

Transporte de Hidrógeno: Energía limpia para Latinoamérica

Hydrogen Transport: Clean Energy for Latin America

Para citar este trabajo:

Valdez, J., De La A, L., García, J., y Maldonado, G., (2024). Transporte de Hidrógeno: Energía limpia para Latinoamérica. *Reincisol*, 3(6), pp. 953-971. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)953-971](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)953-971)

Autores:

Jerson Joseph Valdez-Ibarra

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas.
Ciudad: Esmeraldas, País: Ecuador
Correo Institucional: jerson.valdez.ibarra@utelvt.edu.ec
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-0551-6463>

Leonela Del Rocio De La A-Salinas

Universidad Agraria del Ecuador.
Ciudad: Guayaquil, País: Ecuador
Correo Institucional: ldelaa@uagraria.edu.ec
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0320-4397>

Janeth Andreina García-Cedeño

Investigadora.
Ciudad: Esmeraldas, País: Ecuador
Correo Institucional: janethandreia95@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-7566-7211>

Galo Eduardo Maldonado-Ibarra

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas.
Ciudad: Esmeraldas, País: Ecuador
Correo Institucional: galo.maldonado@utelvt.edu.ec
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5309-5053>

RECIBIDO: 15 junio 2024

ACEPTADO: 26 julio 2024

PUBLICADO 12 agosto 2024

Resumen

El hidrógeno está emergiendo como una solución clave para la transición energética en Latinoamérica, ofreciendo una alternativa limpia y sostenible a los combustibles fósiles. Este artículo explora el potencial del hidrógeno en la región, analizando sus características, ventajas y las tecnologías actuales para su transporte. A través de una revisión de proyectos y experiencias en países como Chile, Brasil, Argentina, Colombia y Perú, se identifican tanto las oportunidades como los desafíos asociados con la adopción del hidrógeno. Los beneficios incluyen la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el impulso al desarrollo económico y la mejora de la seguridad energética. Sin embargo, la región enfrenta barreras significativas, como los altos costos de producción y transporte, la falta de infraestructura y la necesidad de inversión. Se destacan las tendencias futuras, como las innovaciones tecnológicas y los cambios en las políticas, y se ofrecen recomendaciones para políticas públicas, inversión en infraestructura y colaboración regional. En conclusión, el hidrógeno tiene el potencial de transformar el panorama energético de Latinoamérica, pero requiere una acción coordinada y una planificación estratégica para superar los desafíos y realizar su pleno potencial como solución energética sostenible.

Palabras clave: hidrógeno, energía limpia, Latinoamérica, infraestructura, transición energética.

Abstract

Hydrogen is emerging as a key solution for the energy transition in Latin America, offering a clean and sustainable alternative to fossil fuels. This article explores the potential of hydrogen in the region, analyzing its characteristics, advantages, and current technologies for its transportation. Through a review of projects and experiences in countries such as Chile, Brazil, Argentina, Colombia, and Peru, both the opportunities and challenges associated with the adoption of hydrogen are identified. Benefits include reducing greenhouse gas emissions, boosting economic development, and improving energy security. However, the region faces significant barriers, such as high production and transportation costs, lack of infrastructure, and the need for investment. Future trends, such as technological innovations and policy changes, are highlighted, and recommendations are offered for public policy, infrastructure investment, and regional collaboration. In conclusion, hydrogen has the potential to transform Latin America's energy landscape, but requires coordinated action and strategic planning to overcome challenges and realize its full potential as a sustainable energy solution.

Keywords: hydrogen, clean energy, Latin America, infrastructure, energy transition.

INTRODUCCIÓN

En un mundo que enfrenta desafíos cada vez mayores relacionados con el cambio climático y la degradación ambiental, la búsqueda de fuentes de energía limpias y sostenibles ha cobrado una importancia sin precedentes. Las fuentes de energía tradicionales, como los combustibles fósiles, no solo contribuyen al calentamiento global, sino que también presentan problemas de agotamiento de recursos y contaminación. En este contexto, el hidrógeno ha emergido como una alternativa prometedora, que ofrece una solución limpia y versátil para diversas aplicaciones energéticas (Albarracín, 2022).

