SCIENTIA UNIVERSALIS JOURNAL Vol. 2. No. 2, 2025, Pages 56-62.
https://www.claustrogomez.org/scientiajournal

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND RENEWABLE ENERGIES: TECHNOLOGICAL ADVANCES AND THEIR IMPACT ON CARBON FOOTPRINT REDUCTION. © 2025 by Madeleym Martinez is licensed under CC BY-SA 4.0

ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

DESARROLLO SOSTENIBLE Y ENERGÍAS RENOVABLES: AVANCES TECNOLÓGICOS Y SU IMPACTO EN LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND RENEWABLE ENERGIES: TECHNOLOGICAL ADVANCES AND THEIR IMPACT ON CARBON FOOTPRINT REDUCTION.

Madeleym Martinez, Panamá.*

Centro de Investigación y Formación Continua del Claustro Gómez (CIFOC), Panamá

Article history:
Received October 01, 2025
Received in revised from October 01, 2025
Accepted November 01, 2025
Available online December 01, 2025

Corresponding author:
Diplomado en Didáctica de la Biología - Madeleym Martinez

Electronic mail address:
academica@claustrogomez.org
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-1490-4073

Author history:
La autora es profesional de Ciencias de la Educación quien estudió el Diplomado en Didáctica de la Biología en el Centro de Investigación y Formación Continua del Claustro Gómez (CIFOC).

R E S U M E N

El desarrollo sostenible y las energías renovables son fundamentales en la lucha contra el cambio climático y la reducción de la huella de carbono. Este artículo de revisión examina los avances en tecnologías limpias como la energía solar, eólica, hidráulica y de biomasa, así como el hidrógeno verde. Su objetivo es evaluar cómo estas innovaciones contribuyen a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y a facilitar la transición hacia economías bajas en carbono. La metodología incluye la recopilación y análisis de literatura científica y reportes internacionales de la última década, priorizando fuentes de la Agencia Internacional de Energía (IEA) y el IPCC. Los resultados muestran que la integración de energías renovables ha reducido significativamente el consumo de combustibles fósiles, mejorando la seguridad energética y el desarrollo económico local. No obstante, se enfrentan desafíos como la intermitencia, la infraestructura de almacenamiento y los costos de inversión inicial. En conclusión, las energías renovables son viables para lograr la sostenibilidad ambiental y asegurar un futuro energético equitativo.

Palabras clave: *Desarrollo sostenible, Emisiones de CO_2, Energías renovables, Hidrógeno verde, Huella de carbono, Transición energética.*

A B S T R A C T

Sustainable development and renewable energies are fundamental in the fight against climate change and carbon footprint reduction. This review article examines advances in clean technologies such as solar, wind, hydro, and biomass energy, as well as green hydrogen. Its objective is to evaluate how these innovations contribute to reducing greenhouse gas emissions and facilitating the transition toward low-carbon economies. The methodology includes collecting and analyzing scientific literature and international reports from the past decade, prioritizing sources from the International Energy Agency (IEA) and the IPCC. Results show that integrating renewable energies has significantly reduced fossil fuel consumption, improving energy security and local economic development. However, challenges remain such as intermittency, storage infrastructure, and initial investment costs. In conclusion, renewable energies are viable for achieving environmental sustainability and ensuring an equitable energy future.

Keywords: *Sustainable development, CO_2 emissions, Renewable energies, Green hydrogen, Carbon footprint, Energy transition.*

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible surge como una respuesta integral a los problemas ambientales y sociales que han emergido del modelo energético tradicional basado en combustibles fósiles. Este modelo ha llevado a un aumento significativo en la demanda de energía, lo que a su vez ha incrementado las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), el principal gas de efecto invernadero responsable del calentamiento global. Las consecuencias de este fenómeno son alarmantes, incluyendo el aumento de fenómenos climáticos extremos, la pérdida de biodiversidad y la degradación de ecosistemas. En este contexto, las energías renovables se presentan como alternativas limpias, inagotables y con un impacto ambiental considerablemente menor. Fuentes como la energía solar, eólica, hidráulica y de biomasa no solo ayudan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también promueven la diversificación de la matriz energética y la seguridad energética a largo plazo. Diversos estudios, como los reportes del IPCC (2022) y de la IEA (2023), evidencian que la adopción de tecnologías renovables ha acelerado la transición hacia sistemas energéticos más sostenibles. Sin embargo, a pesar de estos avances, persisten significativos retos para su implementación masiva, como la necesidad de infraestructura adecuada, la gestión de la intermitencia de algunas fuentes y los costos iniciales de inversión. El objetivo de este artículo es revisar detalladamente los avances en energías renovables y analizar su impacto en la reducción

de la huella de carbono. Se destacarán no solo los beneficios, como la mejora en la calidad del aire y la generación de empleo verde, sino también las limitaciones que enfrentan estas tecnologías, así como las proyecciones futuras que podrían determinar su papel en la lucha contra el cambio climático. A través de esta revisión, se busca ofrecer una visión integral que permita entender la importancia de las energías renovables en el camino hacia un futuro más sostenible.

