido a todos", afirmó el exsecretario de Estado norteamericano.

China, por su parte, declaró que los países desarrollados deben "tomar la iniciativa" en la transición energética y brindar apoyo financiero a las naciones en desarrollo "sin demora".

Hoy es "un día para celebrar el hecho de que la humanidad finalmente hizo lo que se debió haber hecho hace mucho, mucho tiempo", expresó el comisario de Acción Climática de la Unión Europea (UE), Wopke Hoekstra, principal negociador del bloque en la conferencia.

Igualmente, la presidenta de la Comisión Europea, Ursula von der Leyen, celebró en redes sociales el acuerdo "histórico" para abandonar los combustibles fósiles y se felicitó por haber sido Europa "una parte crucial" del logro, en referencia al Acuerdo de París de 2015, que estableció el objetivo de reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático.

Entre las empresas petroleras, la estatal francesa TotalEnergies celebró el acuerdo al considerar que "consolida" su estrategia de transición. En medio de estas celebraciones, las naciones en vías de desarrollo hicieron oír sus voces divergentes.

El grupo de los Pequeños Estados Insulares, principales afectados por las inundaciones provocadas por el cambio climático, resaltaron que el pronunciamiento favorece "lo de siempre", es decir, la explotación desmedida de los recursos naturales. El texto representa un "paso adelante", pero "no suministra el equilibrio necesario para reforzar la acción mundial", reaccionó el grupo.

Además, un representante de Samoa se quejó en la sesión plenaria de que el grupo ni siquiera estaba en la sala cuando el presidente de los EAU hizo una breve pausa para pedir objeciones.

Por su parte, la ministra de Ambiente colombiana, Susana Muhamad, subrayó que el texto "no reconoce que la producción de combustibles fósiles tiene que empezar a bajar".

El objetivo al que se apunta es llegar a 2050 con un balance de neutralidad de carbono, pero el texto no deja en claro si para esa fecha los países deben haber abandonado totalmente su dependencia de la energía fósil.

El llamado a reducir la dependencia de las energías fósiles llega dos años antes de que los países presenten sus nuevas metas, las llamadas Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), así como también junto al llamado a triplicar las energías renovables y duplicar la eficiencia energética de aquí a 2030.

Las nuevas NDC, que se presentarán en la COP30, en Brasil, deben apuntar a alcanzar la meta del histórico Acuerdo de París de mantener la temperatura del planeta muy por debajo de los 2 °C

con respecto a la era preindustrial, haciendo esfuerzos por llevarla a 1,5 °C a fin de siglo.

Al paso actual, la temperatura se encamina a aumentar entre 2,1 y 2,8 °C, según un informe de la ONU que fue validado por la presidencia emiratí de la COP28.

Otro logro de esta conferencia se consiguió, inesperadamente, el primer día del evento, cuando los representantes de los casi 200 países participantes acordaron la puesta en marcha del Fondo para Pérdidas y Daños, destinado a compensar a las naciones más vulnerables a los estragos del cambio climático.



Los países industrializados, los que más han contribuido históricamente al daño al planeta, deberán aportar a ese fondo, que hasta ahora consiguió unos 1.000 millones de dólares, y que había sido acordado en principio en la COP27 celebrada el año pasado en Egipto.

COP 28

100 años

Prof. Turhan Nejat Veziroğlu

(YÜZ YIL)

Con enorme placer y alegría la Asociación Argentina del Hidrógeno festeja los cien años de edad del Dr. Nejat Veziroğlu, gran amigo de Argentina y de nuestro presidente el Dr. Juan Carlos Bolcich. Sus contribuciones para con el hidrógeno son magníficas e invaluableles.

El Prof. Veziroğlu nació el 24 de enero de 1924 en Estambul, Turquía, se graduó en el City and Guilds College, el Imperial College of Science and Technology de la Universidad de Londres, con títulos en Ingeniería Mecánica (A.C.G.I., B.Sc.), Estudios Avanzados en Ingeniería (D.I.C.) y Transferencia de Calor (Ph.D.). El Prof. Veziroğlu organizó la primera gran conferencia sobre Energía del Hidrógeno: The Hydrogen Economy Miami Energy (THEME), Miami Beach, 18-20 de marzo de 1974. En la inauguración de esta conferencia, el Prof. Veziroğlu propuso el Sistema de Energía del Hidrógeno como una solución permanente. por el agotamiento de los combustibles fósiles y los problemas medioambientales causados por su utilización.



Poco después se creó la Asociación Internacional para la Energía del Hidrógeno (IAHE) y el Dr. Veziroğlu fue elegido presidente. Como presidente de la IAHE, en 1976 inició las Conferencias Mundiales sobre Energía del Hidrógeno (WHEC) bienales y, en 2005, las Convenciones Mundiales bienales sobre Tecnologías del Hidrógeno (WHTC). El Prof. Veziroğlu es miembro de dieciocho organizaciones científicas, ha sido elegido miembro del Instituto Británico de Ingenieros Mecánicos, la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos y la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia, y es el Presidente Fundador de la Asociación Internacional para la Energía del Hidrógeno. Sus pasatiempos incluyen el ajedrez y la cosmología. El Prof. Veziroğlu ha recibido varios premios internacionales. Recibió el Premio Presidencial Turco de Ciencias en 1974, fue nombrado Profesor Honorario en la Universidad Xian Jiaotong de China en 1981, recibió la Medalla I. V. Kurchatov del Instituto Kurchatov de Energía Atómica de la U.R.S.S. en 1982, el Premio Energía para la Humanidad otorgado por Global Energy Society en 1986, y elegido miembro de la Academia Argentina de Ciencias en 1988. En 2000, fue nominado al Premio Nobel de Economía, por concebir la Economía del Hidrógeno y luchar por su establecimiento.

Buscan impulsar proyectos de captura y almacenamiento de carbono para reducir emisiones

WORKSHOP SOBRE GERENCIAMIENTO DE CARBONO EN LA AOG EXPO 2023

Por Nicolás Deza. - Especialistas locales y extranjeros aportaron miradas sobre los desarrollos y tendencias en materia de captura y almacenamiento de carbono y los proyectos vinculados en Argentina. Resaltaron la necesidad de incentivos económicos para impulsar proyectos.

La captura, el almacenamiento y la utilización del dióxido de carbono (CCUS) es un campo de oportunidades poco desarrollado hasta el momento por la industria del petróleo y gas en la Argentina y la región. No obstante, varias compañías tienen presente que es un campo a explorar si se quiere reducir las emisiones, y que requiere de investigación, innovación, inversión y apoyo público. Para poner esa agenda en el centro de los debates del sector, se llevó a cabo en el primer día de la AOG 2023 un workshop sobre **“Gerenciamiento de Carbono”**, organizado e impulsado por la Secretaría de Energía de la Nación y el IAPG y con la participación de especialistas locales y extranjeros. En la apertura de la jornada, el presidente del IAPG, Ernesto López Anadón, y la

secretaría de Energía, Flavia Royón coincidieron en la importancia de impulsar proyectos de captura y almacenamiento de carbono (CCS) como parte de las iniciativas para **reducir las emisiones**. **“Hay muchos proyectos de captura y utilización de dióxido de carbono, también de almacenaje y otros tipos, que se están llevando a cabo con éxito”**, sostuvo López Anadón. Por su parte, Royón puntualizó en las fortalezas y oportunidades de la Argentina en este **campo**. **“La descarbonización es un compromiso y Argentina y su industria hidrocarburífera tiene un conocimiento ya adquirido del trabajo en el subsuelo de las diferentes cuencas que pueden aportar en este camino”**, señaló. Agregó que el hidrógeno es una oportunidad para descarbonizar industrias como la del acero y que el hidrógeno azul (con captura de carbono) está contemplado en el proyecto de Ley de Hidrógeno.

La experiencia internacional

Distintos especialistas pusieron el foco en las experiencias internacionales y las tendencias en proyectos de captura

y almacenamiento. La necesidad de un marco regulatorio y de incentivos económicos para impulsar los proyectos fue un tema de común acuerdo.

El gerente de Transición Energética de Techint E&C, Hernán Milberg, indicó las tres claves que hacen económicamente posibles proyectos de este tipo: modularización, economía **de escala e incentivos estatales**. “Los proyectos que se tratan de desarrollar son grandes porque a baja escala el costo aumenta significativamente y no **son rentables**”, explicó. **Milberg agregó** que la utilización del carbono capturado es una de las mayores limitantes para el desarrollo de proyectos debido a la falta de una mayor demanda de CO2 para usos industriales, por lo que crece el interés en crear hubs para su almacenamiento.

El almacenamiento geológico es la principal opción, aunque tiene sus complejidades. La geóloga experta en Reservorios y Transición Energética **de Tecpetrol, Josefina d’Hiriart**, explicó que para inyectar CO2 en un complejo geológico se debe cumplir dos requisitos: una roca reservorio y por encima una roca sello impermeable. No obstante, la geóloga señaló que la capacidad teórica de almacenamiento geológico que existe en **el mundo “no es un cuello**

de botella para hacer esto, sino que el cuello de botella viene más por el lado de la regulación y los incentivos **económicos”**.

En Latinoamérica los escasos casos de captura y almacenamiento que existen están vinculados con la recuperación mejorada de petróleo (EOR).

Para Teresa Pique, doctora en ingeniería e investigadora y tecnóloga de Y-TEC, son proyectos que **“tienen sentido en economías** como las nuestras que no tienen tanto financiamiento para inversiones en **CCUS”**. **Pique señaló que el desarrollo** de productos en base a CO2 como los combustibles sintéticos o el metanol puede impulsar la demanda, pero se necesitan incentivos económicos para el desarrollo del sector. Por ejemplo, observó que el transporte de CO2 en **Argentina “es únicamente por camión, lo que no es competitivo”**.

Por otro lado, el experto de Reservorios de Baker Hughes para Medio Oriente, Carlos Mascagnini, y



el director de Geociencias de Total Austral, Mauricio Bueno, dedicaron su tiempo a contar las experiencias con investigaciones para la captura de CO2 en acuíferos salinos. Mascagnini ponderó los resultados positivos alcanzados en 3 acuíferos en el Estudio de Factibilidad de Almacenamiento en Acuífero Salino en Abu Dhabi. A su turno, Bueno explicó la metodología que Total Energies emplea para el almacenamiento y exploración de CO2 en acuíferos salinos.

Iniciativas en Argentina

Durante el workshop también hubo lugar para las iniciativas vinculadas con la materia que se están llevando adelante en el país.

El doctor en Ciencias Naturales e investigador de CONICET por Y-TEC, Augusto Varela, contó los avances en la empresa tecnológica de YPF en la investigación y el desarrollo de un carbonato en base a CO2 para la estimulación de fracturas hidráulicas en pozos no convencionales. El producto, denominado Y-CALCITE, surge de mezclar aguas duras cargadas en carbonato con CO2 para crear un fluido de inyección que sea capaz de funcionar como agente de sostén en las fracturas hidráulicas. **“Hoy solo** logramos apuntalar el 40% de toda la fractura que estimulamos. De esta manera, como es el propio fluido de inyección el que cristaliza adentro de la fractura, llegamos a todos lados, es decir, estimulamos toda el área apuntalada. Por otro lado, estamos haciendo una utilización y una fijación

de CO2 en subsuelos y estamos utilizando agua de producción o de floba, es decir, aguas duras para hacer **la estimulación”, profundizó Varela** sobre el desarrollo, que sería una alternativa a la utilización de arena.

Por otro lado, el gerente de Energía de Capsa-Capex, Ricardo Ariel Pérez, destacó la experiencia acumulada a través del proyecto Hychico en el uso de reservorios para almacenamiento subterráneos de hidrógeno y la **producción de metano “verde”, a** partir de hidrógeno de origen eólico y **gas natural. “La planta de hidrógeno,** los parques eólicos y donde estamos haciendo el almacenamiento subterráneo de hidrógeno, todo está arriba de un yacimiento de petróleo y de gas. Consideramos entonces que la sinergia es el punto clave para ir haciendo que estas nuevas tecnologías sean factibles **de ejecutar”, dijo** Pérez.

“Como país, tenemos un enorme potencial para lo que es producción ya sea de hidrógeno verde, que es un mercado que se avizora en el corto plazo, como de metano verde, que puede ser un producto que empiece también a desarrollarse. Y específicamente dentro de lo que es almacenamiento subterráneo hemos probado que el almacenamiento de estos dos productos en reservorios depletados de gas es técnicamente **palpable y tiene un gran potencial”,** concluyó el hombre de Capsa-Capex.

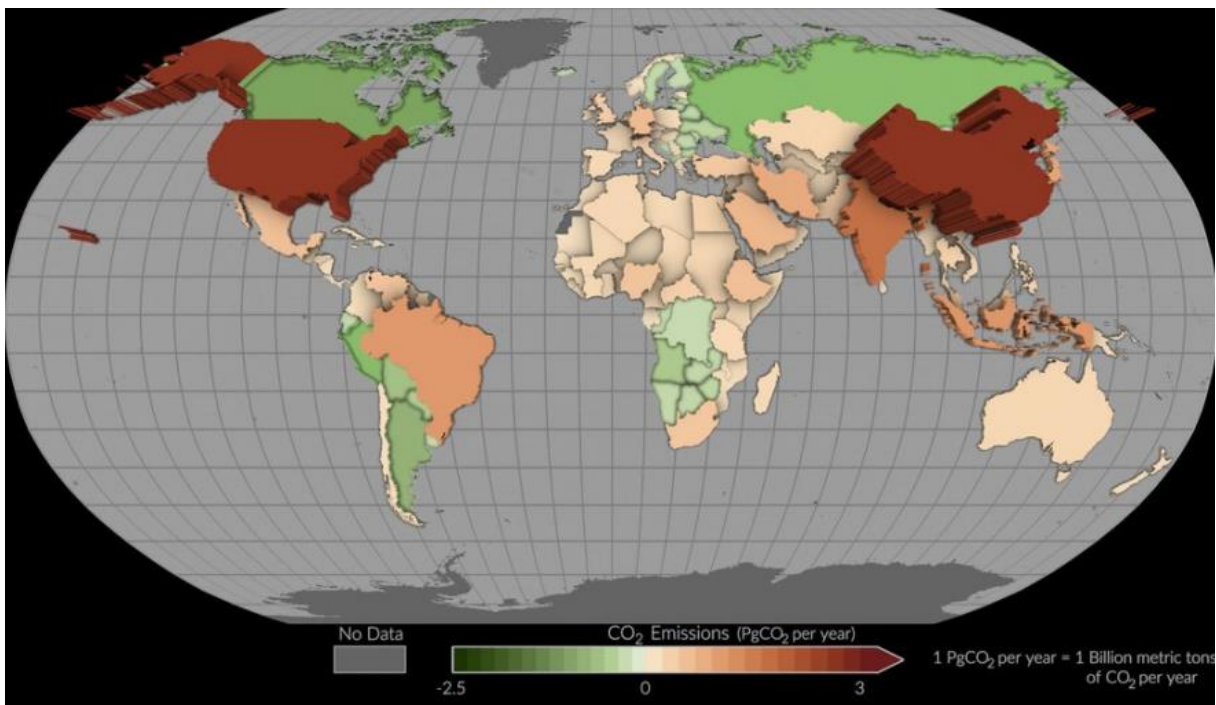
Fuente: EconoJournal

Analizan una medición de la NASA y la vinculan con la producción ganadera

El Instituto de Promoción de la Carne Argentina (IPCVA) evaluó un estudio publicado en Earth System Science Data

Marzo 2023. En los últimos días se conoció un estudio en Earth System Science Data con mediciones realizadas por la misión Orbiting Carbon Observatory-2 (OCO-2) de la NASA. Esto fue analizado por expertos del Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA), que destacaron que de allí surge que la Argentina es uno de los pocos países del mundo con balance positivo de carbono.

Según se observa en un mapa, que muestra las emisiones y absorciones netas medias de dióxido de carbono de 2015 a 2020 utilizando estimaciones basadas en las mediciones del satélite OCO-2 de la NASA, la República Argentina está en un selecto listado de países con balance positivo de carbono, destacaron Adrián Bifaretti y Eugenia Brusca, del instituto de promoción IPCVA.



El mapa con las emisiones y absorciones netas medias de dióxido de carbono de 2015 a 2020 utilizando estimaciones basadas en las mediciones del satélite OCO-2 de la NASA

“Durante años se utilizaron enfoques tradicionales en la medición del dióxido de carbono basado en el recuento y la estimación de la cantidad de dióxido de carbono que se emite en todos los sectores de una economía, como el transporte y la agricultura. Estos permitían evaluar los avances en los esfuerzos de reducción de emisiones. Pero su elaboración deja de lado una parte más que importante de la historia: la incorporación del dióxido de carbono al suelo”, dijeron los expertos.

Luego consignaron que el estudio publicado en Earth System Science Data **“ofrece una nueva perspectiva al hacer un seguimiento tanto de las emisiones de combustibles fósiles como de los cambios totales en las reservas de carbono de los ecosistemas, incluidos árboles, arbustos y suelos”.**

“Los datos son especialmente útiles para seguir las fluctuaciones de dióxido de carbono relacionadas con el cambio de la cubierta terrestre. Aunque la misión OCO-2 no se diseñó específicamente para calcular las emisiones de los distintos países, los resultados de los más de 100 países llegan en un momento oportuno”, detallaron Bifaretti y Brusca.

Sin embargo, según pudo saber LA NACION, Chequeado.com se contactó con la NASA y obtuvo la siguiente respuesta respecto del informe de parte de Brendan Byrne, científico del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA, en el sur de California: **“No es posible concluir a partir de nuestro estudio si la industria ganadera de un país concreto es una fuente o un sumidero neto de gases de efecto invernadero. Esto se debe a que sólo estimamos las**

emisiones y absorciones netas de CO2 en todos los ecosistemas de un país”.

En su trabajo, en tanto Bifaretti y Brusca remarcaron que **“el hallazgo es que la Argentina es uno de los pocos países que aparece con balance positivo (color verde) debido a la captura de carbono en las tierras de pastoreo (bosques, arbustales, pastizales, etc.)”.**

Después, los especialistas explicaron **cómo ocurre el proceso. “El proceso se da a través del consumo de las vacas quienes se alimentan mayoritariamente en nuestro país de las pasturas y pastos naturales. Estos recursos forrajeros han tomado del aire el dióxido de carbono como parte del ecosistema natural a través de la fotosíntesis. Las vacas digieren el carbono del pasto eliminando metano a la atmósfera. Pero el metano que ellas emiten está “hecho” en base al carbono del pasto que consumieron y su duración es de entre 10 a 12 años en la atmósfera. Luego de ese tiempo el metano se transforma en agua y dióxido de carbono. El que es absorbido naturalmente a través de la fotosíntesis por las pasturas y pastos naturales. Y es así como el ciclo se repite una y otra vez. Es naturaleza pura”, subrayaron.**



El hallazgo es que la Argentina es uno de los pocos países que aparece con balance positivo (color verde) debido a la captura de carbono en las tierras de pastoreo (bosques, arbustales, pastizales, etc.)

Y agregaron: “El color verde del mapa elaborado con datos de la NASA encaja perfectamente con los sistemas de producción de carne de nuestro país, ya que comparando con otras ganaderías más industriales e intensivas propias como las que tienen lugar en otros países del mundo, nuestras vacas pastan en prácticamente todo el territorio y sus sustentos alimenticios se caracterizan por una baja utilización de insumos, agroquímicos y fertilizantes **químicos”**.

Aclaración del IPCVA

Luego del primer artículo del IPCVA, Bifaretti volvió a referirse al tema. Escribió: **“La** metodología que emplea la NASA posiciona a Argentina como un país con balance positivo de Carbono, es decir captura más carbono que el que

emite. Si bien es cierto que en este balance Argentina tiene poco peso de emisiones industriales en comparación con otros países, nuestro país cuenta con una extensa superficie de pastizales naturales. Según información del INTA, está en el top 5 de superficie de pastizales naturales luego de Australia, China, EEUU y Brasil. Y nuestros sistemas ganaderos se basan (a pesar del crecimiento del feedlot de los últimos años) en **sistemas de alimentación con pastos”**.

El escrito de Bifaretti agregó: “Del total de biomasa vegetal del cual se alimentan nuestros animales (de la cantidad total de kg que comen nuestros animales para alimentarse a lo largo de su vida), el 91 % corresponden a pastizales naturales y pasturas y un 9 % a granos, pellets, silajes, etc.

El sistema de alimentación de nuestras vacas se apoya en sistemas pastoriles y es allí donde se puede hacer el link con los resultados de la NASA que menciona a las tierras de pastoreo como un factor que contribuye a mejorar positivamente los balances de **carbono”**.



“Los pastizales naturales ocupan el 70% del territorio nacional. Los pastizales naturales ocupan el 95% de la superficie ganadera de **Argentina”**, indicó. Y añadió: **“Con** respecto a este tema, existen trabajos de Ernesto Viglizzo, uno de los mayores referentes en el tema en Argentina que han abordado la temática de la captura de carbono de nuestra ganadería, posicionando a nuestro país incluso mejor que otros países del Mercosur desde este **punto de vista”**.

Fuente: Diario La Nación

Toyota anuncia que habrá 500 Mirai de pila de combustible en la flota oficial de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de París 2024

- La flota sin emisiones de Toyota Mirai propulsados por hidrógeno funcionará durante todo el evento París 2024.
- Toyota tiene el objetivo compartido con París 2024 de reducir las emisiones de carbono de los juegos un 50 % respecto a juegos anteriores*, gracias a una flota de turismos electrificados al 100 %.

Como colaborador mundial de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos, Toyota ha adoptado el compromiso de ofrecer soluciones de movilidad sostenible para ayudar a crear una sociedad descarbonizada e inclusiva. Cuando queda menos de un año para París 2024, Toyota anuncia el suministro de 500 vehículos Mirai de pila de combustible como parte de su flota oficial para este gran acontecimiento deportivo.