El hidrógeno, en su forma más pura, es el elemento más abundante en el universo y se presenta como un portador de energía con una huella de carbono casi nula cuando se utiliza adecuadamente. A diferencia de los combustibles fósiles, el hidrógeno puede ser producido a partir de fuentes renovables, como el agua mediante electrólisis alimentada por energía solar o eólica, lo que lo convierte en un candidato ideal para apoyar la transición hacia una economía de bajo carbono. La capacidad del hidrógeno para almacenar y liberar energía de manera eficiente lo hace adecuado para aplicaciones que van desde el transporte hasta el almacenamiento de energía y la producción industrial (Albavera, 2006).

En el ámbito global, el interés en el hidrógeno está en aumento, con numerosos países desarrollando estrategias y proyectos para integrar esta tecnología en sus sistemas energéticos. Sin embargo, mientras los países desarrollados lideran en términos de implementación y tecnología, Latinoamérica enfrenta una oportunidad única para aprovechar sus recursos naturales y potenciales en el contexto de la energía limpia. La región cuenta con abundantes recursos renovables, como la energía solar y eólica, que pueden ser utilizados para la producción de hidrógeno verde. Además, Latinoamérica se enfrenta a desafíos significativos en términos de acceso a la energía, la contaminación y la dependencia de los combustibles fósiles, lo que hace que la transición hacia el hidrógeno sea una solución atractiva y necesaria para alcanzar sus objetivos de sostenibilidad (Ángel, Botet, Cuello, & Laverde).

El propósito de este artículo es explorar en profundidad el papel del hidrógeno como solución de transporte de energía limpia en Latinoamérica. Se analizarán las tecnologías actuales disponibles para el transporte de hidrógeno, las oportunidades

que presentan para la región, y los desafíos específicos que deben ser abordados para su implementación exitosa. A través de un examen detallado de los proyectos en curso y las perspectivas futuras, este artículo buscará proporcionar una visión integral de cómo el hidrógeno puede contribuir al desarrollo energético sostenible en Latinoamérica y qué pasos son necesarios para hacer realidad este potencial.

DESARROLLO

El Hidrógeno como Energía Limpia

El hidrógeno es el elemento químico más ligero y abundante en el universo, representando aproximadamente el 75% de la masa de la materia visible. A nivel terrestre, se encuentra en forma de compuestos, como el agua (H₂O) y los hidrocarburos (Baquero & Monsalve, 2023). En su estado más puro, el hidrógeno es un gas incoloro, inodoro y altamente inflamable. La producción de hidrógeno puede realizarse a través de varios métodos, siendo los más comunes:

Electrólisis del Agua

Este proceso implica la separación del agua en oxígeno e hidrógeno mediante la aplicación de una corriente eléctrica. Cuando esta electricidad proviene de fuentes renovables, como la solar o eólica, el hidrógeno producido se denomina "hidrógeno verde", ya que su producción no genera emisiones de carbono (Cabaña, 2024).

Reformado de Gas Natural

El reformado con vapor de metano (SMR, por sus siglas en inglés) es el método más utilizado para la producción de hidrógeno a gran escala. Consiste en la reacción del gas natural con vapor a alta temperatura para producir hidrógeno y dióxido de carbono. Aunque es más económico, este proceso tiene una huella de carbono significativa (Delgado, 2018).

Gasificación de Biomasa

En este método, los materiales orgánicos (biomasa) son convertidos en hidrógeno, dióxido de carbono y otros subproductos mediante un proceso de gasificación. Este enfoque puede ser más sostenible si se utiliza biomasa residual o desechos (Di Sbroiavacca et al., 2019).

Como portador de energía, el hidrógeno ofrece una alta densidad energética por unidad de masa, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren almacenamiento y transporte de energía en grandes cantidades. A diferencia de los

combustibles fósiles, su uso directo no produce emisiones de gases de efecto invernadero, ya que su combustión solo genera agua.

Ventajas del Hidrógeno

El hidrógeno presenta varias ventajas significativas como fuente de energía limpia:

Baja Huella de Carbono

La combustión del hidrógeno genera únicamente vapor de agua, lo que significa que, cuando se produce a partir de fuentes renovables, su uso contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto lo convierte en una opción atractiva para mitigar el cambio climático (Dietz, 2023).

Almacenamiento de Energía

El hidrógeno puede almacenar energía de forma eficiente y liberarla cuando sea necesario. Esto es especialmente valioso para compensar la intermitencia de fuentes renovables como la solar y la eólica, permitiendo que la energía generada en periodos de alta producción se utilice en momentos de baja generación (Dietz, 2023).

