



Artículo

Análisis de la industria 4.0 y la electromovilidad náutica en el uso del hidrógeno verde

Analysis of Industry 4.0 and nautical electromobility in the use of green hydrogen

Oscar Eduardo Olaya Vera ^{1*}, Marlon Andrés Rey Plazas ²

¹ Centro de Desarrollo Tecnológico Naval, Bogotá, 111321, Colombia; oscar.olaya.v@armada.mil.co

² ARC Golfo de Morrosquillo, Armada Nacional de la República de Colombia, Bogotá, 111321, Colombia; marlon.rey@armada.mil.co

* Correspondencia: oscar.olaya.v@armada.mil.co

Resumen: En este trabajo se buscó ver la importancia de las energías limpias y se identificó la manera del uso del hidrógeno verde como fuente principal de combustible por tal motivo se vio la postura del país en el ámbito de la Armada Nacional, este análisis se realizó con el fin de disminuir la contaminación del medio ambiente debido a la creación del CO₂ y aumentar las líneas logísticas fluviales, este hidrogeno creado posiblemente por la división de las partículas del agua por medio de la electrolisis nos permitirá a n futuro crear un flota fluvial con propulsión de hidrogeno verde. Por tal motivo se observó los procedimientos de la creación de dicho gas, sirviendo para la mejora constante y la proyección de la Armada Nacional en la implementación de la Industria 4.0, como también en la implementación del I+D+i (Investigación ,Desarrollo e Innovación), como eje principal de desarrollo tecnológico en el país, para ser una nación en competencia tecnológica a nivel mundial.

Palabras clave: Combustibles limpios; Hidrolisis; Hidrógeno verde; Industria 4.0; I+D+i.



Citación: Olaya, O.; Rey, M. Análisis de la industria 4.0 y la electromovilidad náutica en el uso del hidrógeno verde. *DERROTERO* 2023, 17, 1–6.

10.70554/Derrotero2023.v17n01.09

Recibido: 27/06/2022

Aceptado: 16/08/2022

Publicado: 29/03/2023



Derechos de autor: © 2023 por autores. Licenciado por Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla", COL. Este artículo es de libre acceso distribuido en las términos y condiciones de *Creative Commons Attribution* (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: In this work we sought to see the importance of clean energy and the way of using Green Hydrogen as the main source of fuel was identified, for this reason the position of the country in the field of the National Navy was seen, this analysis was carried out with the In order to reduce environmental pollution due to the creation of CO₂ and increase River Logistic lines, this hydrogen, possibly created by the division of water particles through electrolysis, will allow us to create a river fleet with Hydrogen propulsion in the future. green. For this reason, the procedures for the creation of said gas were observed, serving for the constant improvement and projection of the NATIONAL ARMADA in the implementation of Industry 4.0, as well as in the implementation of R+D+i (Research, Development and Innovation), as the main axis of Technological development in the country, to be a nation in Technological competition worldwide.

Keywords: Clean fuels; Green Hydrogen; Hydrolysis; Industry 4.0; I+D+i.

1. Introducción

Actualmente la implementación de las políticas ambientales está basada en la búsqueda de energías renovables, por lo que se hablan de combustibles limpios, por tal motivo, Colombia se une a la política de crear nuevas formas de combustible que tenga cero emisiones de gases contaminantes y así ayudar a disminuir alrededor de 2,5 a 3 millones de Ton de CO₂ al 2030, este valor es dado acuerdo estudios del [Ministerio de Minas y Energía \(2021\)](#).

Debido a esto, la Armada Nacional en su Plan de Desarrollo Naval 2042, 2020 (pnd 2020), muestra un interés de implementar la Industria 4.0 como promotor de la innovación y actualización de los buques con plazo al año 2042, en donde también se analiza la situación ambiental, por este motivo se ve la necesidad de utilizar el hidrógeno Verde como una forma de combustión de las nuevas unidades fluviales que se espera ayuden a aumentar el uso de los ríos como medio de transporte y disminuir los costos logísticos en la nación, de acuerdo al índice medible de Minas y Energía (2018), el transporte logístico fluvial ocupa la última posición de uso en Colombia, debido a sus altos costos de transporte y la precaria infraestructura en la que se encuentra.

De acuerdo con lo anterior se realizara un estudio teórico sobre el posible uso de la electrólisis en el agua, tratando de dividir las partículas de dicho líquido y obtener el hidrógeno verde de una forma económica o más sustentable, aumentando nuestros medios tecnológicos en las nuevas Unidades Fluviales, todo esto a partir del principio eléctrico que se presenta en el agua (H₂O), en donde se muestra que el hidrógeno es cargado positivamente, mientras que el oxígeno se mantiene con una carga eléctrica negativa.