Frank Marotte, Presidente y Consejero Delegado de Toyota France ha **declarado que: “En 2018, Akio Toyoda** anunció un gran punto de inflexión para el Grupo Toyota: la transformación de la compañía de ser un fabricante de automóviles a una compañía de movilidad. Con esta nueva dirección, el objetivo es traspasar los límites de nuestra industria y crear una sociedad mejor, **basada en la neutralidad en carbono.”**



En el marco de este objetivo de alcanzar la neutralidad en carbono, Toyota cree en un enfoque poliédrico de la movilidad, a través de una amplia variedad de vehículos eléctricos, vehículos eléctricos de pila de combustible, vehículos híbridos eléctricos y vehículos híbridos enchufables. Así, los clientes de todas las regiones podrán elegir de entre una selección de vehículos con pocas o nulas emisiones el que más se ajuste a sus necesidades.

El Toyota Mirai es un gran ejemplo del compromiso de la compañía con ofrecer vehículos sin emisiones. Esta berlina con pila de combustible de hidrógeno combina las ventajas de la movilidad eléctrica con una comodidad de uso sin igual, así como una recarga rápida, y es una prueba de la determinación de Toyota respecto a la descarbonización.

La flota de Toyota Mirai repostará hidrógeno procedente de fuentes renovables, suministrado por Air Liquide, Proveedor oficial de hidrógeno de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de París 2024.

Cédric Borremans, responsable de la División Olímpica y Paralímpica de Toyota Motor Europe ha declarado que:

“En París 2024, Toyota se prepara para demostrar su capacidad de innovación en el desarrollo de soluciones de movilidad propulsadas por hidrógeno: este compromiso se pondrá de manifiesto, junto con otros productos, a través del Mirai. Compartimos una aspiración con el Comité organizador de París 2024: reducir el impacto medioambiental de los Juegos en la medida de lo posible, mediante una flota de turismos electrificados al 100 %.”

Tony Estanguet, Presidente de París 2024 ha señalado que: **“Organizar unos Juegos ejemplares y más responsables desde el punto de vista medioambiental es uno de los objetivos que nos hemos marcado con París 2024. Estamos muy contentos de que Toyota, un socio global de París 2024, nos ayude a dar un paso más en esta dirección con los vehículos de pila de combustible Mirai, que formarán parte de la flota oficial de los Juegos. ¡Damos las gracias a Toyota por su compromiso con nosotros!”**.

* Londres 2012, Rio 2016

Fuente: Toyota Press

Toyota invertirá en un legado duradero de vehículos 100% electrificados para contribuir al objetivo de París 2024 de reducir a la mitad las emisiones en comparación con los Juegos anteriores.

Además, se presentarán 10 aplicaciones diferentes de movilidad con hidrógeno para fomentar el despliegue de la infraestructura de carga.

El concepto de movilidad sostenible, accesible e inclusivo que promueve Toyota está inspirado en los atletas y diseñado para apoyarlos en su camino hacia los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de París 2024, la cita que comenzará en julio de 2024 en la capital francesa.



Toyota, como socio mundial de movilidad del Comité Olímpico Internacional (COI) y del Comité Paralímpico Internacional (IPC), presentó su concepto de movilidad para París 2024. La compañía proveerá soluciones de movilidad sostenible a los atletas, funcionarios, voluntarios, medios acreditados y espectadores con enfoque en la inclusión y la sostenibilidad.

La filosofía “Ever Better Mobility for All” de Toyota cree que la libertad de movimiento es fundamental para una sociedad diversa. En su camino hacia convertirse en una compañía de movilidad, Toyota está trabajando para reducir los obstáculos para que todos puedan moverse, independientemente de sus capacidades físicas.

“Cuando todos sean libres de moverse, estaremos un paso más cerca de una sociedad inclusiva y sostenible”, afirmó Yoshihiro Nakata, Presidente y CEO Toyota Motor Europe.

“Compartimos esta visión con el COI y el IPC. Queremos apoyar a los deportistas que dedican su vida al deporte y eliminar barreras para ejercer su libertad de movimiento”.

En colaboración con el COI, el IPC y el Comité Organizador de París, Toyota apunta a convertir París 2024 en la muestra de movilidad inclusiva y sostenible más innovadora hasta la fecha.

Garantizar “movilidad para todos”

En París 2024, Toyota pondrá a disposición alrededor de 700 vehículos de movilidad personal de último tramo. Por un lado, 250 C+walkS con asiento y C+walkT para usar de pie. Ambos son vehículos eléctricos a batería con una velocidad máxima de 6 km/h y que cuentan con sistemas de detección de obstáculos frontales. Para los usuarios de sillas de ruedas, Toyota también proporcionará 50 impulsores electrónicos (e-pullers) en la villa de los atletas.

Se pondrán a disposición 150 adicionales durante la ceremonia de apertura de los Juegos Paralímpicos.

Para garantizar un acceso justo y simple a estas soluciones de micromovilidad personal en la Villa Paralímpica, Toyota las ofrecerá como un servicio de movilidad compartida impulsado por la aplicación móvil KINTO Share.

Además, Toyota desplegará alrededor de 250 vehículos eléctricos APM (Accessible People Movers) y 150 Proace Verso, también eléctricos a batería y accesibles para sillas de ruedas.

Después de París 2024, todos los vehículos permanecerán en la región parisina, donde se utilizarán para prestar servicios de transporte personal especializados a personas en sillas de ruedas.

Una flota más sostenible

La sostenibilidad es una parte fundamental del compromiso de Toyota de construir un mundo mejor, subrayado por su Desafío Medioambiental 2050, fecha para la aspira a alcanzar la neutralidad de carbono a nivel mundial (y en 2040 para Europa). Guiada por esta misión, Toyota llevará más de 2.650 vehículos de pasajeros electrificados para su uso durante París 2024. Alrededor del 60% de la flota tendrá cero emisiones de escape, incluidos los vehículos eléctricos a batería (BEV) Toyota

bZ4X, Proace y Proace Verso y Lexus RZ, y los vehículos eléctricos de celda de combustible (FCEV) Toyota Mirai, impulsados por hidrógeno.

Se desplegarán en total 500 Toyota Mirai, que una vez concluidos los Juegos se unirán a la flota de taxis de hidrógeno existente en París, aumentando así el número de vehículos FCEV a 1.500.

Además, Toyota también llevará alrededor de 1.000 vehículos híbridos (HEV) e híbridos enchufables (PHEV), incluidos RAV4, Toyota Corolla TS, Yaris Cross y Highlander. La flota oficial se complementará con vehículos adicionales conectados a través de KINTO. Esta solución de movilidad compartida dará a la familia olímpica y paralímpica aún más flexibilidad para moverse.

Todas estas soluciones contribuirán a reducir las emisiones de carbono de los vehículos en los Juegos de París 2024 en un 50% en comparación con las de Juegos Olímpicos anteriores que se desarrollaron en Londres 2012 y Río 2016, respectivamente.



Hidrógeno: la misión de construir un legado

Toyota cree que el hidrógeno es un pilar clave para la creación de una sociedad baja en carbono y más sostenible. Por este motivo, la empresa lo ha situado en el centro de su concepto de movilidad para los Juegos Olímpicos y Paralímpicos. Durante París 2024, Toyota mostrará su visión de construir un ecosistema de hidrógeno sostenible a través de una demostración de soluciones que amplían aún más los límites de la tecnología: desde autobuses y camiones hasta barcos y carretillas elevadoras, todas demostrando el potencial de una sociedad impulsada por el hidrógeno.

Entre estas aplicaciones se destaca el prototipo de Hilux a hidrógeno, que también participará de las exhibiciones. Toyota espera que al demostrar la viabilidad de las soluciones de movilidad de hidrógeno en París 2024, fomente un despliegue más amplio de la infraestructura de hidrógeno.



Equipo Global de Atletas Toyota (GTTA): las personas en el centro

El deporte y la forma en que los deportistas afrontan y superan los desafíos para alcanzar sus objetivos es una inspiración para Toyota y muestra el camino hacia una sociedad más inclusiva y sostenible.

Es por eso por lo que la compañía se enorgullece de ser un socio de alrededor de 200 atletas de 40 países en su camino hacia la clasificación y competir en París 2024, todos entrenando bajo el paraguas del Equipo Global de Atletas Toyota (GTTA). Estos atletas olímpicos y paralímpicos encarnan el valor central de Toyota de mejora continua y deseo de superar los desafíos.

“Trabajar con Toyota como socio de movilidad global de los Juegos de París 2024 nos permite avanzar hacia una movilidad más accesible e inclusiva”, afirmó Tony Estanguet, presidente de París 2024. “Y también más responsable, ya que nos centramos en nuestro objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 50% para los Juegos de París 2024, en comparación con ediciones anteriores. Para ello, el enfoque innovador de Toyota hacia las nuevas tecnologías es esencial”.

Fuente: Comunicado de Prensa Toyota

Autotransporte sin emisiones gracias a Toyota en los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de París 2024



**Worldwide
Olympic Partner**

TOYOTA



**Worldwide
Paralympic Partner**

Toyota suministrará módulos de pila de combustible de hidrógeno para sustituir los motores diésel de autobuses modificados. Para el caso se utilizarán diez autobuses modificados durante la cita de Olímpica de París 2024.

Octubre 2023.- Toyota, colaborador mundial de movilidad del Comité Olímpico Internacional (COI) y el Comité Paralímpico Internacional (CPI), utilizará autobuses modificados de pila de combustible para el transporte de más de 5000 visitantes como parte de su programa de acogida durante los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de París 2024. Después de los Juegos de París 2024, los autobuses de hidrógeno acabarán su vida útil prestando servicio a clientes públicos y privados en la región de Isla de Francia.

Toyota suministrará a un grupo de empresas industriales (GCK) que ofrecen soluciones tecnológicas para acelerar la descarbonización del transporte módulos de pila de combustible de hidrógeno para transformar diez autobuses usados en

vehículos eléctricos sin emisiones de escape.

Los autobuses modificados serán comprados por B.E. Green -empresa francesa que presta servicios de transporte neutros en carbono-, que integrará los vehículos de hidrógeno en su flota existente tras su uso en los Juegos. El primer autocar de larga distancia modificado con el módulo de pila de combustible de Toyota se ha presentado hoy 19 de octubre en el Salón del Transporte, en Clermont-Ferrand (Francia).

Durante la transformación, el motor diésel y la caja de cambios, situados en la parte frontal del autocar, son sustituidos por un motor eléctrico de 370 kW, baterías y un módulo de pila de combustible TFCM2-B de Toyota.

Con este enfoque y esta colaboración tan innovadores, Toyota ha demostrado la flexibilidad de sus módulos de pila de combustible y el potencial de convertir el transporte tradicional en vehículos sin emisiones de escape.

La cita será en París



Thiebault Paquet, vicepresidente de Toyota Motor Europe: *“La conversión de autobuses en vehículos eléctricos de pila de combustible supone otro importante paso hacia la neutralidad en carbono en el sector del transporte. Toyota podrá transportar a invitados durante París 2024 sin emisiones de escape”*.

Ya se utilizan módulos de pila de combustible en camiones, autobuses, trenes, generadores y varias aplicaciones marítimas. Este último proyecto ayudará a seguir acelerando la transición energética hacia una sociedad neutra en carbono.

Let's Go Beyond by Toyota

Toyota, con sus marcas Toyota y Lexus, es líder mundial en la comercialización de modelos electrificados, con más de 20 millones de automóviles electrificados vendidos en todo el mundo y 380.000 unidades en España desde 1997. La hoja de ruta de la electrificación de Toyota, con la vista puesta en una sociedad sin emisiones de CO₂, arrancó hace más de 25 años con el nacimiento de la tecnología híbrida, y desde entonces seguimos trabajando en ese objetivo. Esto demuestra el compromiso de la marca para ayudar a lograr una movilidad sostenible gracias a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂) para ayudar a combatir positivamente el cambio climático y una reducción de las emisiones de gases contaminantes (NO_x y partículas) que afectan directamente a la salud de las personas. De hecho, las emisiones de NO_x son más de un 90% inferiores al límite establecido por la legislación actual, por ejemplo, en Yaris Hybrid las emisiones de óxidos de nitrógeno son solo de 6 mg / km, en comparación con el límite esperado de 60 mg / km de automóviles de gasolina Euro6 y 80 mg / km de diésel Euro6. Empezar acciones para afrontar el cambio climático es una cuestión apremiante en todo el mundo, y la promoción de energías sostenibles y bajas en carbono es desde hace ya tiempo un gran objetivo. Por eso, la compañía da un paso más para hacer frente a los retos medioambientales, situando las tecnologías en torno al hidrógeno en primer plano y tratando de convertirlo en la fuente de energía principal de la sociedad del mañana. Una sociedad futura en la que no solo no habrá emisiones, sino que además iremos más allá, conectando a personas, edificios y vehículos en un ecosistema único, que dará lugar a una sociedad mejor, con la movilidad para todos como eje, una movilidad que va más allá de los automóviles y que tiene que ver con superar retos y hacer realidad los sueños. El apoyo de Toyota al deporte olímpico y paralímpico se plasma además a través de Start Your Impossible, la iniciativa corporativa global que pretende servir de inspiración y busca la consecución de una sociedad más inclusiva y sostenible

FINALIZÓ LA SEGUNDA COHORTE DE LA DIPLOMATURA EN HIDRÓGENO VERDE

El miércoles 22 a las 10 horas se entregaron un total de 66 diplomas, que se suman a los 36 entregados en la primera cohorte en 2022. El acto se llevó a cabo en el Campus de Viedma y, en conexión simultánea, en las aulas híbridas de la Sede Alto Valle-Valle Medio en Allen y de la Sede Andina en Bariloche.

22 NOV, 2023.- Este miércoles 22 de noviembre finalizó la segunda cohorte de la Diplomatura en Hidrógeno Verde de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) en las tres sedes de la institución con la entrega de 66 certificaciones, que se suman a los primeros 36 diplomas entregados en diciembre de 2022.

El acto de entrega de diplomas, de la mano del rector de la UNRN Anselmo Torres, será a las 10 horas en el aula 10 del Campus de la UNRN Sede Atlántica en Viedma, ubicado en la RP N°1 y Rotonda Cooperación y, en conexión simultánea, en las aulas híbridas de la UNRN Sede Alto Valle-Valle Medio en Allen (aula 103, en Dr. Jonas Salk y Dr. Albert Einstein) y de la UNRN Sede Andina en San Carlos de Bariloche (aula B10, Edificio Anasagasti II, en Anasagasti 1463). En cada sede la entrega de los diplomas estuvo a cargo de los respectivos vicerrectores, Andrea Tapia y Diego Aguiar.

La Diplomatura, dictada de manera virtual, tuvo como ejes centrales el nuevo paradigma energético, su impacto ambiental, social y económico, los métodos de producción, aplicaciones, seguridad y marco normativo; un enfoque necesario para proveer de recursos humanos formados para consolidar el Plan Estratégico de Hidrógeno Verde que impulsa el Gobierno de Río Negro en materia energética y de mitigación de los efectos del cambio climático.

Cuenta con 16 especialistas provenientes de todo el país y tanto los 66 egresados de este año como los primeros 36 diplomados en 2022 tienen



distintas profesiones y oficios: médicos, abogados, docentes del nivel primario, secundario y universitario, empleados de distintos organismos del Estado y de la construcción.

Esta formación es parte de las acciones previstas en el convenio rubricado en 2022 entre la Provincia, la Universidad y la Fundación de la Universidad Nacional de Río Negro que tiene como objetivo la formación de ciudadanos críticos en esta temática.

La UNRN y el Gobierno provincial impulsan desde entonces, iniciativas conjuntas para formar recursos y sumar conocimientos sobre la incorporación de nuevas tecnologías y procedimientos medioambientales. Entre ellas, la creación en 2022 del Instituto de Hidrógeno Verde cuyo objetivo principal es la promoción y difusión de acciones y proyectos articulados entre ambas instituciones que sirvan de insumo para la toma de decisiones estratégicas en el ámbito de la provincia de Río Negro.

El Dr. Juan Carlos Bolcich, Presidente de la Asociación Argentina del Hidrógeno y alma mater de esta iniciativa felicitó virtualmente a los diplomados.

Fuente: Universidad de Río Negro





In Memoriam

Dr. WALTER ENRIQUE TRIACA

1939 - 2024



El Dr. Walter Triaca nació en la ciudad de La Plata, capital de la Provincia de Buenos Aires en 1939 y curso sus estudios universitarios en la Universidad Nacional de La Plata donde culminó en la entonces Facultad de Química y Farmacia con su tesis doctoral bajo la dirección del Dr. Alejandro Arvía. Luego continuó sus estudios postdoctorales en el John Harris, Laboratory of Chemistry de la Universidad de Pennsylvania bajo la dirección del Dr. John Bokris trabajando sobre celdas de combustible en medios fundidos. A su regreso al país, ingresó a la Carrera de Investigador del CONICET y se reincorporó al INIFTA continuando sus estudios cinéticos de reacciones electroquímica en sales fundidas hasta 1984 y, posteriormente, y hasta 1992 trabajó en los campos de Electrocatalisis y Ciencia de los Materiales. En los últimos años su labor de investigación se ha orientado especialmente hacia el diseño y desarrollo de nuevos materiales de electrodos para su empleo en sistemas de conversión y almacenamiento de energía.

Su vasta labor de investigación queda claramente documentada en más de un centenar de publicaciones científicas realizadas en el país y en el exterior. Asimismo, ha publicado capítulos de libros y artículos de revisión en temas de su especialidad. Por su parte el Dr. Triaca y sus colaboradores publicaron un “Manual de Componentes en Operación de Baterías de N_2/H_2 , tipo CPV para Misiones Espaciales”, edición publicada por la CONAE, institución para la cual se efectuaron valiosos trabajos en el marco del Plan Satelital. Numerosas otras contribuciones han quedado documentadas en informes técnicos específicos y dos patentes de invención. Para el desarrollo de las tareas comentadas ha recibido en forma continuada subsidios y apoyos de organismos nacionales e internacionales. La labor de investigación científica original que ha realizado el Dr. Triaca en los campos de la electrocatálisis y de Conversión Electroquímica de energía mereció el reconocimiento de la comunidad científica en el ámbito internacional. Así, por ejemplo, fue elegido en 1993 Co-chairman (Division Officer) de la División 5: “Electrochemical Energy Conversion and Storage” de la International Society of Electrochemistry (ISE) para el período 1994-1998. Mientras estuvo en esas funciones se le confirió la responsabilidad de organizar reuniones científicas internacionales de la ISE, de actuar como Chairman del Simposio en el 45th ISE Annual Meeting, Porto, Portugal (1994) y en el 46th ISE Annual Meeting, Xiamen, China (1995) y como miembro del Comité Científico del 47th ISE Annual Meeting, Veszprém-Balatonfüred, Hungría (1996).

Por otra parte, muchas de sus publicaciones científicas han sido citadas frecuentemente en numerosos trabajos de muy alto nivel realizados en prestigiosos laboratorios internacionales. Además, merecen ser mencionadas las numerosas y valiosas acciones de cooperación científica que durante su carrera logró concretar con laboratorios internacionales de reconocido prestigio. Colaboraciones.

El Dr. Triaca inició su actividad docente en la UNLP a partir de 1960, donde se desempeñó como Profesor Titular Ordinario de la Cátedra de Procesos Electroquímicos en la facultad de Ciencias Exactas de esa Universidad. Tras su jubilación, el destacado especialista fue designado Profesor Emérito de la UNLP a propuesta de la comunidad de la unidad académica en la que ayudó a formar a miles de profesionales. También fue invitado, en reiteradas oportunidades, como Profesor Visitante por diversas universidades nacionales, así como por universidades y centros de Investigación en Alemania, Italia, Brasil, México, y los Estados Unidos de Norte América y participó en el dictado de una treintena de cursos de postgrado. Desde 1980 se desempeñó como Investigador Principal del CONICET convirtiéndose luego en Investigador Superior. Asimismo, es destacable su valioso aporte a la formación de recursos humanos ya que ha dirigido las tareas de un importante número de becarios, tesistas, técnicos y

pasantes, cabiendo destacar que una buena parte de los discípulos que ha formado ocupan actualmente posiciones importantes en el ámbito académico o empresarial. Ha realizado también numerosas tareas en la dirección de grupos y centros de investigación. En 1975 fue nombrado Coordinador de la División Electroquímica del INIFTA y también fue Miembro de su Consejo Asesor. Desde 1988 y hasta 2002, fue Sub director del INIFTA y, en varias oportunidades, y por diferentes períodos estuvo como director a cargo de ese Instituto. Asimismo, ha tenido una continuada y activa participación en comisiones asesoras y organismos de evaluación del sistema nacional de ciencia y tecnología, habiendo actuado en el ámbito del CONICET. La CIC-PBA y la SECyT. Ha sido también asesor del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de Materiales, consultor de la JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) en el área de la catálisis y más recientemente ha colaborado muy eficazmente en varios emprendimientos de la Academia Nacional de Ciencia Exactas, Físicas y Naturales. Aparte de todo lo hasta aquí expresado, debe remarcarse muy especialmente que el Dr. Walter Triaca es considerado como uno de los referentes nacionales en el campo de las celdas de combustible y en la utilización de tecnologías basadas en el uso de hidrógeno como vector de energía alternativa.

En consonancia con la política que lleva adelante el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), junto a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), el Dr. Triaca ha impulsado la creación del Centro de Investigaciones y Transferencia (CIT) de Chubut del cual fue su primer director. Allí ha manifestado desde el principio que “Nuestra prioridad es el desarrollo de proyectos que tengan fuerte impacto en el sector productivo”

El Dr. Walter Enrique Triaca ha formado parte de la Asociación Argentina del Hidrógeno desde sus comienzos ya que ha sido uno de los socios fundadores.

El presidente de la Asociación Argentina del Hidrógeno ha tenido el pesar de comunicar a sus integrantes el fallecimiento del Dr Ing Profesor Don Walter Triaca, socio fundador de nuestra Asociación y muy estimado consocio, acaecido el 19 de Enero de 2024 en la ciudad de La Plata, donde residía.