Aplicaciones Diversas

El hidrógeno puede utilizarse en una variedad de sectores. En el transporte, los vehículos de hidrógeno, como autobuses y camiones, ofrecen una alternativa libre de emisiones a los vehículos de combustión interna. En la industria, el hidrógeno se emplea en procesos como la producción de amoníaco para fertilizantes y el refinado de petróleo. Además, tiene potencial para aplicaciones en la generación de electricidad y el calentamiento residencial (Dietz, 2023).

Reducción de Dependencia de Combustibles Fósiles

La adopción del hidrógeno puede reducir la dependencia de los combustibles fósiles, diversificando las fuentes de energía y aumentando la resiliencia del sistema energético frente a fluctuaciones en el mercado de combustibles fósiles (Dietz, 2023).

El hidrógeno no solo ofrece una alternativa limpia y eficiente a los combustibles fósiles, sino que también proporciona soluciones innovadoras para el almacenamiento de energía y la sostenibilidad en diversos sectores. Su implementación efectiva puede jugar un papel crucial en la transición hacia una economía de energía limpia y sostenible.

Tecnologías de Transporte de Hidrógeno

Métodos de Transporte

El transporte de hidrógeno puede realizarse de varias maneras, cada una con sus propias características y aplicaciones:

Transporte por Tuberías

Este método es utilizado para el transporte de hidrógeno a granel a través de redes de tuberías, similar a cómo se transportan el gas natural y el petróleo. Las tuberías para hidrógeno deben estar diseñadas específicamente para resistir la alta presión y la corrosión, debido a la naturaleza del hidrógeno. Este método es eficiente para distancias largas y es adecuado para grandes volúmenes, pero requiere una infraestructura inicial significativa (Escallón, Rodríguez, & Quintero, 2021).

Transporte por Camiones en Forma de Gas Comprimido

El hidrógeno puede ser comprimido a alta presión (hasta 700 bares) y transportado en cilindros montados en camiones. Este método es más flexible y se utiliza para suministrar hidrógeno a áreas donde no hay infraestructura de tuberías. Aunque el almacenamiento en forma de gas comprimido es más sencillo en comparación con el líquido, el proceso de compresión requiere energía y presenta desafíos en términos de seguridad debido a la alta presión (Falero, 2022).

Transporte en Forma de Líquido Refrigerado

A temperaturas extremadamente bajas (alrededor de -253°C), el hidrógeno se convierte en líquido. Este estado tiene una densidad energética más alta en comparación con el gas comprimido, lo que facilita el transporte de grandes cantidades en tanques especializados. Sin embargo, el proceso de licuefacción es energético y costoso, y los tanques deben estar bien aislados para mantener la baja temperatura (Heileman & del Programa).

Transporte en Forma de Hidruros Metálicos

Este método involucra la absorción del hidrógeno en compuestos metálicos que pueden liberar hidrógeno cuando se calientan. Los hidruros metálicos tienen una alta densidad de hidrógeno y permiten un almacenamiento más compacto y seguro. Sin embargo, la liberación y el almacenamiento del hidrógeno requieren condiciones específicas y tecnología avanzada (Jaramillo, 2020).

Tecnologías Emergentes

Existen enfoques innovadores en desarrollo, como el transporte de hidrógeno en forma de amoníaco (NH_3) o en portadores líquidos orgánicos, que pueden ofrecer soluciones más eficientes para el transporte a larga distancia. Estas tecnologías aún están en fases experimentales o de prueba, pero prometen ampliar las posibilidades del transporte de hidrógeno (LATINA & RUSIA).

Infraestructura Necesaria

Para el transporte eficiente de hidrógeno, se requiere una infraestructura adecuada, que incluye:

Estaciones de Carga de Hidrógeno

Estas instalaciones permiten el llenado de vehículos de hidrógeno y el abastecimiento de usuarios finales. Las estaciones de carga deben contar con compresores para gas o equipos de refrigeración para el líquido, así como sistemas de seguridad para manejar el hidrógeno de manera segura. La expansión de esta infraestructura es crucial para facilitar la adopción de vehículos de hidrógeno y la integración del hidrógeno en el mercado energético (Levy, Messina, & Contreras Lisperguer, 2021).

