

## **Conceptos claves del biogás para su implementación en pequeña y mediana escala**

### **Key concepts of biogas for its implementation on a small and medium scale**

Joan Sebastián Bustos Miranda<sup>1</sup>

William Quiceno Ocampo<sup>2</sup>

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia*

#### **Resumen**

El biogás se ha consolidado como una fuente renovable fundamental en el avance hacia un sistema energético más sustentable. Este análisis se centra en la aplicabilidad del biogás en pequeña y mediana escala, resaltando su potencial para generar energía limpia en zonas rurales y semiurbanas. La metodología adoptada incluye una revisión detallada de conceptos clave, comparación de costos y tecnologías, así como una evaluación del impacto social, económico y ambiental asociado al uso del biogás. Asimismo, se destaca el papel de la ingeniería electrónica en la mejora de estos sistemas, enfocándose en automatización y monitoreo continuo para optimizar su funcionamiento. Finalmente, se discuten los desafíos culturales y políticos para la implementación del biogás en pequeña y mediana escala, así como las oportunidades que presenta su adopción como una herramienta valiosa para la transición energética global, con miras a reducir la dependencia de combustibles fósiles y minimizar las emisiones de carbono.

Palabras clave: biogás, energías renovables, biodigestores, tecnologías sostenibles, automatización energética, energía descentralizada.

#### **Abstract**

The biogas has established itself as a fundamental renewable source in the progress towards a more sustainable energy system. This analysis focuses on the applicability of biogas on a small and medium scale, highlighting its potential to generate clean energy in rural and semi-urban areas. The adopted methodology includes a detailed review of key concepts, comparison of costs and technologies, as well as an evaluation of the social, economic and environmental impact associated with the use of biogas. Likewise, the role of electronic engineering in improving these

---

<sup>1</sup> Mg. Automatización Industrial, especialista en Educación Superior a Distancia, ingeniero electrónico, - UNAD. <https://orcid.org/0000-0001-6305-8355> / [joan.bustos@unad.edu.co](mailto:joan.bustos@unad.edu.co)

<sup>2</sup> Estudiante de Ingeniería Electrónica, UNAD, <https://orcid.org/0009-0006-6589-3550/> / [wquiceno@unadvirtual.edu.co](mailto:wquiceno@unadvirtual.edu.co)

systems is highlighted, focusing on automation and continuous monitoring to optimize their operation. Finally, the cultural and political challenges for the implementation of biogas on a small and medium scale are discussed, as well as the opportunities presented by its adoption as a valuable tool for the global energy transition, with a view to reducing dependence on fossil fuels and minimizing the carbon emissions.

Keywords: Biogas, renewable energy, biodigesters, sustainable technologies, energy automation, decentralized energy.

## 1. Introducción

El biogás generado mediante la descomposición anaeróbica de desechos orgánicos, se ha convertido en una alternativa renovable y eficaz a los combustibles fósiles. En un escenario de creciente demanda de energía y preocupación por el cambio climático, es crucial investigar opciones energéticas accesibles, especialmente en comunidades rurales y economías en desarrollo. Además de ser una fuente limpia, el biogás ayuda a reducir la acumulación de residuos y disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este documento indica las aplicaciones del biogás en pequeña y mediana escala, destacando cómo la ingeniería electrónica puede optimizar estos sistemas de producción. Se incluyen ejemplos exitosos de implementación en regiones de Latinoamérica y Asia, y se analizan las tecnologías existentes, sus costos y el impacto social y económico que su adopción genera en las comunidades locales.

## 2. Metodología

Se presenta una recopilación de conceptos en la generación de biogás, por medio de biodigestores donde se relaciona los costos y el impacto social y económico que su adopción genera en las comunidades locales.

*Implementación en pequeña y mediana escala:* en instalaciones domésticas, el biogás suele destinarse a calefacción y a sistemas de cocina, brindando una opción económica y diferente a combustibles como la leña o el gas licuado, los cuales son limitados y costosos en áreas rurales. En aplicaciones de mediana escala, el biogás se emplea para la generación de electricidad, el autoconsumo comunitario o para actividades agrícolas, por ejemplo, el secado de granos, procesamiento de alimentos, mejorando la productividad local y disminuyendo la dependencia energética de medios convencionales.

*Optimización mediante ingeniería electrónica:* permite el monitoreo y control eficiente del proceso de digestión anaeróbica, lo cual mejora tanto la calidad como la cantidad del biogás producido. Los sensores electrónicos permiten cuantificar valores numéricos de variables de temperatura, presión y niveles de pH. Logrando ajustar las condiciones internas del biodigestor y maximizar la producción de biogás.

*Tecnologías y costos:* la tecnología utilizada en biodigestores varía en función del tamaño y la ubicación del proyecto. Para proyectos de pequeña escala, los biodigestores de bajo costo, como los de tubo de polietileno también conocidos como Taiwan, son accesibles y fácilmente instalables en comunidades rurales. En proyectos de mediana escala, se utilizan biodigestores de mayor capacidad, con sistemas de control avanzados y materiales de alta durabilidad. El costo inicial de los biodigestores puede ser una barrera para su adopción, sin embargo, los bajos costos operativos y el ahorro en energía hacen que la inversión sea recuperable en el mediano plazo, con una significativa mejora en la calidad de vida de los usuarios.

*Impacto social y económico:* la adopción de tecnologías de biogás genera beneficios económicos al reducir los costos de energía y al ofrecer una alternativa a fuentes no renovables. Socialmente, la implementación de biogás mejora la calidad de vida en comunidades rurales al reducir la necesidad de recolectar leña y disminuir la exposición a gases nocivos, lo que impacta positivamente en la salud. Además, fomenta la creación de empleos en la instalación y mantenimiento de los sistemas, generando oportunidades para el desarrollo de capacidades locales en tecnología y sostenibilidad.

### **3. Discusión**

La producción de biogás mediante biodigestores a pequeña y mediana escala se presenta como una solución prometedora para generar energía en comunidades rurales que no tienen acceso continuo a combustibles tradicionales. Los biodigestores pueden procesar una variedad de residuos orgánicos, como desechos sólidos, vegetales, estiércol bovino y de aves, aprovechando su alto contenido energético para producir biogás a través de la digestión anaerobia. Este enfoque permite reducir la dependencia de recursos como la leña, disminuyendo no solo la presión sobre los bosques locales, sino también los riesgos a la salud asociados con la quema de combustibles sólidos en espacios cerrados (Tom Bond, 2011).

La eficiencia del proceso anaerobio depende de la correcta gestión y balance de los materiales dentro del biodigestor. Los residuos sólidos y vegetales aportan la fibra necesaria para mantener la estabilidad del proceso, mientras que el estiércol de animales, como el bovino y de aves,

proporciona los microorganismos esenciales para la digestión. A través de un monitoreo constante de variables como la temperatura y la presión, la ingeniería electrónica permite optimizar las condiciones dentro de los biodigestores, maximizando la producción de metano y reduciendo tiempos de digestión (J Mata-Álvarez, agosto de 2000). Los sensores y sistemas de control automático aplicados al seguimiento de estas variables han impulsado la viabilidad de los biodigestores en comunidades remotas, mejorando la rentabilidad y seguridad del sistema.

No obstante, persisten desafíos significativos. Entre ellos, la capacitación técnica en las comunidades resulta fundamental para asegurar la operación y mantenimiento de estos sistemas a largo plazo, minimizando los riesgos de fallas o baja productividad. Además, la instalación inicial de biodigestores puede ser costosa, y la falta de políticas públicas que promuevan financiamientos accesibles limita su implementación en muchas regiones, especialmente en países en desarrollo. La creación de incentivos económicos y programas de financiamiento específico podría ser un factor clave para superar estas barreras y lograr una adopción más amplia de la tecnología de biogás.

#### **4. Conclusiones**

El biogás representa una solución energética viable para la transición energética a pequeña y mediana escala. Las tecnologías de biodigestores, combinadas con sistemas electrónicos para monitoreo y control, están mejorando la eficiencia de los procesos de producción de biogás. Sin embargo, es esencial que los gobiernos y actores internacionales desarrollen políticas y programas de financiamiento para facilitar la adopción masiva de estas tecnologías. Además, es necesario fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías más accesibles y de bajo costo, así como proporcionar capacitación a las comunidades para asegurar el éxito de los proyectos.

#### **Referencias**

Bond, T., & Templeton, M.R. (2011). History and future of domestic biogas plants in the developing world. *Energy for Sustainable Development*, 15(4), 347–354. Mata-Álvarez, S. M. (agosto de 2000). Digestión anaeróbica de residuos sólidos orgánicos. Panorama de los logros y perspectivas de la investigación. *Tecnología de Biorrecursos*, 3-16.

Karthik Rajendran, A. J. (2012). Digestores de biogás domésticos: una revisión. *Energías*, 5(8), 2911-2942.

Silva dos, N. D. (abril de 2018). Evaluación del potencial de producción de biogás a partir de residuos orgánicos múltiples en Brasil: impacto en la generación y uso de energía y reducción de emisiones. *Recursos, Conservación y Reciclaje*, 54-63.

Teixeira, R. F. (2020). Prospective biogas production from organic waste: a case study in Brazil. *Renewable Energy*, 155, 1053-1061.