La AAH ha transmitido a su familia nuestras condolencias e invocaciones al Señor por su eterno descanso. Con especial cariño y respeto acompañamos a sus hijas Claudia y Adriana Triaca, sus nietas Sofía y Martina Morales y sus hermanos Enrique y Gladys Triaca

Su excelencia académica y su permanente y excelente humor y predisposición siempre serán recordadas como parte importante de nuestra historia.

HIDRÓGENO BLANCO

Lic. Carlos Ares

AAH - Asociación Argentina del Hidrógeno

La norma ISO 14687 caracteriza al Hidrógeno por su grado de Pureza (%) mientras que la “limpieza” por su huella de carbono (gCO₂/kgH) en el proceso de producción será determinada a través de la futura ISO 19870. Adicionalmente, el uso diario le ha asignado un color a cada tipo de H₂ para su rápida identificación.

Reserva el color blanco para el hidrógeno natural, conocido como **hidrógeno blanco**, que es hidrógeno molecular que se encuentra a diferentes profundidades de la corteza terrestre. También denominado nativo o geológico, dorado o gold, se encuentra generalmente confinado en yacimientos. Es creado o generado por procesos geológicos naturales. También podemos definirlo por el opuesto, como aquel tipo de hidrógeno que no ha sido producido artificialmente por la acción del hombre.

Su localización en dichos reservorios aislados ha sido muy poco frecuente, hasta hora.

Antecedentes históricos

Las conocidas “Llamas de Quimera”, cerca de Antalya en Turquía, son alrededor de una docena de respiraderos activos que contienen una mezcla de metano y entre 7,5% y 11,3% de hidrógeno. Han estado ardiendo durante más de 2.500 años.

Recientemente se precisó la proporción de hidrógeno de esas emanaciones que, por su antigüedad, permiten afirmar que provienen de una fuente renovable.

La tradición oral ha sustentado la creencia que el fuego que arde aquí, constantemente, es el origen de la primera llama olímpica.

Hasta el siglo pasado la existencia de hidrógeno en forma natural no era bien conocida. Si bien, en el ambiente de la geología, se sabía o sospechaba de su existencia, no despertaba interés suficiente para investigar las potenciales reservas de este abundante elemento.

Formación

No hay completa certeza sobre la forma de generación del hidrógeno natural, pero hay coincidencias que permiten localizarlo en muchos entornos geológicos distintos, como en fondos oceánicos, en la corteza terrestre, en los gases volcánicos y en fuentes hidrotermales, entre otros.

El hidrógeno natural se genera continuamente a partir de una variedad de procesos geológicos naturales. Las potenciales formas de generación natural serían:

- Contacto del agua con agentes reductores del manto terrestre;

En las áreas meso-oceánicas, conocidas también como dorsales oceánicas, en la zona de la delgada corteza oceánica, donde el manto se encuentra más próximo, es habitual encontrar profusas fuentes de hidrógeno en forma de emanaciones.

Allí se forma mediante el proceso de serpentinización (hidratación de minerales ricos en hierro), consistente en la reacción del agua con rocas ultrabásicas (rocas ígneas formadas en un muy alto porcentaje por hierro y magnesio). Existe coincidencia en que el 80% de los hallazgos de hidrógeno natural se deben a este proceso geológico.

- Interacción del agua con superficies rocosas recién expuestas (meteorización)
- Descomposición de iones hidroxilo en la estructura de minerales;
- Radiólisis natural del agua mediante la división de las moléculas de agua. Este fenómeno es producido durante la desintegración radiactiva del uranio o torio, que emiten partículas alfa. Consiste en un proceso de electrólisis natural. Se calcula que la radiólisis genera el 20% complementario al proceso de serpentinización, ya mencionado.
- Fuentes biogénicas, producto de actividad biológica que produce la descomposición de la materia orgánica.

Este origen concita el acuerdo científico, aunque esos mismos profesionales admiten que no se conoce el comportamiento de los microorganismos en la generación de hidrógeno.

- Salmueras geotérmicas. Habitualmente, el grado de pureza del hidrógeno generado por estas fuentes es superior al 70%.

Fuente: Zgonnik et al. Progress in Earth and Planetary Science (2015) 2:31. "Evidence for natural molecular Hydrogen seepage associated with Carolina bays (surficial, ovoid depressions on the Atlantic Coastal Plain, Province of the USA)"

Hallazgos - El caso MALI - Su impulso catalizador

En 1987, los excavadores de pozos habían llegado a la aldea de Bourakébougou, Malí, para perforar en busca de agua, pero habían renunciado a un pozo seco a una profundidad de 108 metros. "Mientras tanto, el viento salía del agujero, dijo

Konaré a Denis Brière, petrofísico y vicepresidente de Chapman Petroleum Engineering, cuando un perforador miró dentro del agujero, mientras fumaba un cigarrillo y el viento explotó en su cara".

"No murió, pero fue quemado", continuó Konaré. "Y ahora teníamos un gran incendio. El color del fuego durante el día era como el agua azul con gas y no tenía contaminación por humo negro. El color del fuego en la noche era como oro brillante, y en todos los campos podíamos vernos a la luz. ... Teníamos mucho miedo de que nuestra aldea fuera destruida".

Se tardaron semanas en apagar el fuego y tapar el pozo. Y allí se sentó, rechazado por los aldeanos, hasta 2007. Fue entonces cuando Aliou Diallo, un rico hombre de negocios maliense, político y presidente de Petroma, una compañía de petróleo y gas, adquirió los derechos de prospección en la región que rodea Bourakébougou.



En 2012, reclutó a Chapman Petroleum para determinar qué salía del pozo. Protegidos del calor de 50°C, en un laboratorio móvil, Brière y sus técnicos descubrieron que el gas era 98% hidrógeno.

Eso fue extraordinario: el hidrógeno casi nunca aparece en las operaciones petroleras, y no se pensaba que existiera

mucho dentro de la Tierra. "Tuvimos celebraciones con mangos grandes ese día", dice Brière.

En pocos meses, el equipo de Brière había instalado un motor Ford calibrado para quemar hidrógeno. Su escape era agua. El motor estaba conectado a un generador de 30 kW que le dio a Bourakébougou sus primeros beneficios eléctricos: congeladores para hacer hielo, luces para las oraciones vespertinas en la mezquita y un televisor de pantalla plana para que el jefe de la aldea pudiera ver partidos de fútbol. Los puntajes de las pruebas de los niños también mejoraron. "Tenían la iluminación para aprender sus lecciones antes de ir a clase por la mañana", dice Diallo. Pronto renunció al petróleo, cambió el nombre de su compañía a Hydroma y comenzó a perforar nuevos pozos para determinar el tamaño del recurso subterráneo.

La transcripción de estos pormenores históricos del descubrimiento de Mali, se justifican porque guardan paralelismo con la perforación del primer pozo petrolífero moderno, por Edwin Drake, en 1859 en Pensilvania, que dio comienzo a una nueva y revolucionaria era energética.

El descubrimiento de Mali fue una evidencia vívida de lo que un pequeño grupo de científicos, estudiando pistas de filtraciones, minas y pozos abandonados, había estado diciendo durante años: contrariamente a la sabiduría convencional, pueden existir grandes reservas de hidrógeno natural en todo el mundo, como el petróleo y el gas, pero no en los mismos lugares. Estos investigadores afirman que las reacciones agua-roca en las profundidades de la Tierra generan continuamente hidrógeno, que se filtra a través de la corteza y, a veces, se acumula en trampas subterráneas.

Fuente: Denis Briere; Prinzhofer et al., 2018; Hydroma, 2021.

Hydroma fue adquirida por Canadá y comienza el W.A.B.G.D.

Petroma, la firma de Mali, comenzó sus actividades en 2006 en exploración petrolera. La empresa inició una fase de trabajos de investigación y exploración con varios socios internacionales, entre ellos Chapman Petroleum Engineering, expertos en ingeniería, geología y geofísica para la industria del petróleo y el gas en Canadá y a nivel mundial.

El Holding Petroma Inc. se convierte en Hydroma Inc (una compañía canadiense) en 2019. A finales de 2020, Hydroma se embarcó en el desarrollo del hidrógeno verde y dio inicio al Big Green Deal de África Occidental (W.A.B.G.D.), una iniciativa que tiene como objetivo incluir el hidrógeno verde y natural en la combinación energética africana.

Fuente: Hydroma Inc.

¿Hidrógeno natural renovable?

Hasta ahora es posible encontrar dos corrientes de opinión respecto de la capacidad de "renovación" que pueda generar un reservorio de hidrógeno natural.

La primera sostiene que el hidrógeno natural puede ser no sólo limpio, sino también renovable, ya que siempre se produce de nuevo, cuando el agua subterránea reacciona con minerales de hierro a temperaturas y presiones elevadas en nuestro subsuelo. Como antecedente histórico, hace más de un siglo, Ernst Erdman documentó el flujo de 3,6 m³ de hidrógeno por día durante 4,5 años en la mina de sal Leopoldshall en Strassfurt, Alemania (Erdmann, 1910).

Otro indicio de la cualidad de renovable es que en la década desde que los pozos comenzaron a extraer hidrógeno en Mali, los flujos no han disminuido. Prinzhofer, asesor del proyecto, expresó que "El hidrógeno aparece, en casi todas partes, como una fuente de energía renovable, no fósil".

La otra línea argumental afirma que no en todos los casos el hidrógeno se repone naturalmente y que depende de las condiciones geológicas del yacimiento en consideración.

La industria petroquímica produjo históricamente hidrógeno gaseoso por el proceso de reformado de metano con vapor (SMR) satisfaciendo la demanda a bajo costo, logrando un equilibrio por casi un siglo.

Ni las empresas de petróleo ni las de minería se dedicaron a su búsqueda, aun cuando supiesen de la existencia de este gas bajo tierra. Ello sucedió recién ahora, cuando convergieron el incremento de la demanda mundial por la necesidad de cambio de la matriz energética y el suceso fortuito de MALI, que obró como disparador en la localización de yacimientos/reservorios de hidrógeno blanco.

Consecuencias del “descubrimiento” de Bourakébougou, Mali

La historia nos remite, desde la antigüedad, al uso de hidrocarburos que afloraban libremente en la superficie terrestre como una suerte de manantiales, por parte de muchas civilizaciones.

Pero la industria del petróleo no se desarrolló hasta que se accedió a los yacimientos mediante la perforación de suelos.

Tanto en la aldea de Bourakébougou como en nuestra incipiente Comodoro Rivadavia de 1907, se perseguía el hallazgo de agua, pero se accedió casualmente a un recurso novedoso y valioso, con la salvedad que el hidrógeno está llamado a mitigar el notable efecto invernadero que abrumba a la humanidad, originado justamente por la combustión de carbón y petróleo, propia de esta era energética en que estamos inmersos. El resultado inmediato para la aldea Malí fue poder disponer de un motogenerador adaptado para quemar hidrógeno, que le permitió una muy

superior calidad de vida a su población. Tuvieron acceso a la energía, todo un logro democrático.

Este acontecimiento ha desatado una carrera para encontrar reservorios de hidrógeno en muchos lugares del mundo entre las nuevas y numerosas startup y las hoy conocidas gigantes del petróleo (las startup de antaño).

Todavía no existe un marco legal universal afiatado para otorgar concesiones, ante los nuevos hallazgos. Australia, EEUU, Canadá, España y Brasil ya han otorgado permisos de prospección.

El interés que ha despertado esta fenomenal fuente de energía limpia ha sido de tal magnitud que motivó se celebrara en plena pandemia la Conferencia Mundial de Hidrógeno Natural (H-Nat 2021) a la que asistieron más de 500 geólogos, empresas y ambientalistas de primer nivel de todo el mundo, con la particularidad que los geólogos provenían de las ramas del petróleo y de la minería, en una conjunción sin precedentes.

Han comenzado a conocerse algunos incipientes resultados, que son muy llamativos por la magnitud de cada hallazgo.

Sólo citaremos los casos más relevantes:

La Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada-Energía (ARPA-E) de **Estados Unidos** ha creado un programa de fomento para despertar el interés en el hidrógeno natural.

En 2019, la startup *Natural Hydrogen Energy* completó el primer pozo de hidrógeno en Nebraska, Estados Unidos, cuyos resultados hasta ahora no están accesibles.

En Estados Unidos, los yacimientos de hidrógeno natural detectados hasta el presente se encuentran principalmente en el oeste del país, en estados como California, Texas, Oklahoma y Nebraska en el centro-oeste.

El Servicio Geológico de este país (USGS) presentó en octubre de 2022, un modelo ante una reunión de la Sociedad Geológica de América (USA), afirmando que podría haber suficiente hidrógeno natural para satisfacer la creciente demanda mundial durante miles de años.

la mitad de la producción anual de hidrógeno a nivel mundial. Un cálculo tentativo valorizaría este recurso en u\$s 46.000M.

Natural Hydrogen Energy perforó el primer pozo de hidrógeno de EE. UU. en campos de maíz y soja en Nebraska. Foto Gentileza: VIACHESLAV ZGONNIK



Australia, por su parte, viene de aprobar un fondo de 2.000 millones de dólares australianos para apoyar los primeros proyectos del país para promover aplicaciones locales y exportaciones, ante el hallazgo de reservorios en el sur del país.

En **Canadá**, se han documentado fuentes de hidrógeno en minas de Ontario.

En **Francia**, La Française de l'Énergie (FDE) reveló que ha encontrado "concentraciones significativas" de hidrógeno natural en uno de los pozos que la compañía perforó previamente en la cuenca minera de Lorena, en el noreste de Francia. (Ver EURACTIV)

Se constató hidrógeno natural disuelto en el acuífero carbonífero a distintas profundidades, comprobándose a 3.000 metros una pureza del 98%. El volumen de este depósito equivaldría a 46 M TonH, casi

Helios Aragón, fundada en 2018 y propietaria de permisos de exploración de gas en el norte de **España** comenzará a perforar el pozo de evaluación Monzón-2 en la segunda mitad de 2024 a un costo de €12 M, con expectativas iniciales de entre 1,1 M TonH y superiores a las 100 M Ton H en la región de Aragón.

En **Brasil** se ha constatado en la cuenca del río Sao Francisco, que el hidrógeno natural se filtra en volúmenes que exceden unos pocos cientos de kg por día por km² (*Maria Rosanne et al*).

Fuente: Prinzhofer et al, marzo de 2019. "Emisión continua de hidrógeno natural de cuencas sedimentarias: el ejemplo de una estructura emisora de H2 brasileña". Journal of International Hydrogen Energy. 44

En **Rusia**, el yacimiento de gas natural de Urengoy, en Siberia, considerado uno de los más grandes del mundo, con una reserva estimada de 7,7 billones de metros

cúbicos de gas, contiene proporciones de hasta el 13% de Hidrógeno.

También se anunciaron hallazgos de yacimientos de hidrógeno natural en **Finlandia, Filipinas, Islandia** (salmueras geotérmicas), **Namibia, Omán y Turquía**.



Costos del Hidrógeno natural

Ian Munro, director ejecutivo de Helios Aragón, la startup que busca hidrógeno en las estribaciones de los Pirineos españoles, expresó que sus costos de equilibrio podrían terminar entre € 0,50 y € 0,70/kgH.

Afirma que: *“Si funciona, podría revolucionar la producción de energía”*.

Varios ponentes del Congreso virtual de hidrógeno natural (mayo 2021) indicaron que los costos de producción de hidrógeno natural eran bajos, con estimaciones que oscilaban entre 0,5 y 1,0 dólares por kg (*Michael Levy, Aqius/Hynat, Suiza y Alain Prinzhofer, HYNAT, Brasil; Viacheslav Zgonnik, Natural Hydrogen Energy LLC, EE. UU.*).

El consenso fue que un precio de ~1 dólar por kg era un objetivo clave para muchos productores de hidrógeno natural.

Paul Lucchese, de la Agencia Internacional de Energía, AIE (IEA), presentó los costos derivados del informe de 2019 de la AIE “El futuro del hidrógeno”, que indica que el hidrógeno gris (SMR) cuesta entre 0,9 y 3,2 dólares por kg, el azul (CCUS) entre 1,5 y 2,9 dólares por kg y el verde entre 3,0 dólares a 7,5 por kg, evidenciando la ventaja competitiva que podría tener el hidrógeno natural.

La invasión rusa a Ucrania produjo inicialmente un fuerte e inesperado aumento del precio del gas natural hacia finales de 2021, que puede volver a incidir nuevamente en el costo del hidrógeno gris (SMR) si se reiteraran esas fluctuaciones, que

pueden exacerbarse con el reciente conflicto del Mar Rojo, que ha obligado a muchos buques petroleros a elegir la más costosa ruta del Cabo.

El Agua

Este vital elemento para la vida humana es utilizado en la producción de hidrógeno para separar su molécula y obtener simultáneamente hidrógeno de alta pureza y oxígeno de la misma calidad. Este último es particularmente apto para usos medicinales. El método habitual es la electrólisis del agua, que requiere del orden de 5kW por Nm³GH (56 kW/kgH), obtenido con una eficiencia en el proceso del 60%, debiendo desperdiciar casi 2 kW/Nm³GH obtenido, con un consumo práctico de agua de 1 litro/Nm³GH.

Según la Irena (Agencia Internacional de Energías Renovables), para producir 409 millones de toneladas anuales de hidrógeno verde y abastecer el 12 % de la

demanda mundial de energía en el 2050, se consumirían entre 7.000 y 9.000 millones de metros cúbicos de agua por año. El total es inferior al 0,25 % del consumo de agua dulce actual. Puede parecer poco, pero se trata de un volumen impactante en un mundo en el que este recurso comienza a escasear en forma vertiginosa y evidente.

Un cambio de paradigma

Las principales ventajas que se aprecian en la utilización del hidrógeno natural son:

- a) Su obtención no requiere de agua como la electrólisis. Aunque pueda usarse el agua de mar desalinizada, siempre presenta el problema “poco soluble” del destino final de las salmueras, que se hacen presentes y gravosas con el transcurso del tiempo. Ésta se considera la mayor ventaja ya que permite una gran libertad en la “obtención”.
- b) De todos los métodos conocidos de “producción” de hidrógeno, la “obtención” es la que menor huella de carbono permite suponer, por amplio margen. Como en todo acto de intervención humana tampoco podemos asumir que la huella pueda ser “cero”, en todos los casos habrá una cantidad de CO₂ que mitigar, dependiendo del caso particular que se trate.
- c) Indudablemente, el muy bajo costo constituye el mayor atractivo del acceso al hidrógeno blanco. Sólo pensar que se pueda prescindir de un enorme y costosísimo parque eólico, o solar y de su mantenimiento, permite augurar una posición predominante.

Hasta ahora el Hidrógeno se consideró un vector de energía limpia, pero a partir de este momento, el hidrógeno natural también debe sumarse a las fuentes primarias de energía.

No podemos ocultar que los actuales procesos de producción de Hidrógeno a partir de metano por el método de reformado de vapor (SMR) emiten 900 MTon CO₂/año, el mismo orden de magnitud que las emisiones globales anuales del sector de la aviación o del transporte marítimo (3% de las emisiones globales cada uno).

El rápido hallazgo de nuevos reservorios de Hidrógeno natural contribuirá a eliminar gran parte de este aporte a los gases de efecto invernadero

Hasta el momento los hallazgos de hidrógeno natural denunciados satisfarían el 25% de la demanda global de hidrógeno. Varios científicos coinciden en que las reservas de este elemento alcanzarán para cubrir el nivel de demanda del 2050, vaticinado en 500MTon/año, durante dos siglos.

Sin lugar a duda, se han abierto las puertas de una nueva era de energía, limpia que permiten augurar un futuro promisorio para la humanidad.

Como en 1907, nuestro país debe encaminarse decididamente a la búsqueda de esta nueva quimera, aunque contemos con enormes reservas gasíferas. Como en toda transición energética, convivirán las dos fuentes primarias de energía por muchas décadas.

La celeridad de la transición hacia la ansiada era del Hidrógeno será dada por la conciencia ecológica de la población de nuestro planeta.

*Fuentes adicionales:
Revista SCIENCE Vol 379 Número 6633
Hidrógeno OCULTO
Newsletter de la AAEE “Dr Erico Spinadel”*



Hidrógeno: Liberando el potencial de Europa gracias a Euractiv

Mientras realizaba trabajos para comprobar el riesgo de bolsas de grisú en las minas abandonadas de la región de Lorena en mayo, La Française d'Énergie (FDE) descubrió un gran depósito de hidrógeno natural, lo que generó esperanzas de que podría cambiar las reglas del juego en el sector energético europeo. transición.

Durante años, investigadores y empresas del sector privado han estado buscando hidrógeno natural poco común, también conocido como hidrógeno nativo o blanco, debido a su potencial como fuente de energía limpia y renovable.

“Si se confirma, se trataría del mayor potencial de hidrógeno natural descubierto hasta la fecha en Europa”, declaró a finales de mayo Philippe de Donato, codirector de investigación del laboratorio GeoRessouces de la Universidad de Lorena, a France 3 Grand-Est.

De hecho, se cree que la cuenca de Lorena podría contener 46 millones de toneladas de hidrógeno natural - equivalente a la mitad de la producción actual de hidrógeno del mundo- y suficiente para contribuir significativamente a los objetivos de descarbonización de la UE.

El hidrógeno natural está presente de forma natural en la corteza y el manto terrestres, explica Isabelle Moretti, investigadora de la Universidad de Pau y del País del Adour. Se puede encontrar en varios lugares: **“en las**

dorsales oceánicas, en las montañas con ofiolitas, restos de antiguas rocas oceánicas, pero también en rocas ricas **en hierro”**, dijo en una entrevista a L'Usine Nouvelle en junio de 2021.

El recurso, que puede aprovecharse cuando se desgasifica en la superficie terrestre o cuando se extrae mediante perforaciones, ha estado en el radar de los científicos durante algún tiempo. Pero surgió un interés más amplio en el recurso a medida que las naciones del mundo buscaban reemplazar el gas fósil con un combustible de combustión limpia.

A diferencia del hidrógeno producido a partir de gas natural o electrólisis, su homólogo natural no requiere agua y requiere poca energía para extraerlo y ocupa muy poca tierra.

Además, su producción no está sujeta a periodos de inestabilidad e incluso es renovable, siempre que "adaptemos el ritmo de extracción al ritmo de generación, como hacemos con el vapor de agua caliente en la geotermia", añadió Moretti.