Sistemas de Almacenamiento

El almacenamiento de hidrógeno puede realizarse en forma de gas comprimido, líquido refrigerado o en materiales de hidruro. Cada método de almacenamiento requiere soluciones específicas en términos de contenedores, presión, temperatura y seguridad. La infraestructura de almacenamiento debe ser capaz de manejar grandes volúmenes de hidrógeno y garantizar la integridad del almacenamiento (López & Ons, 2023).

Redes de Distribución

La red de distribución de hidrógeno incluye tuberías, estaciones de transferencia y sistemas de monitoreo para garantizar el flujo continuo y seguro del hidrógeno desde los puntos de producción hasta los consumidores. La implementación de una red eficiente de distribución es esencial para el suministro confiable de hidrógeno y la expansión de su uso (Lutz, AES, TER, & BAJOS, 2002).

Tecnologías de Monitoreo y Control

Para garantizar la seguridad y eficiencia en el transporte y almacenamiento de hidrógeno, se utilizan sistemas avanzados de monitoreo y control. Estos sistemas

supervisan las condiciones de presión, temperatura y posibles fugas, y permiten una gestión eficiente de la infraestructura (Mercado, Chere, & Martínez, 2022).

El transporte de hidrógeno requiere una combinación de tecnologías establecidas y emergentes, así como una infraestructura robusta para asegurar su disponibilidad y seguridad. A medida que la tecnología avanza y la demanda de hidrógeno crece, la inversión en infraestructura y el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas serán clave para la integración exitosa del hidrógeno en el sistema energético global.

Estado Actual y Proyectos en Latinoamérica

Proyectos y Experimentos

Latinoamérica está comenzando a explorar el potencial del hidrógeno como fuente de energía limpia, y varios proyectos e iniciativas están en marcha en la región:

Chile se ha posicionado como un líder en la producción de hidrógeno verde gracias a su abundante recurso de energía solar y eólica. El gobierno chileno ha lanzado una Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, que incluye proyectos como el “Hidrógeno Verde de Magallanes”, un proyecto piloto para la producción de hidrógeno a partir de energía eólica en la región de Magallanes. Además, el consorcio "H2 Chile" está trabajando en diversas iniciativas para integrar el hidrógeno verde en la industria y el transporte (Núñez et al., 2023).

En Brasil, la empresa "Energias do Brasil" está desarrollando proyectos piloto para el uso de hidrógeno en transporte y generación de electricidad. Además, el país está colaborando con la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) para investigar y promover el uso de hidrógeno en el sector energético. En São Paulo, se está llevando a cabo una prueba de vehículos de hidrógeno para evaluar su viabilidad en el transporte urbano (Posso & Sánchez, 2014).

Argentina ha iniciado el desarrollo de su infraestructura para la producción de hidrógeno verde, con proyectos como "H2V", que busca producir hidrógeno a partir de energía eólica en la región de la Patagonia. El país también está trabajando en colaboraciones internacionales para desarrollar tecnologías de transporte y almacenamiento de hidrógeno (Posso, 2007).

En Colombia, el gobierno ha lanzado la "Hoja de Ruta para el Hidrógeno" con el objetivo de desarrollar una industria de hidrógeno verde. Proyectos como el "Parque

Eólico La Guajira" están explorando la producción de hidrógeno utilizando energía eólica en la región costera del Caribe. La colaboración con empresas internacionales y organismos de desarrollo está en marcha para establecer un mercado local de hidrógeno (Ramírez, 2023).

Perú está investigando el potencial del hidrógeno para diversificar su matriz energética. Proyectos de investigación y desarrollo están en curso para evaluar la viabilidad de utilizar hidrógeno en combinación con recursos geotérmicos y solares. El país también está colaborando con instituciones internacionales para avanzar en el desarrollo de tecnologías de hidrógeno (Rivera & Quezada, 2014).

Desafíos y Barreras

A pesar del creciente interés y los esfuerzos en Latinoamérica, la región enfrenta varios desafíos y barreras para la adopción del transporte de hidrógeno:

- La producción y el transporte de hidrógeno, especialmente en su forma líquida o comprimida, son costosos. Los costos iniciales de inversión en infraestructura y tecnología son significativos, lo que puede ser una barrera para la implementación a gran escala en países con economías emergentes.
- La infraestructura necesaria para el transporte y almacenamiento de hidrógeno es limitada en la región. La construcción de redes de tuberías, estaciones de carga y sistemas de almacenamiento requiere una inversión considerable y un desarrollo a largo plazo.
- La falta de financiación adecuada para proyectos de hidrógeno puede limitar el progreso. La inversión en tecnologías emergentes y en la expansión de la infraestructura es crucial, y los fondos provenientes de inversores privados, gubernamentales y colaboraciones internacionales son esenciales para superar este obstáculo.
- La falta de marcos regulatorios y políticas públicas claras puede dificultar la adopción del hidrógeno. Es necesario desarrollar normativas y políticas que fomenten la inversión y el desarrollo de la industria del hidrógeno, así como promover incentivos para la investigación y la implementación de proyectos.
- La industria del hidrógeno es aún emergente y requiere personal capacitado y conocimiento técnico especializado. La formación y el desarrollo de

competencias en esta área son necesarios para apoyar la expansión y operación de proyectos de hidrógeno.

- Aunque se están desarrollando tecnologías emergentes para el transporte y almacenamiento de hidrógeno, estas tecnologías aún están en fase de prueba o desarrollo. Superar los desafíos técnicos asociados con la producción, almacenamiento y transporte es fundamental para la viabilidad a largo plazo del hidrógeno en la región.
- Latinoamérica está dando pasos importantes hacia la adopción del hidrógeno como una fuente de energía limpia, pero enfrenta desafíos significativos que deben ser abordados para lograr una integración efectiva. La cooperación internacional, el desarrollo de infraestructura adecuada y la implementación de políticas favorables serán clave para superar estas barreras y aprovechar el potencial del hidrógeno en la región.

Beneficios Potenciales para Latinoamérica

Impacto Ambiental

La adopción del transporte de hidrógeno en Latinoamérica podría tener un impacto ambiental significativo al contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El hidrógeno, cuando se utiliza como fuente de energía, produce únicamente vapor de agua como subproducto, sin generar dióxido de carbono (CO₂) u otros contaminantes atmosféricos. Este beneficio es particularmente relevante para Latinoamérica, una región que enfrenta desafíos ambientales significativos y está buscando maneras de mitigar el cambio climático (Seménov, 2021).

La transición hacia el uso de hidrógeno verde puede ayudar a reducir las emisiones de CO₂ en sectores clave como el transporte y la industria. Los vehículos de hidrógeno, al reemplazar a los de combustión interna, eliminan las emisiones de gases contaminantes en el transporte urbano. En la industria, el hidrógeno puede sustituir a los combustibles fósiles en procesos como la producción de acero y fertilizantes, contribuyendo a una disminución general de las emisiones industriales (Stanley, 2023).

Al reducir las emisiones de gases contaminantes, el uso de hidrógeno puede contribuir a mejorar la calidad del aire en las ciudades y áreas industriales. Esto

tiene un impacto directo en la salud pública, al disminuir la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares relacionadas con la contaminación del aire (Souza et al., 2024).

Desarrollo Económico

La implementación de tecnologías relacionadas con el hidrógeno ofrece diversas oportunidades económicas para Latinoamérica, incluyendo la creación de empleo y el desarrollo de nuevas industrias:

- La expansión de la industria del hidrógeno puede generar numerosos empleos en diversas áreas, como la producción, el transporte, el almacenamiento y la distribución de hidrógeno. La construcción y mantenimiento de infraestructura, así como la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, también contribuirán al crecimiento del empleo en la región.
- La inversión en hidrógeno puede estimular el desarrollo de nuevas industrias y sectores económicos. Por ejemplo, la producción de hidrógeno verde puede abrir oportunidades en la industria de energías renovables, mientras que el desarrollo de tecnología para vehículos de hidrógeno y sistemas de almacenamiento puede fomentar la innovación y el emprendimiento en el sector tecnológico.
- La adopción del hidrógeno puede ayudar a diversificar la matriz económica de Latinoamérica, reduciendo la dependencia de los recursos naturales no renovables y fomentando una economía más sostenible y resiliente.

Seguridad Energética

El hidrógeno puede desempeñar un papel clave en la mejora de la seguridad energética de Latinoamérica al diversificar las fuentes de energía y reducir la dependencia de los combustibles fósiles:

- La integración del hidrógeno en la matriz energética de Latinoamérica proporciona una alternativa a los combustibles fósiles, que son vulnerables a fluctuaciones de precios y problemas de suministro. El hidrógeno puede ser producido a partir de diversas fuentes renovables, como la energía solar, eólica y biomasa, lo que contribuye a una matriz energética más diversificada y estable.