METODOLOGÍA

Este artículo se elaboró mediante una revisión bibliográfica sistemática, un enfoque que permite compilar y analizar de manera rigurosa la literatura existente en un campo específico. Se seleccionaron publicaciones académicas, informes técnicos y documentos oficiales que fueron publicados entre 2013 y 2025, asegurando así la relevancia y actualidad de la información.

Para llevar a cabo esta revisión, se consultaron diversas bases de datos reconocidas en el ámbito científico, incluyendo Scopus, Google Scholar y ScienceDirect. Estas plataformas ofrecen un acceso amplio a artículos revisados por pares y a literatura técnica, permitiendo una recopilación exhaustiva de datos sobre el tema.

Los criterios de inclusión fueron diseñados para asegurar que los estudios seleccionados abordaran aspectos clave relacionados con el objetivo del artículo. En particular, se consideraron aquellos que exploraran:

- **Avances tecnológicos en energías renovables:** Estudios que presentaran innovaciones en tecnologías como solar, eólica, hidráulica, biomasa e hidrógeno verde.
- **Impacto en la reducción de emisiones de CO_2:** Investigaciones que cuantificaran o analizaran cómo la adopción de estas tecnologías ha contribuido a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Desafíos en la integración de renovables en las matrices energéticas:** Artículos que discutieran las barreras y obstáculos que enfrentan las energías renovables en su implementación a gran escala, incluyendo aspectos técnicos, económicos y sociales.

Se excluyeron deliberadamente aquellos artículos que se enfocaran exclusivamente en análisis económicos sin una vinculación clara a la dimensión ambiental, ya que el propósito de esta revisión es evaluar el impacto ecológico y sostenible de las energías renovables.

La información recopilada fue organizada en categorías temáticas que permiten un análisis más claro y estructurado. Estas categorías incluyen:

- **Energía Solar:** Avances en paneles solares, eficiencia y tecnologías emergentes.
- **Energía Eólica:** Desarrollo de turbinas, ubicación de parques eólicos y su rendimiento.
- **Energía Hidráulica:** Proyectos hidroeléctricos, impactos ambientales y sociales.
- **Biomasa:** Uso sostenible de recursos orgánicos y su conversión en energía.
- **Hidrógeno Verde:** Innovaciones en producción y almacenamiento, así como su potencial en la transición energética.

DESARROLLO O CUERPO DE LA REVISIÓN

Los hallazgos más relevantes de esta revisión sobre energías renovables son los siguientes:

- **Energía Solar Fotovoltaica:** En la última década, los costos de producción de la energía solar fotovoltaica han disminuido en más del 80 %. Este notable descenso en los precios ha hecho que la energía solar se convierta en una de las fuentes más accesibles y escalables a nivel global. Además, la mejora en la eficiencia de los paneles solares y la reducción de costos en infraestructura han permitido su implementación en una variedad de contextos, desde grandes plantas solares hasta instalaciones domésticas.
- **Energía Eólica:** La capacidad instalada global de energía eólica ha superado los 900 GW (IEA, 2023), lo que la posiciona como una de las principales fuentes de energía renovable en el mundo. Este crecimiento ha sido clave para la diversificación energética, permitiendo a muchos países reducir su dependencia de combustibles fósiles y aumentar la resiliencia de sus sistemas energéticos. Además, la energía eólica ha demostrado ser competitiva en términos de costos, ofreciendo precios de electricidad cada vez más bajos.
- **Hidrógeno Verde:** Considerado el «combustible del futuro», el hidrógeno verde se produce a partir de fuentes renovables y tiene un gran potencial en aplicaciones de transporte y almacenamiento energético. Este tipo de hidrógeno puede jugar un papel crucial en la descarbonización de sectores difíciles de electrificar, como la industria pesada y el transporte marítimo. Su capacidad para almacenar energía de manera efectiva lo convierte en una opción atractiva para equilibrar la oferta y la demanda en sistemas energéticos intermitentes.
- **Biomasa y Biogás:** Estas fuentes de energía aportan soluciones innovadoras para la gestión de residuos y la generación distribuida. La biomasa permite aprovechar materiales orgánicos para producir energía, mientras que el biogás, generado a partir de la descomposición anaeróbica de residuos,

ofrece una forma sostenible de generar electricidad y calor. Ambas tecnologías no solo contribuyen a la reducción de emisiones, sino que también promueven la economía circular al convertir desechos en recursos útiles.

- **Impacto Ambiental:** Según estimaciones del IPCC (2022), la expansión de energías renovables ha evitado la emisión de más de 5 gigatoneladas de CO_2 entre 2010 y 2020. Este impacto significativo resalta el papel crucial de las energías renovables en la lucha contra el cambio climático, subrayando la importancia de continuar invirtiendo en estas tecnologías. La reducción de emisiones no solo tiene beneficios ambientales, sino que también mejora la calidad del aire y la salud pública, contribuyendo así a un desarrollo más sostenible.

Estos hallazgos subrayan la importancia de las energías renovables como pilares en la transición hacia un futuro energético más sostenible, aunque también resaltan la necesidad de abordar los desafíos persistentes para su implementación y escalabilidad.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos resaltan que las energías renovables son esenciales en la transición hacia sistemas energéticos sostenibles. La notable reducción de costos en tecnologías como la solar y la eólica, así como la constante innovación en soluciones de almacenamiento, han potenciado su adopción en múltiples contextos. Esta evolución ha permitido que las energías renovables no solo sean competitivas frente a los combustibles fósiles, sino que también se conviertan en la opción preferida para la generación de electricidad en muchas regiones del mundo. Sin embargo, a pesar de estos avances, la intermitencia inherente a fuentes como la solar y la eólica plantea desafíos significativos. La variabilidad de la generación de energía en función de la luz solar y el viento exige una mayor inversión en infraestructura, específicamente en redes eléctricas inteligentes que puedan gestionar la fluctuación de la oferta y la demanda. Además, se requiere el desarrollo de baterías de gran capacidad que puedan almacenar energía durante períodos de baja generación y liberarla cuando sea necesario, garantizando así un suministro energético constante y fiable. La transición energética, no obstante, no debe limitarse a aspectos técnicos y económicos. Es fundamental adoptar un enfoque holístico que incluya la equidad social y la inclusión de comunidades vulnerables en el acceso a energía limpia. La justicia energética es un componente clave que asegura que todos los sectores de la sociedad se beneficien de la transición hacia energías renovables. Estudios recientes subrayan que la implementación de políticas públicas inclusivas, subsidios verdes y alianzas internacionales es determinante para acelerar este cambio. Estas iniciativas pueden ayudar

a reducir las barreras económicas que enfrentan las comunidades desfavorecidas y asegurar que tengan acceso a tecnologías limpias. Además, la educación y la concienciación sobre energías renovables son esenciales para fomentar la aceptación y el uso de estas tecnologías en diversas comunidades. Programas de capacitación y sensibilización pueden empoderar a las personas para que participen activamente en la transición energética, promoviendo la adopción de prácticas sostenibles y el uso de fuentes renovables en sus hogares y negocios. En conclusión, aunque los avances en energías renovables son prometedores, es crucial que la transición energética se gestione de manera integral, teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos como los sociales. Solo a través de un enfoque inclusivo y colaborativo se podrá garantizar un futuro energético sostenible y equitativo para todos

CONCLUSIONES

Las energías renovables, como la solar, eólica y geotérmica, son cruciales en la lucha contra el cambio climático. Al reemplazar fuentes de energía fósil, estas tecnologías ayudan a reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero. Este cambio no solo es vital para la salud del planeta, sino que también es fundamental para mantener la calidad de vida de las generaciones futuras. Los avances recientes en la tecnología de energía solar y eólica han demostrado que estas fuentes son competitivas en términos de costo frente a los combustibles fósiles. La producción de hidrógeno verde, por su parte, está emergiendo como una solución prometedora para el almacenamiento de energía y como combustible limpio, lo que refuerza su papel en la transición hacia un sistema energético más sostenible. A pesar de los avances, todavía existen barreras significativas que deben superarse. La infraestructura actual a menudo no está preparada para integrar grandes cantidades de energía renovable, y el almacenamiento eficiente de energía sigue siendo un reto. Además, las políticas regulatorias deben adaptarse para fomentar la inversión en estas tecnologías y facilitar su implementación. La transición hacia un modelo energético sostenible no solo contribuye a la conservación del medio ambiente, sino que también genera oportunidades económicas. Puede fomentar la creación de empleos en sectores verdes, mejorar la seguridad energética y promover la equidad social al garantizar que las comunidades tengan acceso a energía limpia y asequible. Esto se traduce en un desarrollo inclusivo que beneficia a toda la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a los autores de los estudios consultados, cuya dedicación ha enriquecido nuestra comprensión sobre energías renovables. Finalmente, agradecemos a todas las iniciativas que promueven la sostenibilidad, vitales para un futuro más equitativo. ¡Gracias a todos!

Bibliografía

- Agencia Internacional de Energía (IEA). (2023). *World Energy Outlook 2023*. IEA. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Sixth Assessment Report: Climate Change 2022*. Cambridge University Press.

- REN21. (2023). *Informe sobre el estado global de las energías renovables en 2023*. Secretaría de REN21. https://www.ren21.net/reports/global-status-report/

- Sovacool, B. K., Ryan, S. E., Stern, P. C., Janda, K., Rochlin, G., Spreng, D., & Pasqualetti, M. J. (2015). La revolución de la energía limpia: Casos de estudio sobre liderazgo en Estados Unidos y China. *Política Energética*, 86, 11-27. https://escholarship.org/uc/item/23n103jv