De hecho, la Tierra produce continuamente hidrógeno natural a través de reacciones químicas relacionadas principalmente con la oxidación de minerales de hierro ferroso.

Todas estas ventajas hacen del hidrógeno natural un recurso mucho más barato que el hidrógeno producido por electrólisis.

El precio del hidrógeno natural se estima en 1 euro el kilo, mientras que el hidrógeno renovable alcanza actualmente los 6 euros, según un documento de posición publicado en febrero a petición de la Comisión Europea por la iniciativa Earth2, un organismo francés que reúne a la industria y a grupos de investigación.

Todos estos argumentos significan que **“este sería el hidrógeno más barato y con menos carbono del mundo”**, dijo Mikaa Mered, especialista en hidrógeno y profesor de Science-Po París que forma parte del comité de expertos de la conferencia Forum Hydrogen Business for Climate en Francia.

Gran potencial en Francia

Es más, los recursos naturales de hidrógeno generados en la Tierra son abundantes, dice Nicolas Pélissier, presidente de la nueva empresa francesa 45-8 Energy, que se especializa en helio e hidrógeno natural. Según sus estimaciones, estas cantidades superarían los 90 millones de toneladas de hidrógeno que se producen actualmente en todo el mundo, un 98% de origen fósil.

"En Francia, es posible imaginar cantidades tales que el país podría ser exportador", dijo Mered a EURACTIV. Francia podría llegar a producir tres millones de toneladas al año, teniendo en cuenta los recursos de la cuenca de Lorena y el potencial actualmente estudiado en los Alpes, Nueva Caledonia y los Pirineos, añadió.

Esto representa poco menos de la mitad de los 6,5 millones de toneladas de hidrógeno con bajas emisiones de carbono que el país espera producir para 2030.

Pero existen recursos en otras partes de Europa, incluidos España, Alemania,

Kosovo, Islandia, Finlandia, Suecia, Polonia, Serbia, Noruega, Ucrania, Rusia y Kazajstán.

Más allá de Europa, Mali explota un pozo desde 2014, mientras que Namibia, Brasil, Canadá e incluso Estados Unidos, que actualmente está perforando un pozo en Nebraska, muestran interés.

“Actualmente estamos en la fase de evaluación del potencial industrial del hidrógeno natural”, afirma Pélissier. "Necesitamos seguir desarrollando y adaptando nuevas tecnologías, en particular tecnologías de exploración, para abordar este problema adecuadamente", dijo a EURACTIV Francia.

45-8 Energy ha estado trabajando para eliminar algunas barreras tecnológicas mediante un sensor para detectar y monitorear el hidrógeno natural bajo tierra, un proyecto que ha despertado el interés de los principales grupos energéticos y las autoridades públicas.

En febrero de 2022, el grupo energético francés Engie lanzó una cátedra industrial en colaboración con la Universidad de Pau y la región de Adour para estudiar el comportamiento del hidrógeno subterráneo. La empresa también forma parte de la iniciativa Earth2 lanzada por unas cuarenta entidades interesadas en el proyecto, entre ellas TotalEnergies, 45-8 Energy, Teréga y el organismo público de investigación francés CNRS.

Objetivos de la UE

Para 2030, la UE pretende importar 10 millones de toneladas y producir 10 millones de toneladas de hidrógeno renovable para reemplazar el gas fósil importado de Rusia. Para 2050, el objetivo es 60 millones de toneladas al año.

Por ahora, la legislación de la UE solo se ocupa del hidrógeno renovable y con bajas emisiones de carbono, definido en una serie de normas de implementación conocidas como actos **delegados**. Pero Mered cree que “el hidrógeno natural entraría dentro del alcance del mandato de la Comisión Europea”, y agrega que pueden ser necesarios nuevos estándares.

A nivel nacional, Francia decidió incluir el hidrógeno natural en el código minero del país para explotar recursos minerales en abril de 2022, antes de la fecha límite impuesta por la UE.

El interés también es palpable en España, ya que el grupo dispuesto a explotar recursos en los Pirineos está presionando al legislador para que flexibilice las normas mineras.

Sin embargo, el interés a nivel de la UE es menos claro. Según un funcionario de la Comisión, la Comisión aún no ha llevado a cabo una evaluación completa del potencial del hidrógeno natural ni ha planteado los problemas de sostenibilidad que podrían estar asociados con él.

No operativo antes de 2028

En cualquier caso, es poco probable que el hidrógeno natural contribuya significativamente a los objetivos climáticos de la UE para 2030.

“No habrá producción a gran escala antes de finales de la década. Los programas que se consideran más avanzados no estarán operativos antes de 2028”, señala Mered.

Pero a largo plazo, el hidrógeno natural **“merece la pena investigar, ya que ayudaría, como otras fuentes, a reducir la presión sobre el sistema eléctrico que supondrá la producción de hidrógeno por electrólisis”, afirma**

Simón Pujau, responsable de relaciones institucionales. en France Hydrogène, una asociación industrial, dijo a EURACTIV. Además, es posible que todavía haya que superar algunos obstáculos, como convencer a la opinión pública de los beneficios.

“Somos muy cautelosos cuando se trata de consumir energía extraída, lo que puede plantear diversos problemas: desplazamiento de poblaciones, monopolización de los ingresos económicos, etc.”, Anna-Lena Rebaud, responsable de cuestiones de combustibles fósiles en la ONG Amigos de la Tierra en Francia, dijo a EURACTIV.

Para 45-8 Energy, los errores del pasado no se pueden repetir: “Somos extremadamente transparentes y queremos desarrollar una nueva forma de gestionar el subsuelo”, afirma Pélissier.

“Nos aseguramos de que los residentes y las autoridades puedan beneficiarse de las ventajas de explotar recursos, como alimentar edificios públicos y reutilizar el calor residual”, añadió Pélissier. La escala desconocida de los depósitos complica las cosas, lo que requeriría un consenso internacional sobre la minería. **“A finales de año, el gobierno estadounidense publicará el primer estudio internacional para cuantificar el recurso”, añadió Mered.**

European Clean
Hydrogen Alliance



[Editado por Frédéric Simon y Alice Taylor]
Este artículo fue elaborado con el apoyo de la conferencia Forum Hydrogen Business for Climate.

Transportador de amoníaco y LCO₂

Mitsubishi Shipbuilding y NYK Line obtienen la aprobación en principio (AiP) de la sociedad de clasificación japonesa ClassNK para el carrier

2023-06-29 - Mitsubishi Shipbuilding Co., Ltd., parte del grupo Mitsubishi Heavy Industries (MHI), y Nippon Yusen Kabushiki Kaisha (NYK Line) han obtenido la aprobación en principio (AiP)* de la sociedad de clasificación japonesa ClassNK para un barco que puede Transportar amoníaco y CO₂ licuado (LCO₂).

Los transportadores de LCO₂ desempeñan un papel importante como uno de los medios para transportar eficientemente el CO₂ capturado y licuado a sitios de almacenamiento o sitios de uso efectivo en la cadena de valor CCUS (Captura, Utilización y Almacenamiento de dióxido de carbono)**, lo que está atrayendo la atención como uno de los medios para hacer realidad una sociedad baja en carbono y descarbonizada.

El amoníaco está atrayendo el interés mundial como energía limpia de próxima generación que no emite CO₂ durante la combustión. El movimiento para utilizar estratégicamente el amoníaco en la descarbonización también está ganando impulso en todo el mundo.

Mitsubishi Shipbuilding y NYK Line han estado trabajando en el desarrollo tecnológico de buques dedicados a amoníaco o LCO₂, y ambas empresas ya han estado colaborando en el desarrollo técnico de grandes buques de LCO₂. Con esta adquisición de AiP, las dos empresas utilizarán su conocimiento acumulado sobre amoníaco y LCO₂ para lograr el transporte seguro y económico de amoníaco y LCO₂ en el mismo transportista.



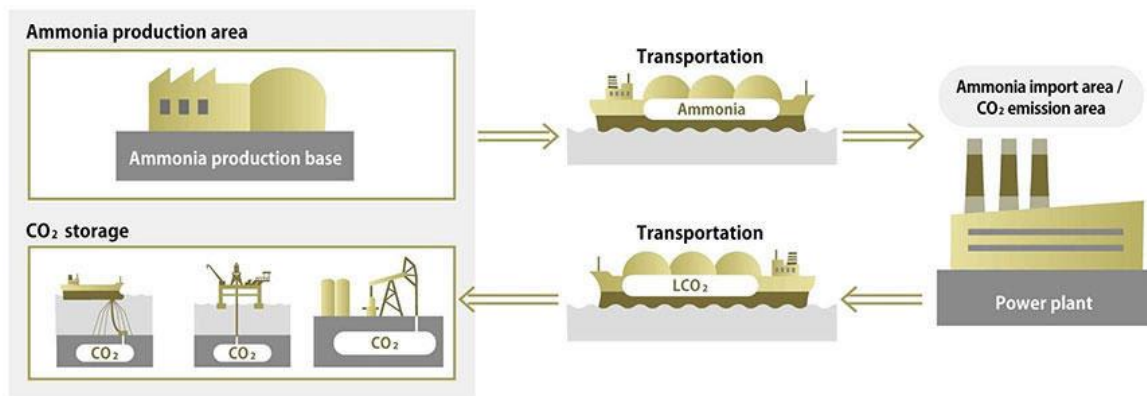
En ese caso, el transportista podría transportar amoníaco a las centrales térmicas en la ruta de ida y luego transportar el CO₂ emitido por las centrales térmicas a los sitios de almacenamiento en la ruta de regreso.

MHI Group está trabajando estratégicamente para fortalecer el negocio de transición energética, y Mitsubishi Shipbuilding está promoviendo el desarrollo y la comercialización de transportadores de amoníaco y LCO₂ como integrador de sistemas marinos, con el objetivo de construir una cadena de valor que abarque tierra y mar y lograr una sociedad descarbonizada. Además, NYK Line continuará desarrollando diversas tecnologías, incluidos "transportadores de amoníaco y CO₂ licuado", a través del AiP adquirido esta vez, utilizando su abundante conocimiento de las operaciones de los buques. NYK Line contribuirá a lograr una sociedad neutra

en carbono promoviendo el establecimiento de la cadena de valor CCUS y la cadena de valor del amoníaco.

*La aprobación en principio (AiP) indica que un organismo de certificación ha revisado el diseño básico y ha confirmado que cumple con los requisitos técnicos y estándares de seguridad. La inspección de este sistema se realizó con base en el Código IGC que aplica a embarcaciones marítimas que transportan gas licuado a granel y las normas de clasificación de barcos de ClassNK.

**CCUS se refiere a "captura, utilización y almacenamiento de carbono" y es un proceso que captura el CO₂ liberado por plantas de energía térmica, fábricas, etc. y lo utiliza en procesos de producción de cultivos, productos químicos, materiales de construcción, etc. o lo almacena en una formación geológica subterránea estable.



Ejemplo de funcionamiento de un "buque de transporte que combina amoníaco y CO₂ licuado"

Fuentes:
Mitsubishi Heavy Industries
NIK Nippon Yusen Kabushiki Kaisha



Reino Unido y Alemania se asocian para seguir avanzando en el desarrollo del hidrógeno

Reino Unido y Alemania firman un acuerdo para ayudar a acelerar el desarrollo de una industria internacional del hidrógeno.

Departamento de Seguridad Energética - Net Zero y Lord Callanan



El Ministro de Eficiencia Energética y Finanzas Verdes, Lord Callanan, y el Secretario de Estado de Energía, Philip Nimmermann.

Londres - 26 de Septiembre de 2023

- La tecnología, el comercio y las economías se verán impulsados por una nueva asociación
- Dos potencias clave del hidrógeno colaboran para avanzar en el futuro de la fuente de energía
- Lord Callanan y el Secretario de Estado Nimmermann firman una declaración en Berlín

Un nuevo e importante acuerdo entre el Reino Unido y Alemania podría ayudar a acelerar el desarrollo de una industria internacional del hidrógeno, con los dos países a la vanguardia de su desarrollo.

Firmada hoy en la Embajada del Reino Unido en Berlín por el Ministro de Eficiencia Energética y Finanzas Verdes, Lord Callanan, y el Secretario de Estado de Energía de la República Federal de Alemania, Philip Nimmermann, una Declaración de Intención Conjunta permitirá que el Reino Unido y Alemania trabajen juntos para apuntalar el comercio internacional de hidrógeno.

Los dos gobiernos también acelerarán el papel del hidrógeno bajo en carbono en la combinación energética de sus países, mostrando al mundo cómo expandir nuevos mercados netos amigables con cero. Se comprometieron a trabajar juntos para seguir avanzando en tecnologías innovadoras y renovables de hidrógeno, apoyando el empleo y la inversión baja en carbono.

La asociación se produce tras una importante inversión de ambos países en el desarrollo del hidrógeno como combustible alternativo. En el Reino Unido, el gobierno está apoyando la nueva producción de hidrógeno con bajas emisiones de carbono con capital del Fondo Neto de Hidrógeno Cero de £240 millones y apoyo a los ingresos del Modelo de Negocio de Producción de Hidrógeno. En Alemania, el gobierno también está apoyando la implementación de la Estrategia Nacional del Hidrógeno

con financiación del Fondo para el Clima y la Transformación, impulsando el impulso del mercado del hidrógeno.

También impulsará aún más el avance hacia cero emisiones netas para 2050 y la seguridad energética de ambos países, alejándose de los combustibles fósiles y hacia alternativas más limpias, seguras y diversificadas.

El Ministro de Eficiencia Energética y Finanzas Verdes del Reino Unido, Lord Callanan, dijo:

El Reino Unido y Alemania son socios naturales para hacer del hidrógeno con bajas emisiones de carbono una forma más limpia y sostenible de impulsar nuestras sociedades.

Este acuerdo apuntalará el desarrollo de este nuevo combustible no solo para nuestros respectivos países sino también para un comercio internacional que podría ser transformador en nuestro trabajo para lograr cero emisiones netas para 2050.

Es a través de estas asociaciones que podemos alejarnos de los costosos combustibles fósiles y, al hacerlo, aumentar nuestra seguridad energética.

El Secretario de Estado de Energía de la República Federal de Alemania, Philip Nimmermann, afirmó:

"Con esta declaración vamos camino de ayudar conjuntamente a desarrollar los mercados europeo e internacional del hidrógeno. Nuestra cooperación no sólo implicará el comercio de hidrógeno y sus derivados, sino también la cooperación en tecnologías e innovación en este campo, lo que será de beneficio mutuo tanto para Alemania como para el Reino Unido.

El hidrógeno es de suma importancia para que podamos cumplir nuestros objetivos de reducción de emisiones. Además, es una gran oportunidad de negocio. Espero una asociación exitosa".

Los líderes acordaron cinco pilares de colaboración:

- Acelerar el despliegue de proyectos de hidrógeno para la industria y los consumidores
- Establecer un liderazgo internacional en los mercados del hidrógeno, estableciendo seguridad y regulaciones para ayudar al comercio.
- Investigación e innovación sobre el hidrógeno, desde la producción hasta el uso final
- Promoción del comercio de hidrógeno, además de bienes, tecnologías y servicios relacionados.
- Análisis de mercado conjunto, para apoyar la planificación y la inversión del gobierno y la industria.

Este trabajo tiene como objetivo hacer que las tecnologías del hidrógeno sean más baratas y accesibles, con el objetivo de reducir los costos de energía para los consumidores en el futuro. A medida que la industria sienta el beneficio de las oportunidades comerciales entre los dos países, la inversión privada en tecnología y proyectos de hidrógeno seguirá el acuerdo.

Proporcionando entornos propicios, los países discutirán estándares de seguridad que pueden usarse internacionalmente con el objetivo de establecer mercados confiables y estables para el hidrógeno sostenible con bajas emisiones de carbono, en particular proveniente de energías renovables.

El acuerdo ayudará aún más al Reino Unido y Alemania a alcanzar sus respectivos objetivos de cero emisiones netas para 2050 y a garantizar un suministro de energía confiable para fines económicos y de seguridad energética, reconociendo el cambiante panorama geopolítico.

Steve Scrimshaw, vicepresidente de Siemens Energy UK&I y miembro del Consejo Asesor de Hidrógeno del gobierno del Reino Unido y del Green Jobs Delivery Group, dijo:

"El Reino Unido y Alemania tienen un historial orgulloso en lo que respecta a la energía verde y la Asociación para el Hidrógeno de hoy refuerza ese compromiso. Impulsar la economía del hidrógeno llevará tiempo. Una cooperación más estrecha entre países como el Reino Unido y Alemania ayudará a acelerar la escala y el ritmo necesarios.

La descarbonización sostenible de la industria es impensable sin hidrógeno renovable, por eso asociaciones como esta son tan importantes. En Siemens Energy cubrimos la cadena de valor de la energía, desde la generación y transmisión de energía hasta el almacenamiento, incluida la tecnología de electrólisis del hidrógeno, y estamos comprometidos a desempeñar un papel clave en Europa y el resto del mundo".

Dennis Schulz, director ejecutivo de ITM Power, dijo:

Como único fabricante de electrolizadores comerciales del Reino Unido, acogemos con satisfacción este acuerdo de colaboración transfronterizo. Una economía eficaz del hidrógeno sólo puede tomar forma si los países forman alianzas como ésta. Alemania es un mercado muy importante para el hidrógeno y para ITM Power.

Actualmente estamos construyendo varios cientos de megavatios de capacidad de electrolizadores para proyectos en Alemania, algunos de los cuales se encuentran entre los proyectos más grandes del mundo. En octubre, abriremos nuestra nueva oficina y centro de posventa en la UE cerca de Frankfurt, lo que fortalecerá aún más nuestros vínculos con nuestros clientes y socios en Alemania y la UE en general.



Michael Lewis, director ejecutivo de Uniper, dijo:

Hoy se marca un hito importante para la cooperación energética germano-británica. Uniper se enorgullece de estar dando forma activamente a la transición energética en el Reino Unido. De hecho, los proyectos de hidrógeno en el Reino Unido son una parte esencial de la nueva estrategia de Uniper y su implementación. Nuestro compromiso de impulsar la producción de hidrógeno a gran escala ya está respaldado por proyectos: Humber H2ub® es un proyecto de producción de hidrógeno de 720 MW con CCS. En su central eléctrica de Ratcliffe, Uniper planea desarrollar una producción de hidrógeno a gran escala y con bajas emisiones de carbono.

Sopna Sury, directora de operaciones de Hydrogen RWE Generation, dijo:

RWE se compromete a incrementar el hidrógeno verde en el Reino Unido y Alemania como parte de sus planes de crecimiento de energía limpia. Para finales de la década, RWE pretende construir 2 GW netos de capacidad de electrolizadores dedicados en nuestros mercados principales, incluido el Reino Unido. Prueba de ello es nuestro proyecto emblemático GetH2 en Lingen, Alemania, y nuestro trabajo de desarrollo de proyectos en Inglaterra, Escocia y Gales. Como empresa energética internacional líder con una fuerte presencia en el Reino Unido, RWE está bien posicionada para apoyar esta asociación y ayudar a poner al Reino Unido y Alemania a la vanguardia de la economía europea del hidrógeno.

Fuente: Gobierno de UK y SFCHA



Performance y emisiones en motores de combustión interna al suministrar hidrógeno gaseoso en el proceso de combustión

Universidad Tecnológica Nacional Regional Buenos Aires
Nicolás A. Galante, Roberto Franzí, Sergio Macchello, Luis Roche y Damián Salinas.

En memoria de los ingenieros Horacio Trigubó y Nicolás Galante.

Introducción

A lo largo de varias décadas la comunidad científica ha dedicado grandes esfuerzos en encontrar un sustituto para los combustibles fósiles, cuyo agotamiento será alcanzado en algún momento.

En la actualidad se considera al hidrógeno un transportador de energía ideal, y una muy buena opción para la descarbonización a gran escala de algunos sectores. Puede ser producido utilizando agua y una fuente de energía de origen diverso, y posteriormente transformado en energía útil de manera eficiente y con impacto en el medioambiente casi nulo. El subproducto de su utilización es agua (o vapor) y una pequeña cantidad de óxidos de nitrógeno (NOx) si se utiliza aire para alimentar la llama de la combustión. Puede utilizarse en cualquier aplicación que actualmente funcione con un combustible fósil como motores de combustión interna, motores a reacción, y en cualquier tipo de vehículos. Considerando el estado actual de la tecnología de producción de hidrógeno, todavía posee un costo de obtención algo elevado, hecho que también impone una limitación para su aplicación masiva.

En el presente trabajo se estudió la aplicación del hidrógeno como aditivo en motores de ciclo Otto. Uno de los objetivos fue la verificación de la factibilidad de una transición tecnológica paulatina, en la dirección a la cual se pretende avanzar para alcanzar las metas de descarbonización impuestas a nivel mundial. Es por ello que se analizó la aplicación del hidrógeno en el estado actual de la tecnología del parque automotor existente, es decir, motores convencionales que han sido diseñados para funcionar con nafta.

Se estudiaron las prestaciones de un motor de ciclo Otto del parque automotor actual, instalado e instrumentado en un banco de ensayos, cuando se le suministraron diferentes cantidades de hidrógeno gaseoso como aditivo al combustible convencional y también, cuando fue alimentado con hidrógeno como único combustible. Para ello se efectuaron pruebas para determinar los valores de potencia, consumo y emisiones contaminantes. Se simularon diferentes condiciones de marcha mediante las variaciones de carga, posición de acelerador y revoluciones por minuto. Adicionalmente se estudiaron las variaciones de las prestaciones y emisiones al modificar algunos parámetros de motor que implicaron solamente calibración (pero no modificaciones constructivas), como ser el avance al encendido y el tiempo de inyección de combustible. También se realizaron pruebas en un motor de ciclo Otto de baja cilindrada de aplicación no-automotriz, cuyo funcionamiento es a velocidad constante.