- Muchos países latinoamericanos dependen de la importación de combustibles fósiles para satisfacer sus necesidades energéticas. La producción local de hidrógeno a partir de recursos renovables puede reducir esta dependencia, fortaleciendo la seguridad energética y mejorando la balanza comercial de los países de la región.
- El hidrógeno puede ser utilizado para almacenar energía generada a partir de fuentes renovables intermitentes, como la solar y la eólica. Esto ayuda a equilibrar la oferta y la demanda de energía, proporcionando una solución para la estabilidad del sistema energético y la resiliencia frente a interrupciones en el suministro.

La adopción del transporte de hidrógeno en Latinoamérica ofrece múltiples beneficios, incluyendo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la creación de empleo y el desarrollo económico, así como la mejora de la seguridad energética mediante la diversificación de fuentes de energía y la reducción de la dependencia de combustibles fósiles. Estos beneficios contribuyen a una transición hacia una economía más sostenible y resiliente, alineada con los objetivos de desarrollo sostenible de la región.

Perspectivas Futuras y Recomendaciones

Tendencias Futuras

Innovaciones Tecnológicas

El campo del hidrógeno está experimentando avances tecnológicos significativos que podrían transformar su uso y adopción en Latinoamérica (Verde na Argentina, 2021). Algunas de las tendencias emergentes incluyen:

- La mejora de los métodos de producción de hidrógeno, como la electrólisis de agua utilizando energías renovables y la gasificación de biomasa, está en constante evolución. La reducción de costos y el aumento de la eficiencia en estos procesos harán que el hidrógeno verde sea más competitivo en el mercado.
- Se están desarrollando nuevas tecnologías para el almacenamiento y transporte de hidrógeno, incluyendo soluciones más eficientes para su compresión, licuefacción y conversión en portadores químicos como el

amoníaco. Estas innovaciones podrían hacer que el hidrógeno sea más accesible y rentable.

- La integración del hidrógeno en las redes energéticas existentes, mediante su uso como medio de almacenamiento de energía y su combinación con fuentes renovables, está ganando atención. La implementación de redes de distribución de hidrógeno y estaciones de carga avanzadas facilitará su integración en el sistema energético.

Cambios en las Políticas

Las políticas públicas están desempeñando un papel crucial en la promoción del hidrógeno (Urdiales et al., 2021). Se espera que los gobiernos de Latinoamérica adopten políticas más favorables, tales como:

- Los incentivos financieros y las subvenciones para proyectos de hidrógeno pueden acelerar la adopción de tecnologías emergentes y la construcción de infraestructura.
- La creación de marcos regulatorios claros y coherentes es esencial para fomentar la inversión y garantizar la seguridad en la producción, transporte y uso del hidrógeno.
- La colaboración con países y organizaciones internacionales en investigación y desarrollo, así como en proyectos piloto, puede proporcionar acceso a tecnologías avanzadas y apoyo financiero.

Expectativas de Mercado

El mercado de hidrógeno en Latinoamérica está en expansión, con expectativas de crecimiento impulsadas por:

- La demanda de hidrógeno como solución de energía limpia y almacenamiento está en aumento, impulsada por la necesidad de reducir las emisiones y diversificar las fuentes de energía.
- Se anticipa que la inversión en infraestructura de hidrógeno, como redes de distribución y estaciones de carga, crecerá a medida que se desarrollen proyectos a gran escala.
- La adopción del hidrógeno en sectores como el transporte, la industria y la generación de energía podría crear nuevos mercados y oportunidades de negocio.

Recomendaciones

Políticas Públicas

Cada país en Latinoamérica debería desarrollar e implementar una estrategia nacional que defina objetivos claros, metas y un plan de acción para promover la producción y uso de hidrógeno (Tauss, 2023).

Ofrecer incentivos fiscales y subvenciones para proyectos de hidrógeno puede reducir los costos iniciales y fomentar la inversión en tecnologías emergentes.

Implementar regulaciones y estándares específicos para la producción, transporte y uso de hidrógeno garantizará la seguridad y promoverá la confianza en esta tecnología.

Inversión en Infraestructura

- Invertir en la construcción de redes de tuberías y estaciones de carga para el hidrógeno facilitará su transporte y accesibilidad en la región.
- Apoyar la investigación en nuevas tecnologías y procesos de producción de hidrógeno ayudará a reducir costos y mejorar la eficiencia.
- Participar en proyectos piloto y colaboraciones regionales permitirá compartir conocimientos y recursos, acelerando la adopción de tecnologías de hidrógeno.