2. Metodología

Con este trabajo se analiza la viabilidad y las fortalezas del proyecto Ferro Fluvial en el cual se encuentra la Armada Nacional, como proyecto fundamental en la implementación de las energías limpias en el país y aumentar el conocimiento del uso de la industria 4.0, por lo que se empieza a identificar las diferentes informaciones en la red, permitiendo encontrar la mejor forma de crear el hidrógeno como partícula que permita una combustión libre de gases contaminantes.

Acuerdo la información suministrada por de la Sabana (2022) y el Ministerio de Minas y Energía (2022), se empezará a dividir el agua en partículas de hidrógeno, con el propósito de ser guardada en una batería de hidrógeno, logrando así las diferencias potenciales de sus metales, generando movimientos de electrones, los cuales alimentaran un motor eléctrico que generara el desplazamiento de un bote en los ríos de Colombia.

3. Análisis

Actualmente la Armada Nacional se encuentra creando su Centro de Investigación y Desarrollo Naval (CEDNAV), apoyado con los diferentes grupos de investigación de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" (ENAP), como ente encargado en el proceso de investigación y creación del Hidrógeno verde en la búsqueda de combustibles limpios, logrando alinearse con las políticas del país y del mundo en la disminución de las huellas de carbono en el medio ambiente y también la creación de dicho gas como soporte de las nuevas tecnologías emergentes en la denominada industria 4.0.

Colombia en la actualidad busca que el hidrógeno verde sea considerado como una energía limpia, tratando de subsidiar dicho combustible acuerdo lo propuesto en el CON-PES 3982 (2020), permitiendo realizar exclusión de bienes y servicios del IVA, deducciones especiales sobre la renta, excepción de gravámenes arancelarios y excepción de impuestos de renta por venta de energía de fuente renovables, todo esto se realizaría para lograr bajar los costos y descarbonizar el transporte pesado, la aviación o el transporte marítimo y fluvial.

De esta manera, de acuerdo con la Ley 1715, 2014 (ley 2014) por medio del cual se regula la integración de energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, establece que las fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER), son los recursos disponibles ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son utilizados o usados con un alto consumo, por este motivo se hablan de diferentes tipos de hidrógenos como lo son el hidrógeno verde, azul y gris. Así mismo, de acuerdo con el Ministerio de Minas y Energía (2022), se indican tres tipos de hidrógenos los cuales se dividen en:

3.1. Hidrógeno producido a partir de combustibles Fósiles:

El cual usa el combustible fósil como materia prima, como por ejemplo la gasificación de carbono el uso del gas natural, este tipo de hidrógeno es llamado hidrógeno Gris.

3.2. Hidrógeno a partir de combustibles fósiles con CCUS:

Es una subcategoría del anterior donde almacenan los gases que generan el uso del carbón (hidrógeno azul).

3.3. Hidrógeno a partir de electricidad:

Generado mediante la electrólisis, sin ver el origen de la energía eléctrica, por lo que depende de la potencia de la red eléctrica que tenga, acuerdo el artículo 5 de la ley (2021), definió el hidrógeno verde como Fuente no convencional de energía renovable (FNCER), como también la biomasa, pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, el calor geotérmico, la solar, los mareomotriz entre otros.

En la actualidad el hidrógeno a nivel global es usado en diferentes industrias, como lo es las refinerías, creación de fertilizantes, producción de vidrio flotado o el procesado de grasas y aceites para la alimentación (Figura 1).



Figura 1. Principales aplicaciones actuales y futuras del hidrógeno.

Nota: Adaptado de Ministerio de Minas y Energía (2022).

De acuerdo con el Ministerio de Minas y Energía (2022), la estrategia elaborada se cimienta en cinco pilares que buscan el desarrollo social, medioambiental y económico de Colombia, por lo que es importante que la Armada Nacional como ente protector de seguridad y del medio ambiente en el mar participe en la innovación y la creación de dicho hidrógeno verde en sus cinco pilares como se muestran en la siguiente Figura 2.



Figura 2. Principales aplicaciones actuales y futuras del hidrógeno.

Nota: Adaptado de Ministerio de Minas y Energía (2022).

Todo este pensamiento y utilización de energías limpias es importante analizar con el uso de la industria 4.0, ya que dicha industria empezara a automatizar las líneas de producción, uniendo el uso del internet de las cosas (IoT), la globalización y la no intervención humana en todos los procesos industriales de las diferentes empresas, es necesario obtener una energía sostenible que no genere más contaminación del medio ambiente, debido a esto la Armada Nacional y su pnd (2020), nos muestra una ambiciosa adquisición de buques, los cuales implementaran la tecnología 4.0, por tal motivo es indispensable empezar procesos

de investigación donde se logre el objetivo de adquirir hidrógeno con cero producción de gases contaminantes.

La Cuarta Revolución Industrial es la integración de los sistemas de control avanzado con las personas, productos y los sistemas complejos de fabricación digital, toda esta integración se logra con el análisis de la información avanzada (Big Data), simulación avanzada y modelado virtual.

Por lo tanto es indispensable que se impulse por parte de las personas la Industria 4.0, analizando los datos recibidos en su día a día y evolucionar cada vez más las tecnologías que ayuden a la creación de combustible sostenibles, permitiendo tener un ciclo ambiental ecológico, donde no se genere afectación al medio ambiente ni en la fabricación ni en el uso y mucho menos en el final de su ciclo de vida, todo esto es oportuno analizar gracias a los altos niveles de contaminación que tienen el planeta, logrando en la actualidad un aumento de temperatura global progresivo, causando de forma mucho más rápido de lo normal el derretimientos de los polos, como también generando fenómenos ambientales que afectan a la población.

Por tal motivo se empezará analizar la forma de crear hidrógeno con el agua por medio del uso de la electricidad, el mecanismo de electrólisis se evidencia en el aporte eléctrico que se implementa de la siguiente forma: en una celda electroquímica hay dos electrodos (cátodo y ánodo) unidos por un medio conductor formado por iones H^+ (protones) disueltos en agua. El paso de corriente eléctrica entre cátodo y ánodo hace que el agua se separen los distintos componentes, formándose hidrógeno en el cátodo y oxígeno en el ánodo.

Dicho hidrógeno que se obtiene es acumulado en el cátodo, donde se deberá transportar a unas baterías de hidrógeno con el fin de ser utilizado en un motor eléctrico, con la suficiente potencia para desplazar o mover las futuras unidades fluviales que tendrá la Armada Nacional.

En efecto en la actualidad existe un afán de realizar cambios de elementos de combustible como método de propulsión, por esta razón se busca el no uso de energías derivadas del petróleo ya que se busca bajar las emisiones de CO_2 en el medio ambiente, hasta el punto de llegar a cero, como también se busca una alternativa de combustible competitiva, ya que la gasolina en la actualidad esta con costos elevados, debido a su ausencia y la necesidad de buscar muchos más pozos por medio del fracking, debido a que la demanda en la actualidad es mayor a la producción del crudo, material indispensable para la fabricación de la gasolina, por esta razón desde los años 1970 se observa el hidrógeno como vector energético, toda estas razones son opacadas por la principal u objetivo fundamental de la búsqueda de nuevas formas de combustibles limpios; necesitamos urgentemente como seres vivos del planeta Tierra reducir las emisiones de CO y CO_2 en el Ambiente ya que con dichos gases estamos aumentando la temperatura del Planeta de una forma rápida.

Acuerdo análisis realizados en un artículo por Alcántara (2019) en términos de masa, se sabe que 1 kg de hidrógeno tiene una energía equivalente aproximadamente 2.75 kg de gasolina. Por lo que es eficiente y oportuno empezar a ser pruebas de fabricación de baterías con hidrógeno ya que como combustión son 55% más eficiente que un motor de combustión interna el cual presenta una eficiencia del 33%, y podríamos mediante celdas de hidrógeno automatizar un sistema de combustión ya que el agua se podría tomar de los ríos o mares donde dichas unidades se transportarían; ya que el agua siempre está en nuestro entorno de trabajo de una forma gratis es una apuesta importante continuar con la investigación de la misma, ya que bajarían los costos logísticos que se presentan en el transporte de materiales y personas en dichas unidades fluviales, trayendo de la misma forma avances tecnológicos y mejoras de la calidad de vida en muchas regiones, que en el momento no cuentan con un medio de transporte seguro para salir de sus viviendas.

Otros de los retos con los cuales toca analizar es el almacenamiento o manipulación del hidrógeno, ya que él gas se puede guardar de forma líquida y gaseosa pero de las dos formas requiere una cantidad de energía con el finde mantener una reserva en las unidades, pero de la misma forma si se guarda en forma gaseosa es un gas altamente volátil

cuando se une con el oxígeno y hay presencia de fuego en el entorno por lo que toca evaluar protocolos de seguridad en las unidades con el fin de mitigar posibles accidentes o explosiones en las unidades que irán a transportar personal civil y militar, como también materiales en las líneas fluviales del país (Figura 3).

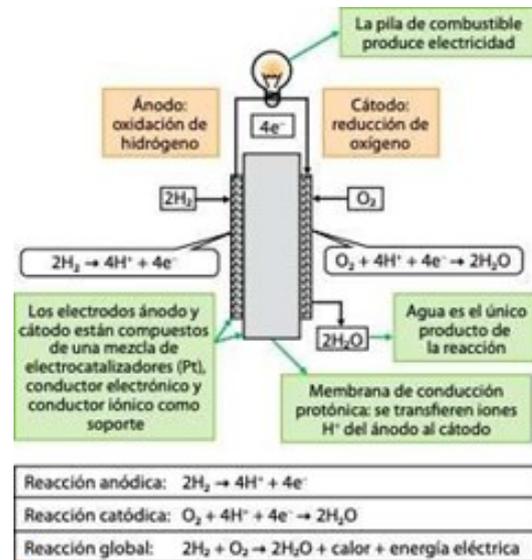


Figura 3. Principio de operación de una pila de combustible tipo MIP.

Nota: Adaptado de Alcántara (2019).

Otra fortaleza que representa en dicha investigación es disminuir unas de las limitaciones que en la actualidad cuenta nuestras Unidades Navales en el área de operaciones, dicha limitación es la autonomía en el área operacional, ya que al tener el agua como materia prima de la creación de hidrógeno me permite mantener en un tiempo ilimitado las Unidades sin preocuparnos por el abastecimiento del diésel marine, keroseno y gasolina, dichos combustibles en la actualidad es un limitante de sostenimiento de unidades en el área operacional (Educativo).

Como también nos permitiría invertir las diferencias de costos consumidos por estos combustibles en diferentes áreas de crecimiento de la Armada Nacional, por tal motivo este proyecto es un reto ambicioso en el cual se debe continuar y evolucionar como proyecto principal de la institución.

Otro valor agregado en la evolución de esta tecnología es sumarle de una forma táctica el silencio que causaría en las unidades empezar a implementar la energía eléctrica en nuestras unidades, ya que no generaran demasiado sonido, para dificultarle la detección de nuestras Unidades al enemigo, elemento importante para llevar de forma segura una operación militar.

4. Conclusiones

Aunque en la actualidad Colombia busque la forma de obtener energías limpias, la Armada Nacional se debe enfocar en la búsqueda de obtención de hidrógeno, con el fin de poder conseguir un método de propulsión en las unidades fluviales que va a obtener, por lo que se debe empezar hacer proyectos de laboratorio con el fin de ver la eficiencia del hidrógeno como creador de electricidad o como gas que genere movimiento mecánico en el cigüeñal de un motor eléctrico.

Bajo los conceptos teóricos la forma más eficiente de creación de hidrógeno es la fabricación de una celda la cual divide las partículas del agua, con el finde obtener el hidrógeno y el oxígeno en diferentes polos, ya que así generaran una diferencia de potencial que alimentara un banco de baterías, los cuales servirán como fuente de poder limpias para mover las Unidades Fluviales, por lo que se mira la importancia de volver a los conceptos

de Unidades eléctricas, ya que estas Unidades tiene generación de gases contaminantes en cero.

Referencias

- (2014). Ley 1715: Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables.
(2020). Plan de desarrollo naval 2042.
(2021). Ley 2099.
Alcántara, K. S. (2019). Un poco de todo sobre el hidrógeno. *Ciencia*.
CONPES 3982 (2020). Política nacional logística. Consejo nacional de política económica y social.
de la Sabana, U. (2022). El hidrógeno verde, una opción para descarbonizar los sistemas energéticos.
de Minas y Energía, M. (2018). Encuesta nacional logística (enl2018).
Educativo, R. ¿cómo obtener hidrógeno? s.f.
Ministerio de Minas y Energía (2021). Reporte integrado de sostenibilidad 2021.
Ministerio de Minas y Energía (2022). Hoja de ruta del hidrógeno en colombia.

Biografía de los Autores



Oscar Eduardo Olaya Vera Ingeniero Electrónico; Jefe Producción Centro de Desarrollo Tecnológico Naval



Marlon Andrés Rey Plazas Ingeniero Electrónico; Jefe Departamento de Ingeniería ARC Golfo de Morrosquillo

Descargo de responsabilidad/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son únicamente responsabilidad de los autores y colaboradores individuales y no reflejan necesariamente las opiniones de DERROTERO y/o de los editores. DERROTERO y/o los editores se deslindan de cualquier responsabilidad por daños o perjuicios a personas o bienes que puedan surgir como resultado de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido. Se recomienda a los lectores verificar de manera independiente la información antes de basarse en ella.