En estudios previos, se ensayaron diferentes hidrolizadores comerciales para generar in situ un aditivo a base de hidrógeno para alimentar a un motor convencional de ciclo Otto. En aquella oportunidad, apenas se pudieron verificar mejoras al utilizar el aditivo cuando el motor funcionaba en ralentí, probablemente debido a la cantidad insuficiente producida por los hidrolizadores. Es por ello que para que sea de utilidad para los futuros proyectos de hidrolizadores, o para cualquier otro dispositivo capaz de producir hidrógeno para ser utilizado en motores, se decidió inicialmente realizar pruebas con hidrógeno gaseoso provisto exteriormente como aditivo al combustible principal del motor. Una vez completada dicha comparación, los ensayos

prosiguieron hasta llegar a utilizar solamente hidrógeno como combustible. De esta manera, se pretendió generar información de base para la buscada transición de combustibles fósiles a combustibles alternativos limpios, sin que ello signifique un cambio abrupto de tecnología y puesta en desuso de la actual, dado el alto costo inicial y la contradicción a la búsqueda de un planeta más limpio que ello generaría si se consideran los desperdicios producidos.

Características del H₂ como combustible

El hidrógeno posee un elevado poder calorífico másico; posee alta velocidad de llama (cinco veces superior a la de la nafta), lo que permite aproximar el proceso de combustión en un motor de ciclo Otto al ciclo teórico (a volumen constante); la energía requerida para la ignición es muy baja, mejorando así la capacidad de arranque en frío; y posee un amplio rango de inflamación, lo que permite empobrecer la mezcla y consecuentemente, obtener una disminución del consumo de combustible y de las emisiones contaminantes. Al mismo tiempo, si bien posee un gran poder calorífico másico, no lo es así el volumétrico, el cual es bajo respecto a otros combustibles, ocasionando de esta manera algunas dificultades para su almacenamiento en vehículos de transporte, como ser la necesidad de disponer de un volumen muy grande, o almacenarse a una presión muy elevada o en estado líquido. A su vez, la baja energía de ignición podría ocasionar un encendido prematuro de la mezcla y/o contraexplosiones con el solo hecho de ponerse en contacto con gases o puntos calientes. Y su amplio rango de inflamación representa serios riesgos durante su manipulación. Es por ello que, una forma de aplicación del hidrógeno en los vehículos automotores que aprovecharía las ventajas antes mencionadas sin ocasionar demasiadas dificultades técnicas, es la utilización como aditivo en el proceso de combustión de otros combustibles, para obtener una mezcla que combine las características sobresalientes de ambos. El hidrógeno posee buenas propiedades de difusión cuando es mezclado con otros combustibles en variadas proporciones, se combina con la mezcla aire-combustible existente formando una nueva mezcla de gran uniformidad. Cantidades pequeñas de hidrógeno no presentarían inconvenientes a la hora de ser almacenadas, tampoco elevaría tanto el costo de la mezcla de combustible, y

serían más fáciles los controles y soluciones a los temas de seguridad antes mencionados. Por sus propiedades antes mencionadas, el agregado de hidrógeno a la mezcla produce una disminución en el retardo de la ignición como así también en la duración de la combustión, los cuales presentan los mayores valores cuando se trabaja solamente con nafta en el lado rico o pobre de mezcla, no ocurriendo esto mismo en valores de mezcla cercanos a la estequiométrica. Es por ello que en estas condiciones de trabajo se encuentran características de combustión deficiente e inestable. Al mejorar y reducir el valor de esos dos parámetros mediante el aporte de hidrógeno como aditivo, es posible trabajar en la zona pobre de la mezcla, generando así una disminución del consumo de combustible y de las emisiones contaminantes respecto a la condición estequiométrica, debido a la reducción de la temperatura de la combustión de la mezcla y a una combustión más completa.

Los hidrocarburos sin combustionar (HC) y el monóxido de carbono (CO) presentes en el gas de escape del motor están estrechamente relacionados con el factor λ de riqueza de la mezcla. Cuando la mezcla es rica, no existe la cantidad suficiente de oxígeno para reaccionar con todo el carbono, formándose de esta manera dichos productos de combustión en el gas de escape. Los NO_x se forman principalmente debido al nitrógeno contenido en el aire. A bajas temperaturas como las que existen en la atmósfera, la molécula biatómica de nitrógeno es estable, pero a temperaturas elevadas como las que se desarrollan en la cámara de combustión, esta molécula se descompone en dos átomos de nitrógeno, que son los que van a reaccionar para formar los NO_x. A mayor temperatura de llama, mayor cantidad de nitrógeno biatómico se disociará para formar nitrógeno monoatómico, y esta condición se obtiene cuando se utiliza una mezcla ligeramente pobre respecto a la estequiométrica, en la cual tiene lugar la mayor temperatura y se dispone de un exceso de oxígeno para la formación de NO_x. Adicionalmente a la temperatura, la formación de NO_x dependerá también del avance al encendido y del tiempo que dura la combustión, verificándose que mientras más rápida sea, menor será la formación de NO_x debido al menor tiempo de permanencia en la cámara de combustión para que la reacción

suceda. Este último hecho podría estar favorecido por la elevada velocidad de llama del hidrógeno.

Ensayos y resultados

Los motores que se utilizaron poseen diferentes características y aplicaciones. Uno de ellos es un motor estándar naftero de automóvil, el cual fue ensayado en un banco dinamométrico para medir torque, potencia y consumo específico. Estos parámetros observados fueron corregidos teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas, de acuerdo a lo especificado en las normas IRAM-AITA. El otro se trata de un motor naftero de baja cilindrada, el cual no se encuentra instrumentado para registrar los mismos valores antes mencionados, pero de todas maneras por la particularidad de su sistema de dosificación de combustible, es posible evidenciar diferencias de cualidades energéticas entre combustibles con la variación de rpm, ya que su funcionamiento es a velocidad constante.

En ambos motores se registraron HC y CO con un analizador de gases, y se registraron NOx en las pruebas en las que se desarrollaron las mayores temperaturas de gas de escape. En el motor automotriz todas las mediciones de emisiones contaminantes se realizaron en el escape antes del catalizador. En todos los ensayos en los que el hidrógeno se utilizó como aditivo de la nafta, se calculó qué porcentaje del total de energía que ingresaba al motor mediante combustible (nafta + H₂) fue aportado por el hidrógeno.

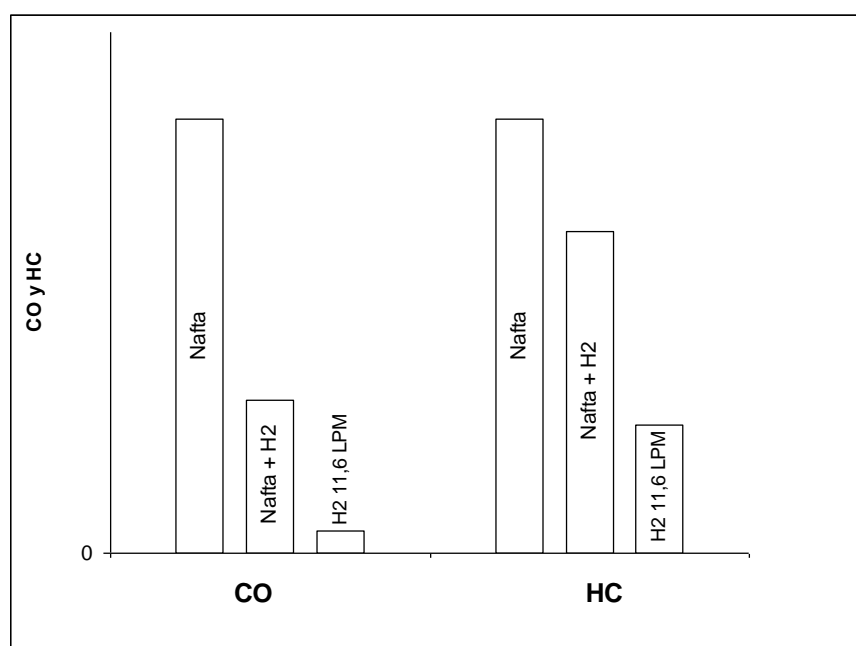
En primer lugar, se realizaron mediciones en ambos motores a fin de compararlas con las obtenidas en un trabajo de investigación anterior, en el cual se utilizaron hidrolizadores que producían un gas compuesto de hidrógeno y oxígeno que se utilizó como aditivo a la nafta. En el motor de baja cilindrada, las pruebas se efectuaron sin modificar la regulación de la dosificación de combustible, a fin de registrar como variaban las

rpm al adicionarse hidrógeno. También se efectuaron pruebas utilizando solamente hidrógeno como único combustible. Los resultados para diferentes adiciones de hidrógeno en litros por minuto (LPM) se observan a continuación (Tabla T1):

T1 - Nafta	H ₂ [LPM]	rpm	CO [% vol.]	HC [ppm vol.]
Apertura Total	0	1450	0,277	308
Apertura Parcial	5	1800	0,098	228
Cerrada	5	1050	0,046	114
Cerrada	11,6	1400	0,014	91
Cerrada	18	1450	0,021	120
Cerrada	21,4	1500	0,061	75

Emisiones de motor de baja cilindrada

Del análisis de estos resultados se aprecia una reducción máxima de 95% en las emisiones de CO y 75% en las de HC con respecto a la nafta cuando se utiliza hidrógeno como combustible único. También se observan mejoras de 65% y 25% de CO y HC respectivamente, cuando el hidrógeno es utilizado como aditivo a la nafta. Como se aprecia en la figura de abajo, en el funcionamiento con hidrógeno solamente, estas dos emisiones disminuyen hasta valores ínfimos, pero siguen encontrándose en el escape a pesar de estar utilizando un combustible sin carbono, siendo



probablemente el resultado de la combustión del aceite lubricante y depósitos de carbono presentes en los componentes del motor.

En el motor automotriz se realizaron unos primeros ensayos en ralentí. Los resultados se pueden observar a continuación (Tabla T2):

T2 - Condición	H ₂ [LPM]	H ₂ [% de energía combustible]	CO [% vol.]	HC [ppm vol.]
Calibración original	0	0	0,675	100
Calibración original	18,1	9	0,697	89
Calibración original	31,2	16	0,561	63
Sólo hidrógeno 0° Avance APMS	145	100	0,000	10

Emissiones de motor automotriz en ralentí

Se puede apreciar una mejora en las emisiones al utilizar hidrógeno como aditivo. Cuando el motor es alimentado solamente con hidrógeno, los valores de emisiones son prácticamente nulos, pero cabe destacar que se trató de una prueba con un exceso de caudal de alimentación de hidrógeno, no siendo viable en la práctica para esa condición de marcha del motor. Se efectuaron varias pruebas con cantidades de hidrógeno menores y con diferentes avances al encendido, encontrando como resultado el funcionamiento inestable del motor, en todos los casos con valores de λ superiores a 1,5. Recién alcanzando caudales superiores a 90 LPM de hidrógeno y de avance al encendido total menor a 13° APMS, se logró empezar a estabilizar el funcionamiento del motor. En todos los casos, a igual caudal de hidrógeno se evidenció un funcionamiento más estable a menor avance al encendido, mostrando de esta manera su relación con la mayor velocidad de llama del hidrógeno.

Se realizaron pruebas con diferentes cantidades de hidrógeno como aditivo, en las que se simularon las condiciones de funcionamiento del motor de un automóvil en ciudad de acuerdo a una combinación de rpm y porcentaje de acelerador (porcentaje de apertura de mariposa): ralentí; baja velocidad en ciudad, la cual fue definida como 2.000 rpm y acelerador al 35 %; y velocidad media en ciudad, definida como 3.000 rpm y 45 % de acelerador.

Las pruebas denominadas “de baja velocidad”

se efectuaron en un principio con la calibración original del motor, la cual fue diseñada para el funcionamiento con nafta; de esta manera la computadora de mando de la inyección de combustible fue la encargada de modificar la cantidad de nafta y el avance al encendido con el aporte de hidrógeno. En las siguientes pruebas se adicionó hidrógeno sin modificar el tiempo de inyección de nafta, el cual se fijó en 2,4 ms.; es decir, a una cantidad fija de nafta se le fue incorporando hidrógeno. Posteriormente se disminuyó el tiempo de inyección de nafta para reemplazarla por hidrógeno. Los resultados pueden observarse en la Tabla T3:

Emissiones y prestaciones de motor automotriz a velocidad baja

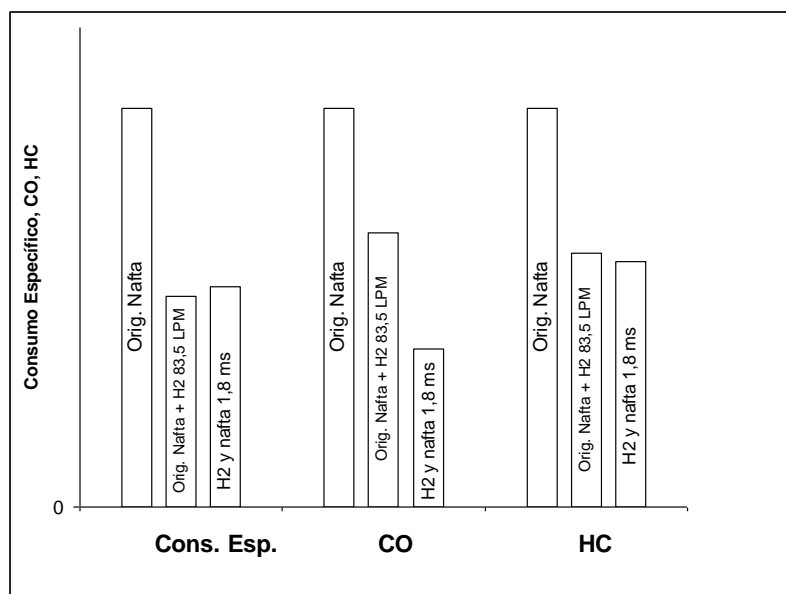
Se aprecia que cuando se utilizó la calibración del motor sin ninguna modificación, la computadora de mando de la inyección fue ajustando la cantidad de nafta para mantener λ prácticamente constante a medida que se incorporó hidrógeno. Las emisiones tuvieron una mejora máxima cercana al 30% y 40% en CO y en HC respectivamente. Lo mismo se observa en el consumo específico de nafta, que refleja una disminución de un 47%. En la segunda serie de ensayos, al dejar fija la cantidad de nafta inyectada e ir adicionando hidrógeno, se puede observar que la mezcla fue tornándose cada vez más rica, con el consecuente aumento del CO y de los HC. Por último, al disminuir la cantidad de nafta inyectada a medida que se incrementó la cantidad de hidrógeno y manteniendo λ constante, se aprecia que las prestaciones mejoraron, obteniéndose resultados parecidos a los obtenidos con la calibración original, es decir que la computadora de mando de la inyección de nafta, la cual no fue concebida para trabajar con hidrógeno gaseoso como aditivo, gestionó de manera satisfactoria la dosificación de combustible para obtener la mayor eficiencia del motor en la primera serie de ensayos. En cuanto a los valores de las emisiones contaminantes, mejoraron respecto a las dos series de ensayos anteriores. Las pruebas de velocidad media se efectuaron manteniendo la calibración original del motor.

Emisiones y prestaciones de motor automotriz a velocidad baja - T3								
Condición	H ₂ [LPM]	H ₂ [% energ. comb.]	Pot. [kW]	Torque [Nm]	C. E. Nafta [gr/kW h]	CO [% vol.]	HC [ppm vol.]	λ
calibr. orig.	0	0	4,26	20,02	574,21	0,933	104	0,95
calibr. orig.	11,6	2	4,42	20,54	548,54	1,047	114	0,95
calibr. orig.	37,8	8	4,59	21,05	462,56	0,668	104	0,98
calibr. orig.	50,8	11	4,72	21,56	454,05	0,677	92	0,98
calibr. orig.	63,9	14	4,73	21,56	412,65	0,640	82	0,98
calibr. orig.	83,5	22	4,73	21,56	303,93	0,642	66	0,98
t.i. 2,4 ms.	11,6	2	4,17	19,90	587,56	1,646	95	0,92
t.i. 2,4 ms.	37,8	7	4,44	20,92	552,00	3,794	107	0,84
t.i. 2,4 ms.	50,8	9	4,60	21,43	560,90	4,874	117	0,80
t.i. 2,4 ms.	63,9	10	4,60	21,43	592,77	5,652	128	0,76
t.i. 2,4 ms.	83,5	14	4,83	21,94	546,57	6,835	144	0,72
t.i. 2,3 ms	11,6	2	4,36	20,92	567,50	0,407	58	0,98
t.i. 2,1 ms	37,8	8	4,60	21,43	465,75	0,485	61	0,98
t.i. 2,0 ms	50,8	10	4,78	21,94	460,69	0,562	59	0,98
t.i. 1,8 ms	63,9	17	4,95	22,45	316,94	0,37	64	0,98

Dado que los valores más elevados de NO_x generalmente se obtienen con temperaturas de combustión elevadas como las desarrolladas bajo estas condiciones de marcha, estos fueron medidos.

Consumo específico y emisiones de motor automotriz a baja velocidad

Se observa que la computadora de mando de la inyección, fue ajustando la cantidad de nafta para mantener λ prácticamente constante a medida que se adicionó hidrógeno. Se obtuvo una mejora en el consumo específico de nafta de un 17%, y pequeñas mejoras en las emisiones contaminantes. A pesar de haber presentado temperaturas de escape más elevadas a medida que se incorporó hidrógeno, la emisión de NO_x mostró valores similares entre sí (Tabla T4). Ello podría deberse, por un lado, al enriquecimiento de la mezcla observado, como así también por el aumento de la velocidad de combustión, y por ende



poco tiempo para la formación de los mismos. Para evaluar los aspectos relacionados con la estabilidad del motor bajo el funcionamiento con hidrógeno como único combustible, se realizaron una serie de pruebas en las cuales se modificó la cantidad de hidrógeno enviado (para generar variaciones de λ) y el avance al encendido total.

Prestaciones y emisiones de motor automotriz a velocidad media -T4									
H ₂ [LPM]	H ₂ [% energ. Comb.]	Pot. [kW]	Torque [Nm]	C. E. Nafta [gr/kW h]	CO [% vol.]	HC [ppm vol]	NOx [ppm vol]	λ	Tesc. [°C]
0	0	9,81	31,24	407,58	0,980	131	1538	1	450
50,8	6	10,14	30,74	381,71	1,256	115	1527	0,95	498
83,5	11	10,32	31,24	341,96	0,898	103	1515	0,97	501

Funcionamiento con hidrógeno a bajas rpm

La columna *Funcionamiento* (en la tabla T5) da una idea cualitativa del comportamiento (tendencia a pararse, marcha uniforme, suavidad, etc.) del motor con respecto al funcionamiento bajo esa misma condición utilizando solamente nafta. Se observa que en las mezclas muy pobres el funcionamiento del motor no fue adecuado, presentando inestabilidad, marcha no uniforme, detonación y tendencia a detenerse. Se obtuvieron mejores prestaciones y un funcionamiento más uniforme ya sea con el enriquecimiento de la mezcla o, a iguales caudales de hidrógeno, con la disminución del avance al encendido. Hecho que puede relacionarse con la velocidad de llama elevada y el poco retardo de la ignición que posee el hidrógeno.

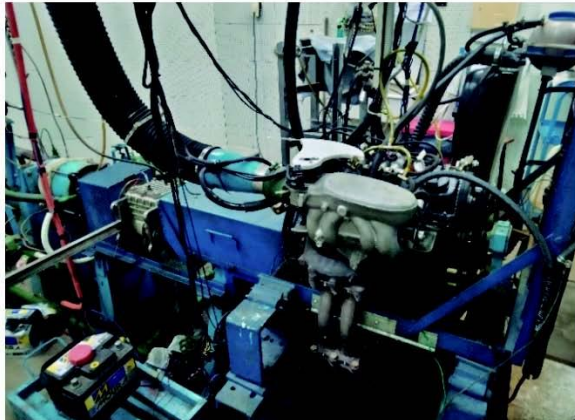
Conclusiones

Ya sea utilizando hidrógeno como aditivo o como único combustible, las emisiones de CO y HC disminuyen debido al menor contenido de carbono en la mezcla combustible y a las características beneficiosas para una combustión más completa y eficiente como ser: alta velocidad de llama, amplio límite de inflamación y menor retardo de la ignición. Sin embargo, si el motor no dispone de un sistema que gestione la cantidad de combustible y aditivo, es probable que gran parte de esos beneficios se pierdan debido a una combustión ineficiente, como pudo observarse en las pruebas del motor de baja cilindrada, donde las emisiones disminuyeron, pero volvieron a incrementarse con el aumento de la cantidad de hidrógeno de alimentación. Esto también se

Funcionamiento con hidrógeno a bajas r.p.m. - T5						
H ₂ [LPM]	rpm	Potencia [kW]	Torque [Nm]	λ	Avance al encendido total [°]	Funcionamiento
83,54	950	0,20	2,04	1,8	27	muy inestable
83,54	1040	0,22	2,06	1,8	20	muy inestable
83,54	960	0,21	2,06	1,6	14	inestable
93,75	1220	1,71	13,39	1,5	17	levemente inestable
93,75	1240	1,80	13,88	1,5	13	levemente inestable
93,75	1240	1,80	13,88	1,5	9	levemente inestable
132	1490	3,02	19,34	1,0	13	normal
132	1505	3,05	19,34	1,0	8	normal
132	1505	3,13	19,83	1,0	4	normal
132	1515	3,23	20,33	1,0	2	normal

puede observar en los ensayos realizados en el motor automotriz que, a pesar de haber sido concebido para funcionar con nafta, la computadora de mando de la inyección de combustible lo dosificó para obtener siempre la mayor eficiencia. Es notorio destacar que, al motor de baja cilindrada, el cual posee un diseño para trabajar con

nafta, fue posible hacerlo funcionar de manera satisfactoria solamente con hidrógeno, sin que ello implique complicación o riesgo alguno.



un diseño de la computadora de mando específico para el funcionamiento con el mismo, podrían lograrse notorias mejoras.