Colaboración Regional

- Los países latinoamericanos deben formar alianzas para compartir mejores prácticas, coordinar esfuerzos y desarrollar proyectos conjuntos que puedan impulsar el desarrollo del hidrógeno.
- Colaborar con países y organizaciones internacionales en investigación, desarrollo y financiamiento puede proporcionar acceso a tecnologías avanzadas y apoyo financiero.

Reflexión Final

El hidrógeno tiene el potencial de desempeñar un papel transformador en la transición energética de Latinoamérica, ofreciendo una solución limpia, versátil y sostenible para enfrentar los desafíos ambientales y energéticos de la región. Su capacidad para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, promover el desarrollo económico y fortalecer la seguridad energética lo convierte en una herramienta clave para construir un futuro más sostenible.

A medida que Latinoamérica avanza hacia una economía de baja emisión de carbono, la inversión en hidrógeno y el desarrollo de tecnologías asociadas serán

fundamentales para alcanzar los objetivos climáticos y energéticos de la región. Con una planificación estratégica, políticas adecuadas y colaboración regional, el hidrógeno puede ser un catalizador para un desarrollo económico inclusivo y una transición hacia un sistema energético más resiliente y sostenible.

CONCLUSIONES

El hidrógeno tiene el potencial de convertirse en un pilar fundamental en la transición energética de Latinoamérica. Su capacidad para producirse a partir de fuentes renovables y su uso como portador de energía limpia puede contribuir significativamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la calidad del aire y apoyar los objetivos de sostenibilidad de la región. La adopción del hidrógeno podría transformar el panorama energético y ambiental de Latinoamérica, alineándose con las metas globales de cambio climático.

La inversión en la tecnología de hidrógeno no solo ofrece beneficios ambientales, sino también económicos. La creación de empleo en nuevas industrias relacionadas con el hidrógeno, el desarrollo de infraestructura y la diversificación de la matriz energética pueden impulsar el crecimiento económico y mejorar la seguridad energética de Latinoamérica. La producción local de hidrógeno puede reducir la dependencia de combustibles fósiles importados y fortalecer la resiliencia del sistema energético regional.

A pesar de su potencial, Latinoamérica enfrenta desafíos importantes en la adopción del hidrógeno, como los altos costos de producción y transporte, la falta de infraestructura adecuada y las necesidades de inversión. Estos desafíos requieren una respuesta coordinada que incluya políticas públicas favorables, inversión en infraestructura y colaboración regional. Superar estas barreras es esencial para realizar el potencial del hidrógeno y asegurar su integración efectiva en el sistema energético.

Para maximizar los beneficios del hidrógeno, los países latinoamericanos deben adoptar estrategias nacionales y fomentar la cooperación regional e internacional. El desarrollo de políticas públicas claras, incentivos financieros y normativas específicas facilitará la inversión y el crecimiento de la industria del hidrógeno. La colaboración entre gobiernos, empresas e instituciones de investigación es crucial

para avanzar en la tecnología, superar desafíos y aprovechar el hidrógeno como una solución energética clave para un futuro sostenible en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Albarracín, L. R. J. D. d. t. S. é. (2022). Necesidad de una transición energética justa con las personas y la naturaleza: una mirada a la transición energética europea. (14), 1.
- Albavera, F. S. J. N. S. (2006). América Latina y la búsqueda de un nuevo orden energético mundial. 204, 38-49.
- Ángel, M. I. C., Botet, C. L. B., Cuello, N. M. C., & Laverde, M. Á. U. Recomendaciones para el desarrollo de la economía del hidrógeno en Colombia.
- Baquero, J. E. G., & Monsalve, D. B. J. R. V. d. G. R. (2023). Emprendimiento social: Elemento clave en la transformación de economías energéticas fósiles a economías del hidrógeno. 28(103), 1237-1255.
- Cabaña, G. J. A. C. (2024). Ecologismo y desarrollo: dilemas de los progresismos latinoamericanos. (9), 1-18.
- Delgado, R. G. M. J. R. d. C. (2018). Desarrollo y cambio climático. Una mirada desde América Latina. (21), 193-212.
- Di Sbroiavacca, N., Dubrovsky, H., Nadal, G., & Contreras Lisperguer, R. (2019). Rol y perspectivas del gas natural en la transformación energética de América Latina: aportes a la implementación del Observatorio Regional sobre Energías Sostenibles.
- Dietz, K. J. N. S. (2023). ¿ Transición energética en Europa, extractivismo verde en América Latina? (306), 108-120.
- Escallón, S. D. T., Rodríguez, I. D. G., & Quintero, T. J. J. V. I. (2021). Transición energética en Colombia: No necesariamente una realidad que se sustenta en el cambio climático. (46), 105-128.
- Falero, A. J. N. R. S. (2022). PARA UNA PERSPECTIVA CENTRO-PERIFERIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA. 10(18), 317-349.
- Heileman, L., & del Programa, D. R. UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA INNOVADORA Y SOSTENIBLE EN AMÉRICA LATINA.
- Jaramillo, A. (2020). ABC del Hidrógeno como nuevo actor energético.