También en el motor automotriz el hidrógeno utilizado como aditivo y como combustible único, demostró proporcionar ciertas ventajas en cuanto a las emisiones contaminantes y al consumo de combustible, siempre que sea administrado de manera correcta, es decir, que genera un funcionamiento más eficiente. Las mezclas ricas no ocasionaron ninguna mejora de prestaciones o emisiones. En cuanto a la emisión de NOx, es probable que confluyan factores que tienden a decrecerlos y otros a incrementarlos, es por ello que no se observa ninguna diferencia significativa. Al estar ligada su producción con la temperatura y a los picos de presión, se ve afectada una posible disminución gracias a una combustión más rápida.

Para un motor que no fue diseñado para trabajar con hidrógeno, la utilización del mismo como único combustible en mezclas muy pobres demostró un funcionamiento inestable, sin embargo, al alcanzar valores de λ iguales o menores a 1,5; el motor demostró un funcionamiento normal y con notorias mejoras en las emisiones. A su vez, se corroboró una mejora en el funcionamiento en cuanto estabilidad con la disminución del avance al encendido, probablemente porque dicho parámetro se adecuó a la combustión más rápida del hidrógeno.

Dado que se pudieron mejorar las emisiones de CO y HC al intervenir los parámetros de la inyección de nafta cuando se utilizó el hidrógeno como aditivo, se concluye que, con

No se pudieron verificar mejoras en la emisión de NOx pues se mantuvieron prácticamente constantes con respecto al funcionamiento con nafta. La utilización de hidrógeno trae aparejada un aumento de la temperatura en la cámara de combustión, como así también de los picos de presión, factores que tienden a incrementar la producción de los mismos. La combustión más rápida del hidrógeno supondría una disminución en la generación de NOx, es por ello que es probable que este hecho haya ocasionado una compensación al aumento producido por la mayor temperatura.

En cuanto a la seguridad del uso del hidrógeno, no se observaron contraexplosiones, ni fueron necesarias adoptar medidas extremas para realizar los ensayos; su manipulación es totalmente factible si se implementa en vehículos automotores, siempre que se tomen las precauciones básicas.

La aplicación del hidrógeno como aditivo a los combustibles convencionales es posible, y permitiría una transición hacia la utilización del hidrógeno como combustible del futuro en reemplazo de los combustibles fósiles. Esta transición daría como resultado, por un lado, aprovechar el parque automotor existente, el cual puede ser adaptado fácilmente; y, por otro lado, añadir antecedentes que contribuyan al desarrollo de tecnologías futuras, en las cuales el uso de hidrógeno en el transporte automotor sea masivo.



TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO

ISO TC 197

NOVEDADES Febrero 2024



Actualmente el TC 197 de ISO mantiene una serie de normas o proyectos en desarrollo que cubren las áreas de especificaciones de producto, seguridad, tanques, conectores y estaciones de servicio para hidrógeno, entre tantos otros. Existen a Enero de 2024: 1 Sub comité y 22 grupos de trabajo activos y participan 34 países miembros plenos y 18 observadores.

Grupos de trabajo en acción 2024

Grupo de trabajo	Título
ISO/TC 197/SC 1	Hydrogen at scale and horizontal energy systems
ISO/TC 197/TAB 1	Technical Advisory Board
ISO/TC 197/WG 1	Liquid hydrogen - Land vehicles fuel tanks
ISO/TC 197/WG 5	Gaseous hydrogen land vehicle refueling connection devices
ISO/TC 197/WG 15	Gaseous hydrogen - Cylinders and tubes for stationary storage
ISO/TC 197/WG 18	Gaseous hydrogen land vehicle fuel tanks and TPRDs
ISO/TC 197/WG 19	Gaseous hydrogen fueling station dispensers
ISO/TC 197/WG 21	Gaseous hydrogen fueling station compressors
ISO/TC 197/WG 22	Gaseous hydrogen fueling station hoses
ISO/TC 197/WG 23	Gaseous hydrogen fueling station fittings
ISO/TC 197/WG 24	Gaseous hydrogen fueling stations - General requirements
ISO/TC 197/WG 27	Hydrogen fuel quality
ISO/TC 197/WG 28	Hydrogen quality control
ISO/TC 197/WG 29	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO/TC 197/WG 30	Joint ISO/TC 197 - ISO/TC 22/SC 41 WG: Gaseous hydrogen land vehicle fuel system components
ISO/TC 197/WG 31	O-Rings
ISO/TC 197/WG 32	Hydrogen generators using water electrolysis
ISO/TC 197/WG 33	Sampling for fuel quality analysis
ISO/TC 197/WG 34	H2generators using water electrolysis test protocols and safety requirements
ISO/TC 197/WG35	Liquid Hydrogen Land Vehicle Fueling Protocol
ISO/TC 197/WG36	Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices - Cryo-compressed H2 gas
ISO/TC 22/SC 41/JWG 5	Joint ISO/TC 22/SC 41 - TC 197 Fuel system components and refuelling connector for vehicles propelled by blends of natural gas and H2
ISO/TC 158/WG 7	Joint ISO/TC 158 - ISO/TC 197 WG: Hydrogen fuel analytical methods

Chairman ISO/TC 197 Argentina



TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO

ISO TC 197

NOVEDADES Febrero 2024



Hasta el presente el TC 197 de ISO ha efectuado o recibido las siguientes publicaciones que pueden adquirirse a través de IRAM vía su sitio Web (www.iram.org.ar) o en Sede de IRAM, calle Perú 552/556 (C1068AAB), Buenos Aires, República Argentina.

Publicaciones

Standard	Título
ISO 13984:1999	Liquid hydrogen - Land vehicle fuelling system interface
ISO 13985:2006	Liquid hydrogen - Land vehicle fuel tank
IRAM ISO 14687	Hidrógeno combustible - Especificaciones de producto
ISO 14687:2019	Hydrogen fuel quality - Product specification
ISO/TS 15869:2009	Gaseous hydrogen and hydrogen blends - Land vehicle fuel tanks
IRAM ISO 15916:2004	Consideraciones básicas de seguridad para sistemas de hidrógeno
ISO/TR 15916:2015	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 16110-1:2007	Hydrogen generators using fuel processing technologies - Part 1: Safety
ISO 16110-2:2010	Hydrogen generators using fuel processing technologies - Part 2: Test methods for performance
ISO 16111:2018	Transportable gas storage devices - Hydrogen absorbed in reversible metal hydride
ISO 17268:2020	Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices
ISO 19880-1:2020	Gaseous hydrogen - Fuelling stations - Part 1: General requirements
ISO 19880-3: 2018	Gaseous hydrogen - Fuelling stations - Part 3: Valves
ISO 19880-5:2019	Gaseous hydrogen - Fuelling stations - Part 5: Dispenser hoses and hose assemblies
ISO 19880-8:2019	Gaseous hydrogen - Fuelling stations - Part 8: Fuel quality control
ISO 19880-8;2019 – AMD1:2021	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 8: Fuel quality control — Amendment 1: Alignment with Grade D of ISO 14687
ISO 19881: 2018	Gaseous hydrogen - Land vehicle fuel containers
ISO 19882: 2018	Gaseous hydrogen - Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers
ISO/TS 19883:2017	Safety of pressure swing adsorption systems for H2 separation and purification
ISO 21087:2019	Gas analysis - Analytical methods for hydrogen fuel - Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles
ISO 22734:2019	Hydrogen generators using water electrolysis - Industrial, commercial, and residential applications
ISO 26142:2010	Hydrogen detection apparatus - Stationary applications



“La energía es el combustible de la economía”

Prof. Nejat Veziroglu
Fundador y actual Presidente Honorario de IAHE
International Association for Hydrogen Energy
Buenos Aires 2003

Producción directa de hidrógeno a partir de agua de mar usando electrólisis de doble membrana

24 de Mayo de 2023.- por David Krause. ¿Se puede producir hidrógeno a partir de agua de mar? El método estándar requiere purificar el agua, lo cual es costoso y añade complejidad al dispositivo. David Krause, del Laboratorio Nacional del Acelerador SLAC de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos, describe una nueva investigación que utiliza electrólisis y una doble membrana directamente sobre el agua de mar para separar el cloruro y aislar el hidrógeno y los hidróxidos. El sistema funciona sin generar subproductos tóxicos como lejía y cloro. Para que el sistema sea más fácil de ampliar, los investigadores planean construir electrodos y membranas con materiales que sean más abundantes y fáciles de extraer. Las lecciones aprendidas también podrían permitirles diseñar membranas más resistentes para aislar otros gases, como el oxígeno.

La mezcla de hidrógeno, oxígeno, sodio y otros elementos del agua de mar la hace vital para la vida en la Tierra. Pero esa misma química compleja ha dificultado la extracción de gas hidrógeno para usos de energía limpia.

Ahora, investigadores del Laboratorio Nacional del Acelerador SLAC del Departamento de Energía y la Universidad de Stanford, con

colaboradores de la Universidad de Oregón y la Universidad Metropolitana de Manchester, han encontrado una manera de extraer hidrógeno del océano canalizando agua de mar a través de un sistema de doble membrana y electricidad. Su diseño innovador demostró ser exitoso al generar gas hidrógeno sin producir grandes cantidades de subproductos dañinos. Los resultados de su estudio, publicado en *Joule*, podrían ayudar a avanzar en los esfuerzos para producir combustibles bajos en carbono.

“Hoy en día, muchos sistemas de conversión de agua en hidrógeno intentan utilizar una membrana monocapa o monocapa. Nuestro estudio unió dos capas”, dijo Adam Nielander, científico asociado del Centro SUNCAT para Ciencia de Interfaz y Catálisis, un instituto conjunto SLAC-Stanford. “Estas arquitecturas de membrana nos permitieron controlar la forma en que se movían los iones en el agua de mar en nuestro experimento”.

El gas hidrógeno es un combustible con bajas emisiones de carbono que actualmente se utiliza de muchas maneras, como para hacer funcionar vehículos eléctricos de pila de combustible y como opción de almacenamiento de energía de larga

duración (adecuada para almacenar energía durante semanas, meses o más) para redes eléctricas.

Purificar el agua es caro

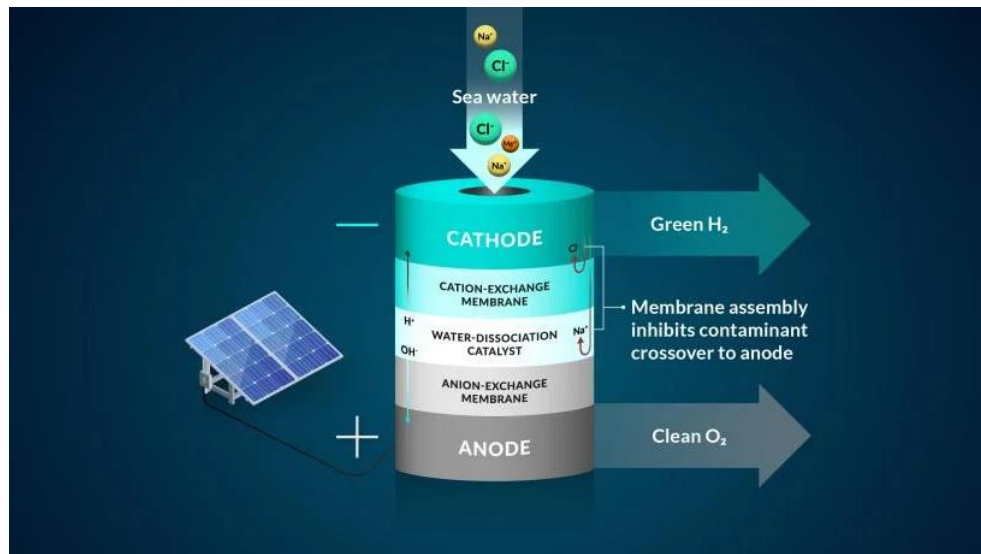
Muchos intentos de producir gas hidrógeno comienzan con agua dulce o desalinizada,

pero esos métodos pueden ser costosos y consumir mucha energía. Es más fácil trabajar con agua tratada porque tiene menos elementos (elementos químicos o moléculas) en su composición. Sin embargo, purificar el agua es costoso, requiere energía y añade complejidad a los dispositivos, dijeron los investigadores. Otra opción, el agua dulce natural, también contiene una serie de impurezas que son problemáticas para la tecnología moderna, además de ser un recurso más limitado en el planeta, dijeron.

Controlar el cloruro del agua de mar

Para trabajar con agua de mar, el equipo implementó un sistema de membrana bipolar o de dos capas y lo probó mediante electrólisis, un método que utiliza electricidad para impulsar iones, o elementos cargados, para ejecutar una reacción deseada. Comenzaron su diseño controlando el elemento más dañino para el sistema de agua de mar: el cloruro, dijo Joseph

Perryman, investigador postdoctoral de SLAC y Stanford.



Una representación del sistema de membrana bipolar del equipo que convierte el agua de mar en gas hidrógeno / IMAGEN: Nina Fujikawa/SLAC National Accelerator Laboratory

"Hay muchas especies reactivas en el agua de mar que pueden interferir con la reacción de agua a hidrógeno, y el cloruro de sodio que hace que el agua de mar sea salada es uno de los principales culpables", dijo Perryman. "En particular, el cloruro que llega al ánodo y se oxida reducirá la vida útil de un sistema de electrólisis y, de hecho, puede volverse inseguro debido a la naturaleza tóxica de los productos de oxidación que incluyen cloro molecular y lejía".

La membrana bipolar del experimento permite el acceso a las condiciones necesarias para producir gas hidrógeno y evita que el cloruro llegue al centro de reacción.

"Básicamente, estamos duplicando las formas de detener esta reacción de cloruro", dijo Perryman.

Aislar iones de hidrógeno e hidróxido

Un sistema de membrana ideal realiza tres funciones principales: separa los gases de hidrógeno y oxígeno del agua de mar; ayuda a mover sólo los iones útiles de hidrógeno e hidróxido mientras restringe otros iones de agua de mar; y ayuda a prevenir reacciones no deseadas. Es difícil capturar estas tres funciones juntas, y la investigación del equipo tiene como objetivo explorar sistemas que puedan combinar eficientemente estas tres necesidades.

Específicamente en su experimento, los protones, que eran los iones de hidrógeno positivos, pasaron a través de una de las capas de la membrana hasta un lugar donde podían ser recolectados y convertidos en gas hidrógeno al interactuar con un electrodo o cátodo cargado negativamente. La segunda membrana del sistema sólo permitía el paso de iones negativos, como el cloruro.

Como respaldo adicional, una capa de membrana contenía grupos cargados negativamente que estaban fijados a la membrana, lo que hacía más difícil que otros iones cargados negativamente, como el cloruro, se movieran a lugares donde no deberían estar, dijo Daniela Marín, graduada de Stanford. Estudiante de ingeniería química y coautora. La membrana cargada negativamente demostró ser muy eficaz para bloquear casi todos los iones de cloruro en los experimentos

del equipo, y su sistema funcionó sin generar subproductos tóxicos como lejía y cloro.

Diseño de membranas más resistentes para otros gases, como el oxígeno.

Además de diseñar un sistema de membrana de agua de mar a hidrógeno, el estudio también proporcionó una mejor comprensión general de cómo se mueven los iones de agua de mar a través de las membranas, dijeron los investigadores. Este conocimiento podría ayudar a los científicos a diseñar membranas más resistentes también para otras aplicaciones, como la producción de oxígeno gaseoso.

"También existe cierto interés en utilizar la electrólisis para producir oxígeno", dijo Marín. "Comprender el flujo de iones y la conversión en nuestro sistema de membrana bipolar también es fundamental para este esfuerzo. Además de producir hidrógeno en nuestro experimento, también mostramos cómo utilizar la membrana bipolar para generar oxígeno gaseoso".

¿Cambio de escala?

A continuación, el equipo planea mejorar sus electrodos y membranas construyéndolos con materiales que sean más abundantes y fáciles de extraer. Esta mejora del diseño podría hacer que el sistema de electrólisis sea más fácil de escalar al tamaño necesario para generar hidrógeno para actividades que consumen mucha energía, como el sector del transporte, dijo el equipo.

Los investigadores recolectan agua de mar en Half Moon Bay, California, en enero de 2023 para un experimento que convirtió el líquido en combustible de hidrógeno. De izquierda a derecha: Joseph Perryman, investigador postdoctoral de SLAC y Stanford; Daniela Marín, estudiante de posgrado en ingeniería química de Stanford y coautora; Adam Nielander, científico asociado del SUNCAT, un instituto conjunto SLAC-Stanford; y Charline Rémy, académica visitante en SUNCAT / IMAGEN: Adam Nielander/SLAC National Accelerator Laboratory



Los investigadores también esperan llevar sus celdas de electrólisis a la Fuente de Luz de Radiación Síncrotrón (SSRL) de Stanford de SLAC, donde podrán estudiar la estructura atómica de catalizadores y membranas utilizando los intensos rayos X de la instalación.

“El futuro es brillante para las tecnologías de hidrógeno verde”, afirmó Thomas Jaramillo, profesor de SLAC y Stanford y director de SUNCAT. “Los conocimientos fundamentales que estamos obteniendo son clave para informar futuras innovaciones para mejorar el rendimiento, la durabilidad y la escalabilidad de esta tecnología”.

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Oficina de Investigación Naval de EE.

UU.; el Acelerador de la Escuela de Sostenibilidad Stanford Doerr; la Oficina de Ciencias Energéticas Básicas, Ciencias Químicas, Geociencias y Biociencias del DOE a través del Centro SUNCAT para Ciencias de Interfaz y Catálisis, un instituto conjunto SLAC-Stanford; y la Oficina de Tecnologías de Pilas de Combustible de Energías Renovables y Eficiencia Energética del DOE.

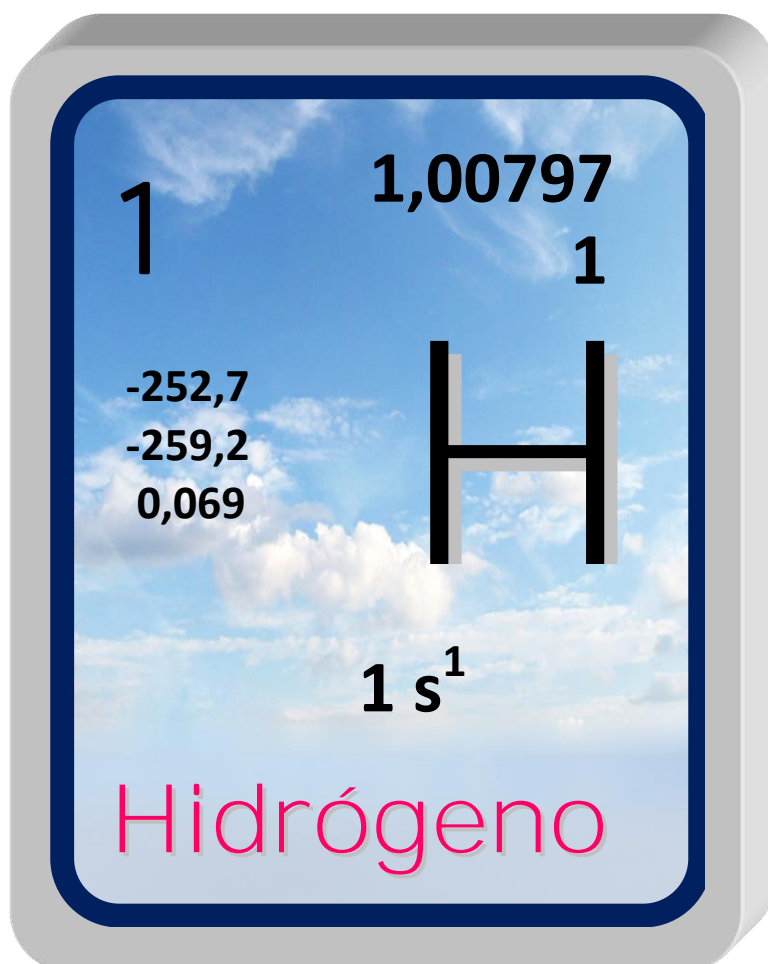
Fuente: SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford University

Citation: D.H. Marin, J.T. Perryman et al., Joule, 11 April 2023
<https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.03.005>

David Krause es un Oficial de Comunicaciones Científicas en el **SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford University**

PROPIEDADES DEL HIDRÓGENO

Símbolo: H
Valencia: 1
Nombre: Hidrógeno
Número atómico: 1
Estado de oxidación: +1
Electronegatividad: 2,1
Radio iónico (Å): 2,08
Radio covalente (Å): 0,37
Radio atómico (Å): 1,100
Configuración electrónica: $1s^1$
Masa atómica (g/mol): 1,00797
Estado estándar a 25 °C: Gas
Densidad NPT (kg/m^3): 0,08376
Punto de ebullición (°C): -252,7
Punto de fusión (°C): -259,2
Densidad del sólido: 88 (Kg/m^3)
Densidad relativa (aire=1): 0,069
Primer potencial de ionización (eV): 13,65
Electronegatividad (escala de Pauling): 2200
Primera energía de ionización (kJ/mol): 1312
Clave numérica identificación CAS: 1333-74-0
Primer observador: Robert Boyle en 1671
Descubridor del elemento: Henry Cavendish en 1766



El hidrógeno dice «adiós» a los coches eléctricos en BMW

BMW parece estar dejando de lado los coches eléctricos para centrarse en el motor de hidrógeno

Motor. Javier Frade - Enero 2024.- La evolución en la industria del automóvil sigue en constante movimiento y lo que parecía un camino directo hacia los coches eléctricos parece estar desviándose hacia el hidrógeno.

Si bien es cierto que los coches eléctricos y su evolución han dominado el mundo de la automoción en cuanto al desarrollo de los coches del futuro, los motores de hidrógeno están ganando terreno y se perfilan como una alternativa prometedora para lograr una movilidad libre de emisiones de carbono.

Este cambio en la preferencia señala una nueva era en la industria, y debemos estar atentos a sus avances para vislumbrar quién se posicionará en un futuro cercano.

El peligro en el desarrollo de los coches eléctricos

La lucha entre los fabricantes y desarrolladores del motor eléctrico y el de hidrógeno está decantando la balanza a favor de estos últimos en un aspecto clave para los consumidores, que no es otro que el tiempo de recarga de los nuevos coches.

Los coches eléctricos necesitan al menos 20 minutos para realizar una

carga, pero los coches de hidrógeno se abastecen en tiempos similares a llenar un depósito de gasolina, algo primordial con el estilo de vida actual de la sociedad, donde el tiempo se está convirtiendo en un bien cada vez más escaso.

Pero no todo es positivo para los motores de hidrógeno. A pesar de esta ventaja, la industria ha invertido enormes recursos en los vehículos eléctricos y ha respaldado esta tecnología. Uno de los inconvenientes actuales del hidrógeno es el precio de producción, que se presenta como un desafío, requiriendo una cantidad considerable de recursos financieros.

Para lograr esquivar este escollo, se están haciendo esfuerzos para reducir los costos de producción y distribución del hidrógeno. Países como Alemania, uno de los países de referencia en la construcción de automóviles, están liderando esta iniciativa, logrando que el precio de recargar hidrógeno sea comparable al de repostar gasolina, lo que podría atraer a más consumidores hacia esta opción. Hay que destacar que, en estos países, el precio de la gasolina es más elevado que en España por lo que, en esta última, los costos de hidrógeno seguirían siendo elevados respecto a la gasolina.

La apuesta de BMW por el hidrógeno

Para mejorar la eficiencia de los motores de hidrógeno, se están llevando a cabo diversas iniciativas a nivel global. Empresas como BMW y AVL Racetech lideran la investigación y el desarrollo de motores más eficientes y potentes.

Dentro de BMW, está creciendo el interés en los motores de hidrógeno, y parecen estar alejándose gradualmente del motor eléctrico para enfocarse en este combustible. Esta transición podría inaugurar una nueva era en los motores, y los avances que ya han sido presentados por AVL Racetech y que a continuación analizamos, podrían impulsar aún más esta evolución.

para los consumidores conscientes del impacto ambiental.

En cuanto a AVL Racetech, la compañía austriaca, ha presentado un motor de hidrógeno espectacular con unas prestaciones que han hecho replantearse el futuro de los motores, no sólo a BMW, si no a otros gigantes del automóvil. Su nuevo motor turbo de cuatro cilindros y 2.0 litros con 410 CV y 500 Newton-metro de par, resalta por su alta potencia, 205 CV por litro, un logro impresionante. Este motor, que en un principio ha sido diseñado para competir en carreras de alto nivel, utiliza un sistema de inyección de agua para abordar problemas de potencia asociados con este tipo de motores.



Este cambio estratégico en la dirección de BMW subraya la importancia de la innovación y la búsqueda constante de soluciones para lograr la movilidad sostenible. Con avances tecnológicos continuos, los motores de hidrógeno podrían desempeñar un papel crucial en la transición hacia un transporte más limpio y eficiente, redefiniendo los estándares de la industria y ofreciendo una alternativa atractiva

El hidrógeno, empleado en forma gaseosa para alimentar sistemas de pilas de combustible en vehículos eléctricos, genera electricidad a partir del hidrógeno, ofreciendo una experiencia similar a la de un coche eléctrico con tiempos de recarga más rápidos y sin emisiones de carbono, produciendo solo vapor de agua como residuo.

Fuente: Motor

ASÍ FUNCIONA EL REVOLUCIONARIO CAMIÓN A HIDRÓGENO DEL DAKAR 2024

SOMOS DAKAR - Enero 4, 2024

El MAN 6×6 de Jordi Juvanteny y José Luis Criado, la pareja de participantes españoles con más participaciones en el Rally Dakar, cuenta con un sistema híbrido de alimentación de hidrógeno y HVO (aceite vegetal hidrotratado) desarrollado por la compañía EVARM. El vehículo de 12 toneladas incorpora una especie de sarcófago donde se guardan los dos depósitos ignífugos y a prueba de balas que suministran el combustible sostenible al motor de 800 CV. **“Hemos** realizado numerosas mejoras para llegar al 70-80% de utilización de hidrógeno. La gran ventaja es que es un sistema que se puede llegar a utilizar en cualquier vehículo de **calle”**, apunta Xavi Ribas, responsable del desarrollo técnico.

En el Rally Dakar hay dos maneras de afrontar la aventura: aceptar el reto y adentrarse en el desierto para tratar de salir de él con los bolsillos cargados de experiencias, o elevar el listón y atreverse con proyectos innovadores que añadan un extra de dificultad a una de las pruebas de motor más duras del mundo. El equipo KH-7 ECOVERGY Team ha optado por esta segunda con su innovador sistema híbrido de combustible hidrógeno / HVO (diésel renovable a partir de aceite vegetal hidrotratado) que ya hizo historia el pasado enero al completar la carrera.

Jordi Juvanteny y José Luis Criado no se conformaron con la hazaña de hace 11 meses y vuelven este enero a los desiertos saudíes con su inseparable camión MAN 6×6 modificado por EVARM, una empresa española con sede en Sant Boi de Llobregat (Barcelona).

La presencia en la cabina de Xavi Ribas, responsable del desarrollo técnico, será un importante apoyo, que permitirá recopilar datos e información en tiempo real.

Sólo 10 kilos de hidrógeno para hacer 900 kilómetros



Pero, ¿cómo funciona el sistema mixto hidrógeno / HVO? El hidrógeno sostenible, procedente de fuentes de energías renovables, como la eólica o la fotovoltaica, se almacena en dos tanques de 100 kg cada uno. A través de una boquilla especial de repostaje, se recarga a una presión de 350 bares con unos camiones cisterna que este 2024 proveerá la organización del Dakar. Una vez dentro, ocupan otros cinco kilos por depósito. Es decir, con apenas 10 kg de hidrógeno, el equipo KH-7 ECOVERGY Team es capaz de completar etapas dakarianas de hasta 900 kilómetros, contando tanto las especiales cronometradas, como los enlaces.

Estos depósitos, con forma cilíndrica, van cargados en la caja del camión y recubiertos por una especie de sarcófago de un material especial, que es capaz de aguantar temperaturas muy elevadas, que protege los depósitos de impactos y retrasa la llama en caso de incendio. Pero, al mismo tiempo, los propios tanques superan pruebas extremas de seguridad antes de instalarse en el 6x6: son ignífugos y son capaces de aguantar una caída libre desde 30 metros de altura (unos 10 pisos) sin dañarse y sin que haya una sola fuga de combustible.

Cuando Juvanteny, el piloto, pulsa un botón a la derecha del volante, el hidrógeno viaja a través de unas canalizaciones hacia la parte delantera de la cabina -tras reducir su presión a entre 8 y 50 bares-, donde se encuentra el motor modificado turbodiésel de 6 cilindros, 800 CV y 12.000 centímetros cúbicos.

Una vez dentro de la cámara de combustión del propulsor, las modificaciones realizadas por EVARM permitirán que el hidrógeno se mezcle con el HVO (y anteriormente con el diésel) y prenda por compresión para generar la potencia que haga mover los tres ejes motrices de este 'gigante' del desierto.

Un 85-90% menos de CO₂

El trabajo intenso de desarrollo en la sede de la compañía catalana durante el último año ha hecho posible que el equipo pase de reducir entre un 40 y un 50% sus emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, a subir el listón y evitar un 85-90% de las mismas en el próximo Dakar 2024 gracias al hidrógeno.

“Nos hemos centrado sobre todo en mejorar la eficiencia del hidrógeno para maximizar la autonomía del camión, porque hacemos tanto las etapas como los enlaces (en torno a 800-1000 km al día) con este combustible. Por otro lado, hemos mejorado la cantidad de hidrógeno que utilizamos respecto al combustible tradicional y estamos en valores del 70-80%. Además, el desarrollo de los sistemas electrónicos ha aumentado la fiabilidad y la seguridad de todo el sistema, que ya en el pasado Dakar no dio ni un solo problema”, apunta Xavier Ribas, responsable de evolucionar el innovador sistema en EVARM.

“La gran ventaja que tiene es que es adaptable a cualquier vehículo ya existente, por lo que se puede llegar a instalar en un coche, camión o autobús de los que vemos en nuestras carreteras. El objetivo en esta próxima edición del rally es recabar datos en directo que nos permitan aumentar la utilización de hidrógeno en el futuro, pero sin alterar las prestaciones, el rendimiento y la fiabilidad del camión, para luego extrapolarlo a los vehículos de calle”, añade.

Lo más sorprendente es que todas estas innovaciones no complican en absoluto la vida a Jordi Juvanteny una vez se pone al volante. El experimentado piloto catalán solo tiene que pulsar un botón y acelerar.

No pierde prestaciones, ni fiabilidad, ni sensaciones.

Los más veteranos del Dakar, los más innovadores

“Este proyecto tan especial nos ha devuelto la ilusión de seguir participando en el Rally Dakar. Esta será mi 32ª edición y estamos orgullosos de ser abanderados de este equipo tan novedoso. Lo primero que notamos en la cabina es... nada. El

comenta **José Luis Criado**, quien cumplirá su 33ª participación en la prueba.

El Dakar 2024 arrancará el próximo 5 de enero con una etapa prólogo que decidirá el orden de salida de la primera especial y concluirá el día 19, con una etapa de descanso entre medias en Riad. Será un total de 12 etapas repartidas en 14 días de competición en las que el KH-7 ECOVERGY Team competirá en la nueva categoría



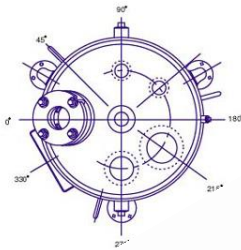
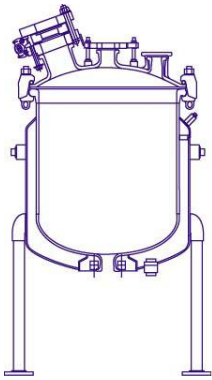
camión responde absolutamente igual que antes y ofrece la misma respuesta que con el combustible clásico. Al volante no hay cambio de sensaciones y no perdemos potencia. El año pasado no tuvimos ni un solo problema con el hidrógeno, ni con su instalación, y eso que llegamos a volcar un día”, subraya Jordi Juvanteny.

“Al venir con nosotros Xavi, el ingeniero responsable y crack número uno de este proyecto, podrá recoger mucha información de primera mano, que el año pasado teníamos que transmitirle nosotros de palabra. Ahora lo va a notar en sus carnes y esto va a permitirnos evolucionar mucho más rápido en el desarrollo de este sistema”,

Dakar Future Mission 1000 junto a otros vehículos con sistemas de alimentación y propulsión innovadores.

Texto y fotos: Mediagé
Fuente: Somos Dakar





Colloid Polym Sci 277:252-256 (1999)
© Springer-Verlag 1999

J.-W. Kim
Y.-G. Joe
K.-D. Suh

¿Cómo publicar en Hidrógeno?

Revista Hidrógeno

ISSN 1667-4340

Boletín Oficial de la Asociación Argentina del Hidrógeno

Si Ud. desea publicar un artículo de divulgación científica en la revista Hidrógeno puede hacerlo enviando el material en cualquier formato editable, ya sea en español, inglés, italiano, portugués o francés a la dirección del editor:

José Luis APREA

Director y Editor de HIDROGENO

Asociación Argentina del Hidrógeno

aprea.infovia@gmail.com

Hidrógeno



SHORT COMMUNICATION
Poly(methyl methacrylate) hollow particles by water-in-oil-in-water emulsion polymerization

Abstract Poly(methyl methacrylate) particles having hollow structures were produced by water-in-oil-in-water (W/O/W) emulsion polymerization. Sorbitan monooleate (SMB) was used as a primary surfactant, sodium laurylsulfate and Glucopon 200 (polyacrylate derivative) were used as secondary surfactants. Urethane acrylate having a molecular structure with a hard segment in the middle, and a long soft segment at both ends was employed as a reactive viscosity enhancer. Only a few particles contained a void. The concentration of urethane acrylate in the emulsion increased. This was because the number of particles containing a void increased. The number of particles containing a void increased. The number of particles containing a void increased.

Key words Hollow structure - Reactive viscosity enhancer - Stable water-in-oil-in-water emulsion droplets - Multi-hollow-structured particles - Lyophilicity

Introduction Polymer particles having voids (hollow particles) have gained attention in the fields of cosmetics, coatings, inks, and the violet radiation and to control the refractive index between the polymer and air. Conventional hollow particles have been achieved by the alkali swelling procedure [1], the dynamic swelling method [2], and water-in-oil-in-water (W/O/W) emulsion polymerization [3, 4]. Especially, the hollow particles produced by W/O/W emulsion polymerization have comparatively large sizes (tens of microns). Above all, in the cosmetics industry these hollow particles have been used as skin protectors because of their porous structure, and they can protect the skin evenly and can protect the skin from ultraviolet rays, because of their hollow structure. However, the stability of these hollow particles is poor. In this study, we incorporated urethane acrylate into the emulsion droplets, and we incorporated urethane acrylate into the emulsion droplets, and we incorporated urethane acrylate into the emulsion droplets.

Volver a casa

Por Rubén Leoz*

Luego de dos estimulantes días en el **Foro Global de Hidrógeno Verde 2023**, en una Bariloche exultante de ideas, información, inteligencia y (por supuesto) paisajes a los cuatro vientos, llegan las palabras de despedida. Vuelvo a mi hotel, cansado, pero con mi mente bullendo de pensamientos y entusiasmo. Me recuesto en el sillón de la habitación y más relajado dormito. Tengo un sueño.

Lo onírico

Estoy armando el equipaje en el hotel.

Los pronósticos anuncian una tormenta de nieve y viento blanco que probablemente vuelva intransitables las rutas por tiempo indeterminado.

Me preparo para tomar el ómnibus que me llevará a Viedma, a la casa familiar donde me esperan esposa e hija ¡cuánto las extraño! Es el último del día y me doy cuenta de que no recuerdo el horario de partida del mismo. Con tanta actividad en el Foro, concentrado en los temas abordados por los panelistas, lo olvidé.

— ¿Es a las 20:30 horas o a las 20:50? La duda se me presenta como un dilema irresoluble.

— ¿A qué hora tengo que ir? y no tengo a quién preguntarle.

Me despierto, y aliviado me doy cuenta que no hay ningún dilema, la respuesta es evidente.

La vigilia

Complicaciones

Durante las presentaciones me entero de que ya casi no se utiliza el término hidrógeno gris y que ahora hablamos de hidrógeno bajo en emisiones de CO₂. Entiendo que todavía no hay un acuerdo entre las potencias del Norte Global de cuánto es ese porcentaje de CO₂ que le daría la calificación (y precio) de “Premium”. También escucho que para muchos sería inaceptable el hidrógeno rosa, por ser producido a partir de energía eléctrica de las prejuiciosamente controvertidas centrales nucleares. Tampoco se considera verde un hidrógeno que

provenga de parques de aerogeneradores conectados a redes con menos del 90% de su energía renovable. Ni parques que tengan más de tres años de funcionamiento o Hidroeléctricas de gran escala.

En todos estos casos, creo yo, se busca que el hidrógeno importado por el Norte Global se pueda negociar a un menor precio, el cual (además) todavía no está determinado. Están dictando los estándares especialmente complicados de alcanzar para los productores del Sur Global.

Pareciera ser que los grandes “carbonizadores” de la atmósfera hicieran borrón y cuenta nueva y se volvieran extremadamente exigentes con el producto de los países en desarrollo. Exigencia que no tuvieron hacia ellos mismos ni siquiera en cuanto a la eficiencia de sus flujos de energía.

Alentador

- Ante tantas trabas me entusiasma saber que, aun así, hay muchos proyectos de producción de H₂V en marcha, aunque pocos han alcanzado la Decisión Final de Inversión (FID) por falta de infraestructura para la exportación y/o de marcos regulatorios.
- La gobernadora de Río Negro, Arabela Carreras, junto a la Secretaria de Energía de Argentina, Flavia Royón, anunciaron que el proyecto de ley nacional para regular la producción y uso de H₂V será enviado a la presidencia en los próximos días.
- Arcelor Mittal Acindar producirá aceros por reducción directa en Argentina.
- Varios países de la región están trabajando sobre un sistema de certificación regional para LAC (LatinoAmérica y Caribe) para negociar en bloque con el Norte Global.
- Fortescue Future Industries mantiene su intención de invertir en Río Negro.

- Y-TEC anuncia que está desarrollando un electrolizador alcalino de Potencia nacional, IMPSA produce aerogeneradores de potencia en el país y muchas empresas más pueden ser proveedores nacionales.

El Problema

A mediados del siglo XVIII se descubrió que existían gases capaces de retener el calor de la radiación electromagnética emitida por la Tierra al absorber la luz solar: el CO₂ y el vapor de agua. Ahora sabemos son varios más (metano, NO_x, y otros). Son los llamados gases de efecto invernadero (GEI) El calentamiento global de origen antrópico se inició hace mucho tiempo, durante la revolución industrial cuando para “alimentar” la producción en masa se empezó a quemar primero carbón, luego los derivados del petróleo y el gas natural (el consumo de fósiles se incrementó en forma exponencial en las últimas décadas).

Este exceso de CO₂, se liberó por la quema de los combustibles fósiles e incrementó la proporción del mismo en la mezcla de gases que es el aire y se lo libera, hasta hoy, en cantidades muy superiores a lo que son capaces de procesar los océanos y la producción de biomasa. Este incremento lleva a que la atmósfera eleve su temperatura provocando el llamado “cambio climático” que trae aparejado (según el lugar geográfico) sequías prolongadas disminuyendo la producción de cultivos e incendios, así como lluvias torrenciales que provocan inundaciones, también períodos prolongados de calor o de frío extremo, violentos tornados, retroceso de glaciares, entre otras calamidades.

Todo esto está produciendo el movimiento de las fronteras agrícolas y ecológicas, y el consiguiente desplazamiento de enfermedades a regiones donde no eran habituales. *Es la naturaleza recuperando su equilibrio (cada vez más precario) que lleva al clima a cambios caóticos y extremos.*

Responsabilidad

La mitigación del problema está en las manos de la humanidad y todos deberíamos saberlo. El cambio de la matriz energética de los combustibles fósiles a los renovables y principalmente a la producción de hidrógeno verde (H₂V) por electrólisis, con electricidad

de energías: eólicas, fotovoltaicas, hidroeléctricas, geotérmicas, mareomotriz y demás, es la solución que se muestra más factible. Este hidrógeno recibe el nombre de verde (metafóricamente) porque se produce a partir de energías renovables y no contaminantes (no liberan GEI).

Hay otras formas de obtener hidrógeno pero con liberación de GEI. No sirven para descarbonizar, por el contrario, generan más CO₂.

La combustión del H₂ solo produce calor y agua como único producto. Es inoloro, incoloro, no es tóxico ni teratogénico y con él se puede producir amoníaco verde, también combustible que no produce GEI y que es más fácil y económico para transportar.

El H₂ como químico es un insumo en muchas industrias y usar el H₂V ayuda a descarbonizar, al menos parcialmente, a las mismas.

Como vector energético (portador de energía) es un commodity del que se espera tenga un mercado de millones de toneladas al año. Se utilizará justamente para descarbonizar las economías de los principales responsables de liberar CO₂ a la atmósfera.

En uno de los paneles del Foro el fundador y CEO de una de las mayores corporaciones globales de generación eólica expresó el gran desafío que significaba invertir en un commodity como el H₂V del que aún no se conoce el costo ni la renta. Los parques eólicos que construye tienen potencias de más de 6 GW y son como “gotas en el mar” en relación a los 4 500 GW que se necesitarán en algunos años para lograr el Net Zero (NZ, emisiones nulas de GEI). Se mostró preocupado porque la empresa de construir esto supera a la suma de todas las corporaciones globales actuales. El incentivo es la urgencia del cambio climático, el desincentivo es que la corporación que empiece primero el escalamiento de producción es la que va a cometer los errores y va a perder dinero.

En relación al NZ, desde hace años se habla que la fecha límite era inicios del año **2050** para evitar superar los 1,5°centígrados de aumento de temperatura desde antes de la revolución industrial. Aún no llegamos a esa temperatura pero estamos muy cerca. Esta variación de temperatura para el lego parece inofensiva (que va a hacer un poquito más de

calor), pero en realidad provoca la mayoría de los problemas climáticos antes enumerados (en *El problema*).

Desde 2014 hasta la fecha actual, el compromiso de los países era disminuir la liberación a la atmósfera de GEI. Pero lo cierto es que en realidad aumentó un 5%.

Para Kevin Anderson, profesor de Energía y Cambio Climático de la Universidad de Mánchester, los nuevos cálculos (siempre se habla de probabilidades, ya sabemos lo difícil que es aún predecir el clima para dentro de algunos días) indican que, para no superar el incremento de 1,5°C, y tener el 50% de probabilidades de no excederlo, el NZ se debe lograr en la década del **2030**. Cuánto más demoremos en empezar la reducción de emisiones (mitigación) más se nos acerca en el tiempo la fecha límite. Tenemos que empezar el escalamiento con las tecnologías ya probadas y no esperar a conocimientos y técnicas que aún están en etapa de laboratorio.

El profesor habla de equidad y que las naciones desarrolladas lleguen a NZ entre 2030 y 2035, permitiendo a las naciones en desarrollo que sigan su ejemplo hasta unos años más tarde.

Tenemos que eliminar gradualmente la producción de combustibles fósiles. Por ejemplo, YPF habla de monetizar la producción de gas y petróleo para reinvertir en la implementación de un suministro de energía sin emisiones de carbono. Mientras tanto los ciudadanos del llano podemos colaborar ahorrando en el gasto de energía, llevando un estilo de vida menos consumista y más consciente de la situación.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) previene que el calentamiento

producido por el fenómeno de El Niño se sumará en este año al calentamiento global de origen antrópico, elevando la temperatura a límites altos. Esto tendrá repercusiones de gran alcance sobre la salud, la seguridad alimentaria, la gestión del agua y del ambiente.

Teniendo como eje que toda la humanidad compartimos el mismo planeta y la atmósfera es la misma, no importa en qué país estemos, es inteligente ser empáticos con los demás. Un prestigioso especialista de nivel internacional expresó que debemos trabajar integradamente las regiones productoras y los consumidores de todas las latitudes para que la industria del hidrógeno sea un buen negocio para absolutamente todos, lo que se llama un negocio redondo, como la Tierra.

Ah... si queremos tener una buena chance de volver cada día a casa, con nuestros afectos, es mejor que estemos listos para 2030 y no arriesgarnos a perder lo que podría ser el último ómnibus.

Referencias

- Foro Global de Hidrógeno Verde 2023 – Bariloche
- Energy Post _ Make Hydrogen in developing nations: share prosperity while meeting our climate goals. _ January 26, 2023 by Dolf Gielen, Silvia Carolina Lopez Rocha and Priyank Lathwal
- European Energy Flows Sankey _ December 1, 2011 _ Phineas
- Energypost.eu _ IPCC's latest AR6 synthesis report lacks urgency and realism. Its own numbers say so. April 11, 2023 by Kevin Anderson
- IEA Resumen Global de Hidrógeno 2022

* El autor es profesor de Física Diplomado en Hidrógeno Verde (1ª Cohorte), Universidad de Río Negro/ Instituto Hidrógeno Verde Río Negro

NOTA: Este artículo, sus comentarios y expresiones no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Asociación Argentina del Hidrógeno, siendo responsabilidad exclusiva del autor.



Uso de aluminio y agua para producir combustible de hidrógeno limpio, cuando y donde sea necesario

El equipo del MIT produce directrices prácticas para generar hidrógeno a partir de chatarra de aluminio

Nancy W. Stauffer | MIT Energy Initiative

Mientras el mundo trabaja para alejarse de los combustibles fósiles, muchos investigadores están investigando si el combustible de hidrógeno limpio puede desempeñar un papel más importante en sectores que van desde el transporte y la industria hasta los edificios y la generación de energía. Podría usarse en vehículos de pila de combustible, calderas productoras de calor, turbinas de gas generadoras de electricidad, sistemas para almacenar energía renovable y más.

Pero si bien el uso de hidrógeno no genera emisiones de carbono, su fabricación normalmente sí lo hace. Hoy en día, casi todo el hidrógeno se produce mediante procesos basados en combustibles fósiles que, en conjunto, generan más del 2 por ciento de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Además, el hidrógeno suele producirse en un lugar y consumirse en otro, lo que significa que su uso también presenta desafíos logísticos.

Una reacción prometedora

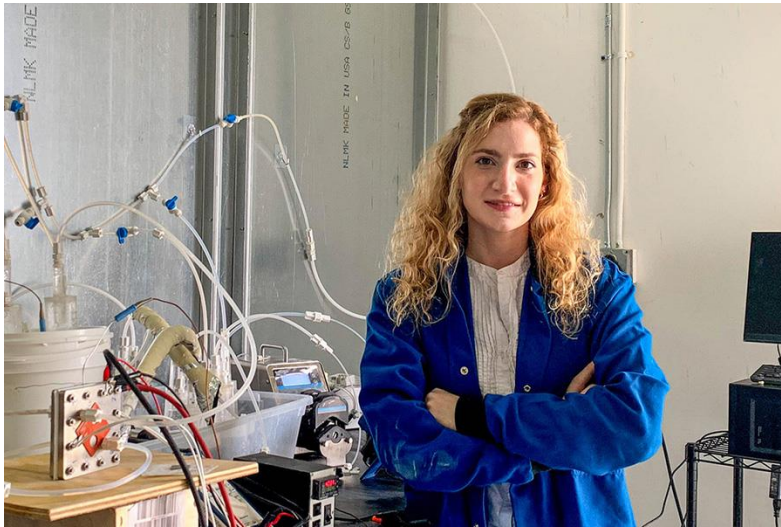
Otra opción para producir hidrógeno proviene de una fuente quizás

sorprendente: hacer reaccionar aluminio con agua. El aluminio metálico reaccionará fácilmente con agua a temperatura ambiente para formar hidróxido de aluminio e hidrógeno. Esa reacción no suele tener lugar porque una capa de óxido de aluminio recubre naturalmente el metal en bruto, impidiendo que entre en contacto directo con el agua.

El uso de la reacción aluminio-agua para generar hidrógeno no produce ninguna emisión de gases de efecto invernadero y promete resolver el problema del transporte en cualquier lugar con agua disponible. Simplemente mueva el aluminio y luego reaccione con agua en el sitio. "Básicamente, el aluminio se convierte en un mecanismo para almacenar hidrógeno, y es muy eficaz", dice Douglas P. Hart, profesor de ingeniería mecánica en el MIT. "Utilizando el aluminio como fuente, podemos 'almacenar' hidrógeno a una densidad 10 veces mayor que si lo almacenáramos simplemente como gas comprimido".

Dos problemas han impedido que el aluminio se utilice como fuente segura y económica para la generación de hidrógeno. El primer problema es

garantizar que la superficie de aluminio esté limpia y disponible para reaccionar con el agua. Para ello, un sistema práctico debe incluir un medio para modificar primero la capa de óxido y luego evitar que se vuelva a formar a medida que avanza la reacción.



El segundo problema es que extraer y producir aluminio puro consume mucha energía, por lo que cualquier enfoque práctico necesita utilizar chatarra de aluminio de diversas fuentes. Pero la chatarra de aluminio no es un material de partida fácil. Por lo general, se presenta en forma de aleación, lo que significa que contiene otros elementos que se agregan para cambiar las propiedades o características del aluminio para diferentes usos. Por ejemplo, agregar magnesio aumenta la fuerza y la resistencia a la corrosión, agregar silicio reduce el punto de fusión y agregar un poco de ambos produce una aleación moderadamente fuerte y resistente a la corrosión.

A pesar de una considerable investigación sobre el aluminio como fuente de hidrógeno, quedan dos preguntas clave: cuál es la mejor manera de evitar la adherencia de una

capa de óxido a la superficie del aluminio y cómo los elementos de aleación en un trozo de chatarra de aluminio afectan la cantidad total de hidrógeno generado y la velocidad a la que se genera?

"Si vamos a utilizar chatarra de aluminio para la generación de hidrógeno en una aplicación práctica, debemos poder predecir mejor qué características de generación de hidrógeno vamos a observar a partir de la reacción aluminio-agua", dice Laureen Meroueh PhD '20, quien obtuvo su doctorado en ingeniería mecánica.

Dado que los pasos fundamentales de la reacción no se comprenden bien, ha sido difícil predecir la velocidad y el volumen al que se forma hidrógeno a partir de chatarra de aluminio, que puede contener distintos tipos y concentraciones de elementos de aleación. Entonces Hart, Meroueh y Thomas W. Eagar, profesor de ingeniería de materiales y gestión de ingeniería en el Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales del MIT, decidieron examinar, de manera sistemática, los impactos de esos elementos de aleación en la reacción aluminio-agua. y sobre una técnica prometedora para prevenir la formación de la capa de óxido que interfiere.

Para prepararse, hicieron que expertos de Novelis Inc. fabricaran muestras de aluminio puro y de aleaciones de aluminio específicas hechas de aluminio comercialmente puro combinado con 0,6 por ciento de silicio

(en peso), 1 por ciento de magnesio o ambos, composiciones típicas de chatarra de aluminio. de una variedad de fuentes. Utilizando esas muestras, los investigadores del MIT realizaron una serie de pruebas para explorar diferentes aspectos de la reacción aluminio-agua.

Pretratamiento del aluminio

El primer paso fue demostrar un medio eficaz para penetrar la capa de óxido que se forma en el aluminio en el aire. El aluminio sólido está formado por pequeños granos que están empaquetados con límites ocasionales donde no se alinean perfectamente. Para maximizar la producción de hidrógeno, los investigadores necesitarían prevenir la formación de la capa de óxido en todas esas superficies interiores de los granos.

Los grupos de investigación ya han probado varias formas de mantener los granos de aluminio "activados" para que reaccionen con el agua. Algunos han triturado muestras de desechos en partículas tan pequeñas que la capa de óxido no se adhiere. Pero los polvos de aluminio son peligrosos porque pueden reaccionar con la humedad y explotar. Otro enfoque exige triturar muestras de chatarra y agregar metales líquidos para evitar la deposición de óxido. Pero la molienda es un proceso costoso y que consume mucha energía.

Para Hart, Meroueh y Eagar, el enfoque más prometedor, presentado por primera vez por Jonathan Slocum ScD '18 mientras trabajaba en el grupo de investigación de Hart, implicaba el pretratamiento del aluminio sólido pintando metales líquidos encima y permitiéndoles penetrar a través de los límites de grano.

Para determinar la eficacia de ese enfoque, los investigadores necesitaban confirmar que los metales líquidos llegarían a las superficies internas del grano, con y sin elementos de aleación presentes. Y tuvieron que establecer cuánto tiempo tardaría el metal líquido en cubrir todos los granos de aluminio puro y sus aleaciones.

Comenzaron combinando dos metales (galio e indio) en proporciones específicas para crear una mezcla "eutéctica"; es decir, una mezcla que permanecería en forma líquida a temperatura ambiente. Cubrieron sus muestras con el eutéctico y lo dejaron penetrar durante períodos de tiempo que oscilaron entre 48 y 96 horas. Luego expusieron las muestras al agua y controlaron el rendimiento de hidrógeno (la cantidad formada) y el caudal durante 250 minutos. Después de 48 horas, también tomaron imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM) de gran aumento para poder observar los límites entre los granos de aluminio adyacentes.

Basándose en las mediciones de rendimiento de hidrógeno y las imágenes SEM, el equipo del MIT concluyó que el eutéctico de galio-indio penetra y alcanza naturalmente las superficies interiores de los granos. Sin embargo, la velocidad y el grado de penetración varían según la aleación. La tasa de permeación fue la misma en muestras de aluminio dopadas con silicio que en muestras de aluminio puro, pero más lenta en muestras dopadas con magnesio.

Quizás lo más interesante fueron los resultados de muestras dopadas con silicio y magnesio, una aleación de aluminio que a menudo se encuentra en los flujos de reciclaje. El silicio y el

magnesio se unen químicamente para formar siliciuro de magnesio, que se presenta como depósitos sólidos en las superficies internas del grano. Meroueh planteó la hipótesis de que cuando tanto silicio como magnesio están presentes en la chatarra de aluminio, esos depósitos pueden actuar como barreras que impiden el flujo del eutéctico galio-indio.

Los experimentos y las imágenes confirmaron su hipótesis: los depósitos sólidos actuaron como barreras y las imágenes de muestras pretratadas durante 48 horas mostraron que la permeación no era completa. Claramente, un largo período de pretratamiento sería fundamental para maximizar el rendimiento de hidrógeno de los restos de aluminio que contienen tanto silicio como magnesio.

Meroueh cita varios beneficios del proceso que utilizaron. "No es necesario aplicar ninguna energía para que el eutéctico galio-indio haga su magia en el aluminio y elimine esa capa de óxido", dice. "Una vez que haya activado el aluminio, puede colocarlo en agua y generará hidrógeno, sin necesidad de aporte de energía". Aún mejor, el eutéctico no reacciona químicamente con el aluminio. "Simplemente se mueve físicamente entre los granos", dice. "Al final del proceso, pude recuperar todo el galio y el indio que puse y usarlos nuevamente", una característica valiosa ya que, el galio y (especialmente) el indio son costosos y relativamente escasos.

Impactos de los elementos de aleación en la generación de hidrógeno.

A continuación, los investigadores investigaron cómo la presencia de

elementos de aleación afecta la generación de hidrógeno. Analizaron muestras que habían sido tratadas con el eutéctico durante 96 horas; para entonces, el rendimiento y los caudales de hidrógeno se habían estabilizado en todas las muestras.

La presencia de 0,6 por ciento de silicio aumentó el rendimiento de hidrógeno para un peso determinado de aluminio en un 20 por ciento en comparación con el aluminio puro, a pesar de que la muestra que contenía silicio tenía menos aluminio que la muestra de aluminio puro. Por el contrario, la presencia de un 1 por ciento de magnesio produjo mucho menos hidrógeno, mientras que la adición de silicio y magnesio aumentó el rendimiento, pero no al nivel del aluminio puro.

La presencia de silicio también aceleró enormemente la velocidad de reacción, produciendo un pico mucho mayor en el caudal pero acortando la duración de la producción de hidrógeno. La presencia de magnesio produjo un caudal más bajo pero permitió que la producción de hidrógeno se mantuviera bastante estable con el tiempo. Y una vez más, el aluminio con ambos elementos de aleación produjo un caudal entre el del aluminio dopado con magnesio y el del aluminio puro.

Esos resultados proporcionan una orientación práctica sobre cómo ajustar la producción de hidrógeno para satisfacer las necesidades operativas de un dispositivo que consume hidrógeno. Si el material de partida es aluminio comercialmente puro, agregar pequeñas cantidades de elementos de aleación cuidadosamente seleccionados puede

adaptar el rendimiento y el caudal de hidrógeno. Si el material de partida es chatarra de aluminio, la clave puede ser una elección cuidadosa de la fuente. Para altas y breves ráfagas de hidrógeno, piezas de aluminio que contienen silicio de un depósito de chatarra de automóviles podrían funcionar bien. Para flujos más bajos pero más largos, los restos que contienen magnesio de la estructura de un edificio demolido podrían ser mejores. Para obtener resultados intermedios, el aluminio que contiene silicio y magnesio debería funcionar bien; dicho material está disponible en abundancia en automóviles y motocicletas desguazados, yates, cuadros de bicicletas e incluso fundas de teléfonos inteligentes.

También debería ser posible combinar restos de diferentes aleaciones de aluminio para afinar el resultado, señala Meroueh. "Si tengo una muestra de aluminio activado que contiene solo silicio y otra muestra que contiene solo magnesio, puedo poner ambas en un recipiente con agua y dejarlas reaccionar", dice. "Así que obtengo un rápido aumento en la producción de hidrógeno a partir del silicio y luego el magnesio toma el control y tiene esa producción constante".

Otra oportunidad de ajuste: reducir el tamaño del grano

Otra forma práctica de afectar la producción de hidrógeno podría ser reducir el tamaño de los granos de aluminio, un cambio que debería aumentar la superficie total disponible para que se produzcan reacciones.

Para investigar ese enfoque, los investigadores solicitaron muestras especialmente personalizadas a su

proveedor. Utilizando procedimientos industriales estándar, los expertos de Novelis primero hicieron pasar cada muestra a través de dos rodillos, apretándola desde arriba y desde abajo para que los granos internos quedaran aplanados. Luego calentaron cada muestra hasta que los granos largos y planos se reorganizaron y redujeron a un tamaño específico.

En una serie de experimentos cuidadosamente diseñados, el equipo del MIT descubrió que reducir el tamaño del grano aumentaba la eficiencia y disminuía la duración de la reacción en diversos grados en las diferentes muestras. Una vez más, la presencia de elementos de aleación particulares tuvo un efecto importante en el resultado.

Necesario: una teoría revisada que explique las observaciones.

A lo largo de sus experimentos, los investigadores encontraron algunos resultados inesperados. Por ejemplo, la teoría de la corrosión estándar predice que el aluminio puro generará más hidrógeno que el aluminio dopado con silicio, lo contrario de lo que observaron en sus experimentos.

Para arrojar luz sobre las reacciones químicas subyacentes, Hart, Meroueh y Eagar investigaron el "flujo" de hidrógeno, es decir, el volumen de hidrógeno generado a lo largo del tiempo en cada centímetro cuadrado de superficie de aluminio, incluidos los granos interiores. Examinaron tres tamaños de grano para cada una de sus cuatro composiciones y recopilaron miles de puntos de datos que miden el flujo de hidrógeno.

Sus resultados muestran que la reducción del tamaño del grano tiene efectos significativos. Aumenta el flujo máximo de hidrógeno del aluminio dopado con silicio hasta 100 veces y de las otras tres composiciones hasta 10 veces. Tanto con el aluminio puro como con el aluminio que contiene silicio, la reducción del tamaño del grano también disminuye el retraso antes del flujo máximo y aumenta la tasa de disminución posterior. En el caso del aluminio que contiene magnesio, la reducción del tamaño del grano provoca un aumento en el flujo máximo de hidrógeno y da como resultado una disminución ligeramente más rápida en la tasa de producción de hidrógeno. Con silicio y magnesio presentes, el flujo de hidrógeno a lo largo del tiempo se asemeja al del aluminio que contiene magnesio cuando no se manipula el tamaño del grano. Cuando se reduce el tamaño del grano, las características de producción de hidrógeno comienzan a parecerse al comportamiento observado en el aluminio que contiene silicio. Ese resultado fue inesperado porque cuando el silicio y el magnesio están presentes, reaccionan para formar siliciuro de magnesio, lo que da como resultado un nuevo tipo de aleación de aluminio con sus propias propiedades.

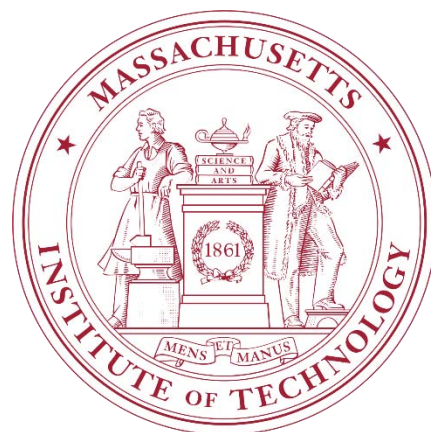
Los investigadores destacan los beneficios de desarrollar una mejor comprensión fundamental de las reacciones químicas subyacentes involucradas. Además de guiar el diseño de sistemas prácticos, podría ayudarlos a encontrar un reemplazo para el costoso indio en su mezcla de pretratamiento. Otro trabajo ha demostrado que el galio penetrará naturalmente a través de los límites de

los granos del aluminio. "En este punto, sabemos que el indio en nuestro eutéctico es importante, pero no entendemos realmente qué hace, por lo que no sabemos cómo reemplazarlo", dice Hart.

Pero Hart, Meroueh y Eagar ya han demostrado dos formas prácticas de ajustar la velocidad de reacción del hidrógeno: añadiendo ciertos elementos al aluminio y manipulando el tamaño de los granos interiores de aluminio. Combinados, esos enfoques pueden producir resultados significativos. "Si se pasa del aluminio que contiene magnesio con el tamaño de grano más grande al aluminio que contiene silicio con el tamaño de grano más pequeño, se obtiene una velocidad de reacción del hidrógeno que difiere en dos órdenes de magnitud", dice Meroueh. "Eso es enorme si se intenta diseñar un sistema real que utilice esta reacción".

Esta investigación fue apoyada a través de la Iniciativa Energética del MIT por las becas de energía ExxonMobil-MIT otorgadas a Laureen Meroueh PhD '20 de 2018 a 2020.

Fuente:
Energy Futures, Edición de primavera de la revista de la Iniciativa Energética del MIT.



Hidrógeno

ISSN 1667-4340

Boletín Oficial de la A.A.H.

Publicación de difusión gratuita de la
Asociación Argentina del Hidrógeno

Editada desde Junio de 1998.

VISITE

NUESTRA PÁGINA WEB:

www.aah2.org/

Asociación Argentina del Hidrógeno

FUNDADA EN BUENOS AIRES EL 7 DE JUNIO DE 1996

Home
Institucional
Novedades
Objetivos
El Hidrógeno
Revista Hidrógeno
Normativa
Links de interés
Legislación
Galería de fotos



[Contacto](#)



6 - 8 March 2024
Bilbao Exhibition Center
Bilbao, Spain

[Leer más EHEC 2024](#)

25 ANIVERSARIO

Impulsando las tecnologías del **HIDRÓGENO**

Cultura de Seguridad

“Dado el creciente número de aplicaciones del hidrógeno, como así también de investigaciones tendientes a su uso, resulta imprescindible generar y respetar una adecuada cultura de seguridad y ciertas pautas en las organizaciones, sean éstas pequeños laboratorios, talleres o grandes compañías”

El hidrógeno no es tóxico, ni causa efectos ecológicos, ni ambientales adversos

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El Hidrógeno es un asfixiante simple.

CAPACIDAD IRRITANTE DEL MATERIAL: **Ninguna**

EFFECTOS AL SISTEMA REPRODUCTIVO: **Ninguno**

TERATOGENICIDAD: **Ninguna**

MATERIALES SINERGÉTICOS: **Ninguno**

SENSIBILIZACIÓN A MATERIALES: **Ninguna**

MUTAGENICIDAD: **Ninguna**

INFORMACIÓN ECOLÓGICA

No se espera ningún efecto ecológico.

El Hidrógeno no contiene ningún químico Clase I o Clase II que reduzca el ozono (40 CFR Parte 82).

Se recomienda siempre:

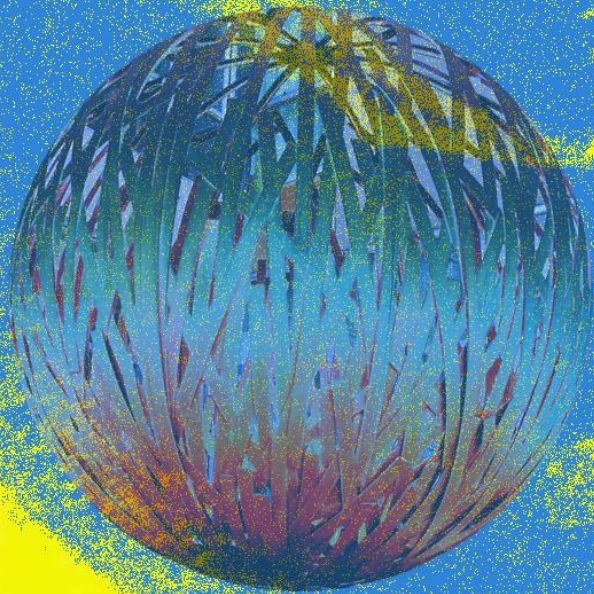
Brindar entrenamiento específico y capacitación, como así también cumplir y hacer cumplir las normas de seguridad

La seguridad primero

Asociación Argentina del Hidrógeno

ISSN 1667 - 4340

Hidrógeno



**Publicación electrónica
de difusión gratuita**

Propiedad Intelectual en trámite

Año XXVI – Febrero 2024

Director: José Luis Aprea