- LATINA, T. E. E. A., & RUSIA, Y. Víktor L. Seménov.
- Levy, A., Messina, D., & Contreras Lisperguer, R. (2021). Hacia una planificación sostenible para una transición energética justa en América Latina y el Caribe: análisis de mejores prácticas en países seleccionados.
- López, A., & Ons, A. (2023). Incentivos a la inversión y transformación productiva sostenible en América Latina. In: RedSur.
- Lutz, W. F., AES, A. V. E., TER, A., & BAJOS, P. J. P. o. t. F. N. P. l. E. E., Caracas, Venezuela. Available online: <https://energy-strategies.nl/files-all/eficienciaenergetica-y-desarrollo-sustentable-en-europa-y-america-latina/>. (2002). Eficiencia Energética y Desarrollo Sustentable en Europa y América Latina.
- Mercado-Bautista, J. D., Chere-Quiñónez, B. F., & Martínez-Peralta, A. J. J. S. I. J. o. I. S. (2022). Impactos de la generación distribuida en la red inteligente: un análisis documental. 3(2), 593-609.
- Núñez, V., Fonseca, J., Uribe, I., Ballesteros, D. Y. P., Serna, A., & Machuca-Martinez, F. J. I. y. C. (2023). Preparando los gasoductos para el transporte de mezclas de gas natural-hidrógeno en Colombia. 25(Suplemento).
- Posso, F., & Sánchez, J. J. M. (2014). El desarrollo del sistema energético Solar-Hidrógeno en América Latina: Potencialidades, oportunidades y barreras. 5(2), 61-79.
- Posso, F. J. R. T. d. l. F. d. I. U. d. Z. (2007). Desarrollo en Venezuela de un sistema energético basado en el hidrógeno.: I: Producción de hidrógeno electrolítico. 30(3), 201-208.
- Ramírez, W. G. (2023). Caracterización de la dinámica de las tecnologías implicadas en los vehículos eléctricos y el hidrógeno verde: una mirada hacia Latinoamérica. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea,
- Rivera, F. P., & Quezada, J. S. J. A. A. e. C. e. I. (2014). La Economía del Hidrógeno en el Ecuador: oportunidades y barreras. 6(2).
- Seménov, V. L. J. I. Y. H. A. A. P. (2021). Transición energética en América Latina y Rusia. (1), 87-110.
- Souza, R. C. U.-d., González-Quiñónez, L. A., Reyna-Tenorio, L. J., Salgado-Ortiz, P. J., Chere-Quiñónez, B. F. J. I. J. o. E. E., & Policy. (2024). Renewable

- energy development and employment in Ecuador's rural sector: an economic impact analysis. 14(1), 464-479.
- Stanley, L. E. J. D. d. t. S. é. (2023). Financiamiento del desarrollo y emergencia climática en América Latina y el Caribe: actores, instrumentos y políticas. (88), 1.
- Tauss, D. (2023). Inserción internacional de la Argentina a través del desarrollo del hidrógeno como vector energético.
- Urdiales, M. P., Yépez, A., Tolmasquim, M., Alatorre, C., Rasteletti, A., Stampini, M., & Hallack, M. J. E. b. I. d. D. (2021). El papel de la transición energética en la recuperación sostenible de América Latina y el Caribe.
- verde na Argentina, H. J. y. d. s. (2021). Hidrógeno verde en Argentina: desarrollo actual y perspectivas a futuro. 35.

Conflicto de intereses

Los autores indican que esta investigación no tiene conflicto de intereses y, por tanto, acepta las normativas de la publicación en esta revista.

Con certificación de:

