



## Biogás: una fuente de energía para las generaciones futuras en la era post-petrolera

Díaz-Arias Anthony-Alexander

Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy Arístides Bastidas, Yaracuy, Venezuela

<https://orcid.org/0000-0002-7073-5999> [diazanthonyalexander@gmail.com](mailto:diazanthonyalexander@gmail.com)

ASA/Artículo revisión

doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.7365402>

Recibido: 28-03-2022

Aceptado: 19-11-2022

### RESUMEN

La fuerte dependencia de las naciones por los combustibles fósiles, en particular el petróleo, comporta una gran preocupación en la seguridad energética debido a que juega un papel vital en la generación de avances económicos y sociales en los países en desarrollo. Motivo por el cual, a través de una revisión documental exhaustiva, se aborda la situación energética para las futuras generaciones, enmarcada en una era pos-petrolera donde las energías alternativas como la solar fotovoltaica, eólica y los biocombustibles, debido al auge significativo que han tenido en los últimos años, tendrán la responsabilidad energética de satisfacer la demanda requerida. De igual forma, se analiza el biogás como combustible alternativo producto de una serie de ventajas que ostenta, determinando que se deben generar políticas de estado que involucren a gobiernos, empresas y comunidades en la implementación y desarrollo de este biocombustible.

**Palabras Clave:** Biocombustible; biogás; energía eólica; energía solar; petróleo.



## **Biogas: an energy source for future generations in the post-oil era**

### **ABSTRACT**

The strong dependence of nations on fossil fuels, particularly oil, is a major concern for energy security since it plays a vital role in generating economic and social advances in developing countries. Reason why, through an exhaustive documentary review, the energy situation for future generations is addressed, framed in a post-oil era where alternative energies, such as solar photovoltaic, wind and biofuels, due to the significant boom that have in recent years have an energy responsibility to meet the required demand. Likewise, biogas is analyzed as an alternative fuel as a result of a series of advantages it has, determining that state policies must be generated that involve governments, companies and communities in the implementation and development of this biofuel.

**Keywords:** Bleaching earth, clays, technology, scientific publications, patents.

## INTRODUCCIÓN

Los combustibles fósiles, principalmente el petróleo, han sido un factor importante en el desarrollo de la humanidad, así como en la economía, ya que a través de su explotación como fuente de energía principal y de mayor rendimiento, se obtienen productos y servicios esenciales para la humanidad. Lo anterior tomando en cuenta que “hasta el momento, el progreso económico, apoyado en el desarrollo tecnológico y potenciado por el uso de las energías, se ha venido presentando como una suerte de etapa más o menos natural en el desarrollo de la humanidad” (Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 2008). Sin embargo, es un alto contaminante al igual que el carbón, siendo estos los responsables de la mayor parte de la contaminación en el planeta, debido a que “su utilización masiva afecta al clima a través del <efecto invernadero>” (Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 2008, p. 251). Ante esta situación, el paradigma del combustible fósil como centro del desarrollo, presenta una tendencia de cambio como supremacía mundial, donde se le presentan como competidor las energías alternativas, las cuales se avizoran en el futuro cercano como las nuevas predominantes en el mercado

energético global coadyuvando a que “un mayor número de consumidores podrá utilizar estas fuentes de energía y ayudar con ello a la transición energética a escala mundial” (Deloitte, 2018).

De allí, que países con una alta demanda energética estén invirtiendo en el desarrollo de la energía alternativa, donde destaca la energía solar fotovoltaica, la cual en la última década ha tenido un crecimiento significativo en comparación con otras fuentes de energías alternativas como el biogás que, aunque presenta mayores beneficios ambientales por permitir la reducción de desechos orgánicos para su producción, cuenta con un escenario poco favorable porque no se vislumbra como una energía con alto potencial producto entre otras del “aumento de la electrificación y mejoría de las perspectivas económicas del hidrógeno como combustible alternativo” (Castillo, 2020).

Asimismo, a modo de sopesar un poco sobre las ventajas del biogás como combustible alternativo, se tiene que es una energía renovable, que permite el aprovechamiento de los recursos orgánicos locales que se encuentren en el territorio disminuyendo la acumulación de estos y por ende produciendo beneficios al ambiente, por lo cual su desarrollo debe estimularse, ya que “es una

acción que cumple con propósitos de mitigación y adaptación al cambio climático” (Espinosa, 2021).

En el presente documento se plantean reflexiones acerca de la situación energética futura, teniendo en cuenta principalmente el papel del biogás como combustible alternativo en la era post-petrolera.

### METODOLOGÍA

El artículo se elaboró a partir de la revisión sistemática de publicaciones sobre la situación energética para las futuras generaciones, enmarcada en una era pos-petrolera donde las energías alternativas como la solar fotovoltaica, eólica y los biocombustibles fueron analizados. Las publicaciones abarcan los últimos 20 años desde el 2002-2022.

### **Población y Energía. Energía y Población. Un Lazo que Revoluciona el Mundo**

La energía a lo largo de la historia ha constituido una pieza clave, un elemento central para el desarrollo de la humanidad. El hombre desde el principio de su existencia ha requerido del uso de la energía para sobrevivir y avanzar, puesto que “si el balance energético es negativo, el individuo, o bien la especie o la civilización, comienza a apelar a sus reservas

y, si ello continúa, el individuo, la especie o la civilización perecen” (Cunningham, 2003). Hoy día, sin la energía las comunidades se verían seriamente afectadas, porque vivirían en la oscuridad; además los servicios sociales esenciales para la población como las instituciones médicas, educativas y los servicios de transporte, al igual que las empresas tanto públicas como privadas, operarían bajo graves limitaciones.

Teniendo en cuenta que la energía es la capacidad que tienen la materia para realizar trabajo, producir cambios y generar movimientos en otros cuerpos que conlleven a la transformación de algo, así como hacer posible las inversiones, innovaciones y el desarrollo de nuevas industrias que son motores para la creación de nuevas fuentes de empleo y del crecimiento para economías enteras, resulta esencial lograr el acceso universal a un nivel asequible, confiable y sostenible de energía, tal como lo permite el biogás que “proporciona energía de bajo costo, ingresos adicionales a los agricultores, oportunidades de empleo, energía descentralizada y protección al ambiente” (Venegas, et al. 2019).

De igual forma, la energía está relacionada directamente con el crecimiento poblacional y desarrollo industrial, por lo que a mayor

cantidad de industria mayor demanda de energía, así como a mayor población mayor consumo de energía y por ende se hace necesario crear condiciones o desarrollar más fuentes de producción de energía, debido a que “la disponibilidad de energía tiene efecto directo sobre la productividad, la salud, la educación, el abastecimiento de agua potable, los servicios de comunicación, y una larga lista de beneficios y servicios” (TotalEnergies, 2020).

Ahora bien, tomando en cuenta las proyecciones del crecimiento poblacional, referido por la División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2019, en su informe perspectivas de la población mundial, señala

*“...que se espera que la población mundial aumente en cerca de los 2 000 millones de personas en los próximos 30 años, pasando de los 7 700 millones de personas actuales a los 9 700 millones en 2050. Se prevé que estas tendencias tendrán importantes repercusiones para las generaciones venideras en el consumo de energía por individuo, debido a la enorme dependencia energética del petróleo, un recurso no renovable muy explotado, y la constatación de la influencia humana en el calentamiento global, nos hacen visualizar un escenario de crisis energética.”*

En este orden de ideas, señala la Energy Information Administration (IEA, 2019), en su informe anual,

*“La demanda de energía aumentará un 1.3 % cada año hasta 2040, con una demanda creciente de servicios de energía sin restricciones por los esfuerzos adicionales para mejorar la eficiencia. Con base a lo antes señalado, y siendo el petróleo una de las principales fuentes de energía que se explota hoy día en mayor cantidad, el incremento de su producción en los próximos años traerá consigo un fuerte incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, desencadenantes del cambio climático.”*

### **Petróleo, un Recurso Finito**

El petróleo ha permitido el desarrollo industrial, económico y social de la población, puesto que muchos productos están hechos de petróleo o se elaboran a partir de él, por lo cual tiene diversas aplicaciones, entre las cuales destaca su utilización como materia prima en toda la industria petroquímica, donde obtienen productos como abonos, plásticos, anticongelantes, detergentes, cauchos sintéticos, colorantes, explosivos, disolventes; así como su utilización como combustible doméstico e industrial a través de sus derivados como el propano y butano, es decir, se debe destacar “la versatilidad del petróleo a la hora de generar combustibles que alimenten, tanto aviones, como barcos, automóviles, tractores, calderas o centrales térmicas”

(Cunningham, 2003). Por todo ello, se puede afirmar que juega un papel importante, no solo en el campo de la industria petroquímica sino también en el campo de los suministros energéticos.

En su máxima expresión, el petróleo es energía de alta calidad: es líquido, lo que hace que sea fácil de transportar y almacenar, es estable y libera una gran cantidad de energía. Es un recurso energético más limpio que el carbón. En otras palabras, el petróleo juega “un papel fundamental e imprescindible para el desarrollo de la economía, facilitar la movilidad de las personas y los bienes, la producción de muchos materiales y para generar energía” (Blanco, 2015).

Sin embargo, una de sus principales desventajas son las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que genera al ambiente produciendo “calentamiento de la superficie terrestre” (Ansarizadeh et al. 2015). Se le considera uno de los contaminantes más fuertes que se pueden conocer. Esto es debido a que no sólo puede dañar severamente la salud de las personas que entran en contacto con él, sino porque puede generar complicaciones muy serias en el ambiente cuando hay derrames o contaminaciones de recursos naturales como ríos, terrenos, entre otros, pues los componentes del petróleo también pueden

depositarse en las fuentes de agua para usos humanos y causar efectos transitorios como dolores de cabeza o irritación de la piel, o si la exposición es de forma prolongada leucemia (López y Luyando, 2018).

Otro aspecto para considerar es que se trata de un recurso natural finito, no renovable por lo que en un futuro las reservas pueden agotarse. “Actualmente las mayores reservas se encuentran en países como Arabia, Irán e Irak” (Asociación Colombiana del Petróleo y Gas, 2018).

La demanda de petróleo continuará creciendo en los próximos años, y ante una mayor demanda se requerirá de más inversión. Según las proyecciones establecidas por la Organization of the Petroleum Exporting Countries (2019),

*“Se espera que la demanda mundial de petróleo continúe creciendo a tasas relativamente saludables en el mediano plazo, alcanzando 104.8 millones de barriles por día para 2024. Esta proyección estimada representaría un aumento de la demanda mundial de petróleo de aproximadamente 6 millones de barriles día con respecto a la demanda del año 2018.”*

Debido a que se trata de recursos energéticos contaminantes, donde en poco más de 150 años se han quemado casi la mitad del petróleo que se ha formado en millones de años y

transferido de la corteza terrestre a la atmósfera enormes cantidades de carbono que están contribuyendo a modificar el clima; además, que son recursos no renovables, una herencia geológica que una vez consumida no se volverá a tener, se hace necesario la búsqueda de nuevas fuentes de energía, debido a que “este camino no puede continuar al infinito y, evidentemente no es sustentable” (Ferrari, 2013).

### **Las Energías No Renovables. Las Grandes Contaminantes**

En la búsqueda de nuevas fuentes de energía, ante su alta demanda según las previsiones para los años siguientes, es necesario la evaluación de otras fuentes de energías no renovables, debido a que como lo señala Lloret (2015),

*“En el mundo, el petróleo, el gas natural y sus derivados, en estado gaseoso o líquido, contribuyen con el 55 % de la energía utilizada en transporte, industrias, comercios y establecimientos residenciales. Por ello, ante su amplia explotación donde los combustibles fósiles cubren más de la mitad de energía que se utiliza en el planeta, principalmente por su bajo costo en comparación con las fuentes de energías renovables, además porque son más fáciles de extraer y de transportar, se evalúa las principales bondades y desventajas que tienen el gas natural y el carbón.”*

En este sentido, el gas natural, es producto de una diversidad de materia orgánica tanto de origen vegetal como animal que durante millones de años quedó atrapada en el subsuelo, sometida a condiciones de calor y presión intensa. No obstante, “es notorio que hay yacimientos de gas natural que han mantenido ese gas confinado a presión durante decenas de millones de años” (Fundación para Estudios sobre la Energía, 2008). Es un hidrocarburo gaseoso, inodoro, producto de la combinación o mezcla de gases livianos de origen natural, con un alto grado de inflamabilidad, factores que lo hacen potencialmente tóxico y muy versátil en su aprovechamiento, tal como ocurre para la producción de metanol donde “se ha encontrado que es un gran contaminante del agua (Lloret, 2015).

Asimismo, se puede mencionar que el gas natural “está compuesto mayoritariamente por metano ( $\text{CH}_4$ )” (Reyes et al. 2018), y etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), aunque de igual forma puede contener gases livianos como propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) y butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ).

En referencia a lo antes señalado, se puede mencionar que el gas natural posee una composición semejante a la del biogás que se genera por la descomposición anaeróbica de materia orgánica, es decir, “tienen en común

una composición con alto contenido en metano” (Blacktogleen, 2014). Sin embargo, se cataloga como más potente que el renovable, siendo ésta una de sus principales ventajas, debido a que “el biogás tiene un poder calorífico algo menor” (Lloret, 2015).

Con respecto a su abundancia, es más fácil de conseguir y de extraer que el petróleo, por lo que, complementado con la facilidad de ser transportado una vez licuado, lo convierte en un combustible muy ventajoso al momento de pensar en el desarrollo de nuevas fuentes de energías, puesto que “con el desarrollo de gasoductos a presión ha podido utilizarse incluso en lugares alejados de los yacimientos” (Fernández y Robles, 2012). Igualmente, comparado con otros combustibles fósiles, su emisión de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es baja, lo que “hace que el gas natural sea un combustible más limpio que los derivados del petróleo” (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2012).

Sin embargo, aunque contamina menos que otros combustibles fósiles como el petróleo, según lo señala la Energy Information Administration (2008), quien refiere que:

*“Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producidas por la combustión del gas natural son un 40 % inferior a las del*

*petróleo y un 80 % menor que las del carbón.”*

Se puede mencionar, que de igual forma contribuye con el efecto invernadero y el calentamiento global, cambiando el clima y amenazando la sostenibilidad de la vida en el planeta, debido a que “las emisiones más significativas provienen de las industrias energéticas, principalmente derivadas del consumo de gas natural por la industria petrolera y las plantas termoeléctricas” (Olivo y Soto, 2010).

También, es importante acotar que su rendimiento calórico no es tan alto como el del petróleo, ni es fuente de tantos elementos químicos utilizables, debido a que se trata de un combustible más liviano, por lo que las fugas de gases como el metano suponen un fuerte y peligroso contaminante atmosférico, alrededor de 20 veces más dañino que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para el efecto invernadero, debido a que “tiene un poder de retención de radiaciones térmicas desde la tierra que es 21 veces superior al correspondiente CO<sub>2</sub>” (Fundación para Estudios sobre la Energía, 2008). Además, otra de sus desventajas es que al igual que otros combustibles fósiles, su explotación tiene un costo ecológico considerable, ya que “los trabajos de exploración y extracción incluyen

actividades que pueden resultar perturbadoras para la fauna y la flora” (Lloret, 2015).

Por otro lado, el carbón también ha sido utilizado como fuente de energía por la humanidad, debido a que tiene unas características como combustible muy superiores a las de la madera o al carbón vegetal, siendo su uso principal hoy día, en la industria siderúrgica y en las centrales térmicas de producción de electricidad (Naciones Unidas, 1984). Ahora bien, de acuerdo con el informe de la International Energy Agency (2010),

*“El consumo de carbón experimentará un incremento del 70 % para el año 2030. “*

En relación con ello se conjetura que el incremento del consumo de carbón estará ligado al aumento del consumo de electricidad, por lo que, a mayor consumo de electricidad, mayor demanda de carbón y de combustibles fósiles en general.

Igualmente, estas proyecciones indican que para el 2030 su participación en la producción de energía eléctrica a escala mundial crecerá hasta alrededor del 45 %. No obstante, ante estas proyecciones se hace previsible que la responsabilidad del carbón sobre las emisiones de gases de efecto invernadero crecerá hasta el final del periodo de referencia tal como lo

señala la IEA (2010), que prevé que el carbón alcance el 43 % de las emisiones para el año 2030, frente al 36 % del petróleo o el 21 % del gas natural.

Debido a la emisión de estos gases de efecto invernadero por la explotación de combustibles fósiles para la generación de energía, es menester desarrollar fuentes energéticas más amigables con el ambiente, tal como lo señala la Organization of the Petroleum Exporting Countries (2019), que establece que:

*“Las políticas respecto a la generación de energía, deben estar referidas principalmente al cambio del carbón por fuentes de energía con menores emisiones, incluido el gas natural y varios tipos de energía renovable.”*

### **Alternativa**

En contexto, el modelo energético a nivel mundial se caracteriza por un crecimiento elevado de la demanda energética, impulsado principalmente por la expansión económica de los países en desarrollo, lo que ha motivado un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> producto de la explotación de combustibles fósiles para contrarrestar su alta demanda, por ello “la necesidad de reducir las emisiones no excluye el uso de combustibles fósiles, pero precisa un cambio significativo de dirección” (Foster y Elzinga, 2019).

Esta dependencia de fuentes energéticas fósiles es, en gran medida, la responsable del calentamiento global, cuyas consecuencias se visualizan desastrosas y obligan a actuaciones colectivas y urgentes a nivel mundial, por lo cual resulta lógico que desde hace algunos años sea cada vez más relevante en la política mundial la discusión y los esfuerzos por superar dependencia energética fósil que caracteriza nuestro tiempo, particularmente, la dependencia del petróleo. De allí, que “la paradoja entre la necesaria protección del medio ambiente y la actual matriz energética dominante implica, por tanto, una reflexión oportuna sobre la aplicación de formas renovables de energía” (Caldeira et al. 2016).

Igualmente, se puede hacer mención que, sobre la necesidad de contar con fuentes energéticas alternativas, que sean limpias, se viene creando consciencia, porque este tipo de fuentes energéticas no emiten gases de efectos invernadero, además de ser seguras en cuanto a su disponibilidad y ser renovables a lo largo del tiempo, por cuanto “esta transformación del sistema energético apoya a todas las tecnologías fundamentales para el desarrollo de un sistema energético sostenible” (Foster y Elzinga, 2019). En este campo de las fuentes de energías alternativas, que son aquellas de

origen no fósil, destacan la energía solar fotovoltaica, eólica y la biomasa (Cuadro 1).

Dentro de las principales ventajas que presentan estas fuentes de energías alternativas destacan que no producen emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases contaminantes a la atmósfera, por lo que se disminuye el efecto invernadero. Igualmente, estas energías contribuyen con la conservación del ambiente, así como con la salud de las personas al tenerse un aire más limpio, es decir “favorece la protección del suelo, agua, aire y vegetación, obteniendo menor deforestación” (Arce, 2011).

La ventaja más significativa de las energías alternativas es que son inagotables, debido a que provienen de fuentes como el sol y el viento, así como del aprovechamiento de desechos agroindustriales para el caso de la energía generada a partir del desarrollo de biomasa, que representa “un sistema idóneo de eliminación de residuos, con la subsiguiente mejora del ambiente rural, urbano e industrial” (Arce, 2011).

Cuadro 1. Fuentes de energías alternativas

<p>Energía solar fotovoltaica</p>	<p>Según proyecta la IEA (2019), estará liderado por China y la India quienes ayudaran a que se convierta en la mayor fuente de electricidad limpia para 2040. De allí, que estos países en los últimos años inviertan grandes cantidades de dinero en el desarrollo de campos solares para el aprovechamiento de la energía proveniente del sol. Asimismo, estima la IEA (2019), que,</p> <p><i>“En la Unión Europea, la energía eólica se convertirá en la principal fuente de electricidad poco después de 2030. “</i></p> <p>En relación con ello, se presume que el desarrollo de la energía eólica en Europa será debido al fuerte crecimiento tanto en tierra como en alta mar de campos de captación de este tipo de energía que ha promovido la mayoría de los países de esta zona en los últimos años.</p> <p>De igual forma, considera el informe de la IEA (2019),</p> <p><i>“...que el crecimiento de las energías alternativas no se limitará al sector de la energía, sino que el uso directo de fuentes renovables para proporcionar calor y movilidad en todo el mundo también se duplicará.”</i></p> <p>A tales efectos se presume que las energías alternativas en la próxima década tendrán un papel preponderante en cuanto al suministro energético y satisfacción de las necesidades de la población, principalmente por el aumento de su rentabilidad.</p>
<p>Biomasa</p>	<p>La biomasa para la generación de energía representa una opción favorable y de gran provecho para su desarrollo, debido a que como lo señala Beljansky (2012), este tipo de generación</p> <p><i>“es dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) neutral, debido a que durante su combustión se libera la misma cantidad de carbono que fue capturado por la biomasa durante su crecimiento.”</i></p> <p>Por ello, y porque se le da valor a un residuo, debe ser tomado en cuenta a la hora de buscar desarrollar nuevas fuentes de energías.</p> <p>Por otro lado, al usar biomasa como fuente de energía, existen una serie de características diferenciales respecto a otras tecnologías renovables, y es que, sumado a los efectos ambientales positivos, producto de la utilización de residuos y la limpieza de entornos forestales y agrícolas, la biomasa es intensiva en mano de obra, por lo cual es generadora de una cantidad importantes de empleos tanto directos como indirectos, es decir, contribuye con una mayor protección al ambiente, así como fomenta un mayor bienestar social con sostenibilidad, plasmados sobre una mayor seguridad, generación de puestos de trabajo, producción de bienes de consumo, entre otros (Acuña y Serrano, 2016).</p> <p>En este sentido, los factores responsables de favorecer la biomasa como fuente energética son: el encarecimiento del precio del petróleo y el aumento de la producción agrícola, que a su vez traería como consecuencia la búsqueda de usos alternativos a los desechos generados en su producción. Otro factor que favorece el empleo de biomasa es la contaminación del aire originado por la quema de restos vegetales.</p> <p>Debido a que las plantas de biomasa aprovechan los recursos naturales como combustibles, constituyen una energía alternativa económica, por lo que su uso es común en países en vías de desarrollo, donde es la principal fuente de energía en el ámbito doméstico.</p>

## **El Biogás. Una Alternativa en la Era Post-Petrolera**

La energía, a nivel de combustible doméstico, es una de las más requeridas por la población a nivel mundial, puesto que es esencial para la cocción de los alimentos que se consumen día a día, tal como lo señala Aguilera (2012) quien refiere que la demanda de energía se distribuye en tres grandes sectores de consumo, entre los cuales se encuentra el de usos domésticos. Partiendo de ello, y que la biomasa representa una fuente de energía a bajo costo y que puede transformarse fácilmente en combustible para uso doméstico, es importante dar a conocer, desarrollar e impulsar este tipo de energía que utiliza residuos orgánicos como fuente de energía.

En el Cuadro 2 se presenta origen, usos y ventajas del biogás.

A pesar de que el biogás presenta múltiples ventajas relacionadas a aspectos ambientales, sociales y económicos y que su generación se puede dar “a partir de subproductos/residuos orgánicos de origen ganadero, agrícola y de la industria alimentaria” (Pascual et al. 2011), no será la fuente de energía predilecta del futuro.

Aunque tendrá un papel inadvertido en el mundo energético, su consumo a nivel mundial crecerá cuantiosamente con respecto al consumo de hoy día, que según las cifras del IEA (2020), se sitúa en 570 millones de toneladas equivalentes de petróleo. Con relación a este dato se infiere que tuvo un incremento exponencial en los últimos años al compararlo con la producción del año 2018 donde, según datos del mismo informe, se situó alrededor de los 35 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

Sin embargo, ante este escenario de crecimiento drástico, las proyecciones no son favorables en cuanto a su amplio desarrollo en el futuro, y es que a pesar de que la IEA considera que la disponibilidad de materias primas como la biomasa leñosa, los residuos sólidos urbanos, los estiércoles de animales y los residuos agrícolas crecerá en un 40 % hasta 2040 y, aunque se refiere que todas las regiones del mundo albergan ya una amplia capacidad para generar estas fuentes de energías, la IEA (2020), estima que en 2040 el consumo de biogás alcanzará los 1 500 millones de toneladas equivalentes de petróleo, siendo Asia el mayor consumidor.

Cuadro 2 Origen, usos y ventajas del biogás.

<p>Origen</p>	<p>La materia orgánica utilizada como biomasa puede ser natural o residual, es decir, <i>“se refiere a toda la materia orgánica que proviene de restos agrícolas o forestales, desechos animales, de la industria y de los residuos urbanos; que pueden ser convertidos en energía”</i> (Arce, 2011), por lo que su transformación en calor da origen a una sustancia conocida como biogás, término que se aplica a la mezcla de gases que se obtienen a partir de la descomposición en un ambiente anaerobio, es decir sin oxígeno, de los residuos orgánicos, como el estiércol animal o los productos de desechos de los vegetales, <i>“se obtiene como resultado del proceso de aprovechamiento bioenergético de residuales orgánicos”</i> (Castro y Rodríguez, 2022). También se puede decir que el biogás es un gas combustible que se puede obtener a partir de aceite de palma, plantas acuáticas, <i>“residuos agrícolas, y de los efluentes de tratamiento de aguas”</i> (Briseño, 2017).</p>
<p>Usos</p>	<p>Se emplea normalmente como sustituto de la leña y del gas licuado del petróleo (GLP), para cocinar, lo que beneficia considerablemente al ambiente si se toma como referencia lo señalado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2008), donde se acota que 1 m<sup>3</sup> de biogás utilizado para cocinar evita la deforestación de 0,335 hectáreas de bosques con un promedio de 10 años de vida de los árboles.</p>
<p>Ventajas</p>	<p>Su proceso de producción primaria y elaboración industrial, la cual determina un balance de carbono menos contaminante que los combustibles fósiles, contribuye <i>“a la protección ambiental mediante la gestión controlada de los residuos orgánicos convertidos en energía útil, así como obtener abono de alta calidad para los cultivos varios”</i> (Castro y Rodríguez, 2022). De igual manera, se tiene que este presenta mejor combustión que otros combustibles. Asimismo, volcados al ambiente, se degradan más rápidamente que los derivados del petróleo (Arce, 2011). Otra ventaja primordial es su transporte y almacenamiento que resulta más seguro que el de los obtenidos a partir del petróleo, ya que posee un punto de ignición más elevado.</p> <p>Desde el punto de vista ambiental, las ventajas están relacionadas con el empleo de Biodigestores, los cuales son los equipos que más se utilizan a pequeña escala para la <i>“transformación de desechos orgánicos en biogás y fertilizante de alta calidad”</i> (Urra, 2009), en otras palabras, se emplean para transformar los residuos en energía. Estas abarcan las emisiones de gases nocivos que se evitan, la preservación de la biodiversidad y el mejoramiento del suelo, a través de la <i>“eliminación de focos de contaminación, y producción de fertilizante”</i> (Castro y Rodríguez, 2022).</p> <p>Principalmente, los residuos más empleados como materia orgánica en la producción de biogás, son los generados por los animales, producto de su cría intensiva o doméstica para dar abasto a las necesidades básicas de alimentación de la población, por lo cual cuando se habla de menor contaminación del aire se debe porque como lo señala Arrieta (2016), <i>“Los residuos que antes quedaban sin tratar o se utilizaban directamente como abono, dejan de emitir libremente a la atmósfera metano, patógenos y malos olores. Por ello al emplear un sistema de generación de biogás en los lugares donde se crían animales se genera una menor producción de desechos contaminantes y se permite la disminución de la proliferación de insectos.”</i></p> <p>Sumado a ello, cuando en el hogar se utiliza leña en gran cantidad para la cocción de alimentos, resulta provechoso el uso del biogás, porque conlleva a una menor deforestación, la cual según López y Sola (2008), es responsable de un 18 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> del mundo. Por eso, si se talan menos árboles se contribuye a frenar la erosión de los suelos.</p> <p>Desde lo social, los referidos autores argumentan que las comunidades estarán en la capacidad de generar medios de vida sostenibles y adquirir una mayor comprensión de problemas ambientales. Esto permitirá que las comunidades valoren los remanentes de sus actividades pecuarias como desechos útiles.</p> <p>De igual forma genera beneficios a la salud por reemplazo de la leña, debido a que el uso del biogás en la cocina en lugar de la leña permite mejorar la salud de los pobladores por la casi nula emisión de gases nocivos y partículas de este combustible, es decir <i>“no produce humos visibles y su carga en ceniza es infinitamente menor que el humo proveniente de la quema de madera”</i> (Arce, 2011).</p>

	Así mismo, se puede describir una mejora en la nutrición de los pobladores por el uso de fertilizantes de procedencia orgánica, ya que en comparación con el estiércol crudo lo señalado por Al Seadi, et al. (2008), sobre el digestato, que es un valioso fertilizante del suelo, rico en nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes, se prevé una mejora de su calidad como fertilizante debido a su mayor homogeneidad y disponibilidad de nutrientes, una mejor relación Carbono/Nitrógeno y una significativa reducción de olores.
--	---

La causa principal de este escenario se debe primordialmente a las condiciones prevalecientes en el mercado y las prioridades políticas, las cuales estarán centradas mayormente en la explotación de la energía solar fotovoltaica. Por ello, el desarrollo de una política energética enmarcada en el aprovechamiento de los múltiples beneficios del biogás requiere de un abordaje multisectorial, interdisciplinario e interinstitucional que a su vez esté acompañado de políticas en materia de energía, agricultura, ambiente y gestión de residuos ya que, en cuanto a las capacidades instaladas según estimaciones de la IEA (2020), la plena utilización del potencial sostenible podría cubrir alrededor del 20 % de la demanda mundial actual de gas.

Por último, un dato común es que el biogás es un biocombustible que ofrece una forma sostenible de satisfacer las necesidades energéticas de la comunidad, principalmente cuando existe un alto requerimiento de energía en forma de calor, por lo que promoverla e

invertir en su desarrollo debe ser una de las políticas principales en tiempos en que el combustible fósil dará paso a las energías alternativas (Cenzano et al. 2019).

## CONCLUSIONES

La energía proporcionada por los combustibles fósiles ha tenido efectos positivos en el desarrollo de la humanidad, sin embargo, la alta contaminación que se emana a la atmósfera producto de su proceso de extracción y transformación la convierte en una de las mayores contaminantes y responsables del cambio climático.

Luego del cenit petrolero, donde se prevé se haya extraído los yacimientos más grandes y el crudo de mejor calidad, como el petróleo ligero, acompañado por el posterior y correspondiente declive que no sólo disminuye la cantidad de recurso sino también su calidad, podría hacer menos indispensable el recurso no renovable para las generaciones futuras.

El panorama energético mundial, está en un proceso de transformación fundamental donde la energía fósil proveniente principalmente del petróleo será desplazada por las energías alternativas en los próximos años, debido al papel cada vez más importante que estas tienen en el proceso de ayudar a los países a desarrollar sistemas energéticos modernos, seguros y eficientes.

El viraje hacia una mentalidad por un mundo más sostenible es cada vez mayor, debido al empuje que han tenido las energías alternativas en los últimos años, donde la energía solar fotovoltaica y la eólica experimentan un crecimiento acelerado en cuanto a la potencia instalada encaminándose a hacerse con el liderazgo de los mercados eléctricos, pero nadie duda de que su objetivo es extenderse también a todo el sector energético.

Por su parte, en los países en desarrollo, otra fuente de energía alternativa como el biogás, es empleado como combustible para cocinar. Aunado a ello, este biocombustible al contrario que el combustible obtenido a partir del petróleo permite la reducción de desechos orgánicos domésticos e industriales, ya que utiliza esta materia como fuente de alimentación para la obtención de su energía, por lo que debería ocupar un papel preponderante en el ámbito energético futuro.

El desarrollo del biogás como fuente de energía, está íntimamente relacionado con el aprovechamiento al máximo de los recursos que se disponga. Para ello, el aprovechamiento pasa por toda la capacidad instalada en cuanto a estructuras y disponibilidad de materia prima, por lo que resulta fundamental utilizar en los años que están por transcurrir la capacidad instalada actual.

En contexto, las energías alternativas tomaran la carga de la responsabilidad energética en los años próximos debido a las grandes inversiones que están realizando los países. Sin embargo, las principales energías alternativas que tienen mayor auge son la solar fotovoltaica y la eólica, quedando rezagada la energía en forma de biogás, lo que no permite su máximo aprovechamiento, por lo cual se deben promover los múltiples beneficios que se obtienen a partir de esta energía, así como generar políticas de estado que involucren a gobiernos, empresas y comunidades en la implementación y desarrollo de este biocombustible.

## AGRADECIMIENTO

La persona autora expresa su agradecimiento al personal docente de la Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy Arístides

Bastidas, por su apoyo en este proceso de formación e investigación. Asimismo, a los revisores anónimos de la Revista Agroindustria, Sociedad y Ambiente, por sus aportes, los cuales enriquecieron el presente documento.

## REFERENCIAS

- Acuña, G. y Serrano, R. (2016). Los conflictos socioambientales energéticos en América Latina: A propósito de las energías renovables en la agenda 2030/UN. En Caldeira, L., Braz, J., De Oliveira, B., Soares, J., Feres, R. y Avelar, D. (2016). *Desarrollo sostenible y matriz energética en América Latina. La universalización del acceso a la energía limpia*. (págs. 77-121). Konrad-Adenauer-Stiftung. [https://www.kas.de/c/document\\_library/get\\_file?uuid=7953d15d-8f4f-4dea-5ced-6c8e6930eaff&groupId=252038](https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=7953d15d-8f4f-4dea-5ced-6c8e6930eaff&groupId=252038)
- Aguilera, J. (2012). *Fuentes de energía y Protocolo de Kioto en la Evolución del Sistema Eléctrico Español* [Tesis Doctoral]. Universidad de Oviedo. <https://core.ac.uk/download/pdf/71840339.pdf>
- Al Seadi, T., Rutz, D., Prassl, H., Kottner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., y Jassen R. (2008). *Biogas handbook*. University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs. Vej 9-10. DK-6700 Esbjerg, Denmark.
- Ansarizadeh, M., Dodds, K., Gurpinar, O., Kalfa, Ü., Ramakrishnan, T., Sacuta, N. y Whittaker, S. (2015). El dióxido de carbono: Desafíos y oportunidades. *Oilfield Review*, 27(2), 38-53. <https://www.slb.com/-/media/files/oilfield-review/4-co2-spanish>
- Arce, J. (2011). *Diseño de un biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del litoral* [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1593/15/UPS-GT000209.pdf>
- Arrieta, W. (2016). *Diseño de un Biodigestor Doméstico para el Aprovechamiento Energético del Estiércol de Ganado*. (Tesis de Pregrado en Ingeniería Mecánico-Eléctrica). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Mecánico-Eléctrica. Piura, Perú.
- Asociación Colombiana del Petróleo y Gas. (2018). *¿Para qué sirve el petróleo? Los 6 usos más comunes*. <https://acp.com.co/web2017/es/sala-de-prensa/en-los-medios/886-para-que-sirve-el-petroleo-los-6-usos-mas-comunes>
- Beljansky M., (2012). *Matriz Energética: Sus Implicancias en la Huella de Carbono de Productos*. (Tesis Maestría Interdisciplinaria en Energía). Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética. Buenos Aires, Argentina.
- Blacktogreen.(2014). *Biogás y gas natural vehicular*. <https://blacktogreen.com/2014/12/bio-gas-y-gas-natural-vehicular/>
- Blanco, J. (2015). *Energía, Petróleo y Minas. Derivados del petróleo y su uso en la vida cotidiana*. <https://eadic.com/blog/entrada/deriva>

[dos-del-petroleo-y-su-uso-en-la-vida-cotidiana/](#)

<https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/index>

- Briseño, L. (2017). Producción de biogás a través de la codigestión de residuos sólidos y semisólidos: hacia una planta centralizada de biogás para la generación de energía [Tesis de Maestría]. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C. <https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/186/1/Producci%C3%B3n%20de%20biog%C3%A1s%20a%20traves%20de%20la%20codigesti%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20y%20semis%C3%B3lidos%20hacia%20una%20planta%20centralizada%20de%20biog%C3%A1s%20para%20la%20generaci%C3%B3n%20de%20energ%C3%ADa..pdf>
- Caldeira, L., Braz, J., De Oliveira, B., Soares, J., Feres, R. y Avelar, D. (2016). *Desarrollo sostenible y matriz energética en América Latina. La universalización del acceso a la energía limpia*. Konrad-Adenauer-Stiftung. [https://www.kas.de/c/document\\_library/get\\_file?uuid=7953d15d-8f4f-4dea-5ced-6c8e6930eaff&groupId=252038](https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=7953d15d-8f4f-4dea-5ced-6c8e6930eaff&groupId=252038)
- Castillo, J. (2020). Panorama Energético Mundial 2020. *Revista Economía Industrial*, 419, 141-150. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/419/Segunda%20Nota.pdf>
- Castro, I. y Rodríguez, M. (2022). Potencial de producción de biogás para su aprovechamiento energético en el contexto rural de Manabí. *Ingeniería Energética*, 43(3).
- Cenzano J, Catillo C y Madrid A. (2019). Los combustibles fósiles. Nuevas tecnologías de baja contaminación. AMV Ediciones. España pp 244.
- Cunningham, R. (2003). La energía, historia de sus fuentes y transformación. *Petrotecnia*, 52-60. <https://www.ier.unam.mx/~rbb/ERYS2013-1/Historia-Energia.pdf>
- Deloitte Insights. (2018). *Tendencias globales de las energías renovables. Las energías solar y eólica se convierten en las tecnologías de generación con mayor atractivo de inversión*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/energia/Deloitte-ES-tendencias-globales-energias-renovables.pdf>
- División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. (2019). Perspectivas de la población mundial, 2019. <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
- Energy Information Administration (2008). Office of Oil and Gas. 'Natural Gas and the Environment'. <https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/natural-gas-and-the-environment.php>
- Espinosa, K. (2021). *Biogás de residuos orgánicos como fuente de energía renovable. Análisis del potencial de la ciudad de Quito* [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. Repositorio Institucional Universidad Andina Simón Bolívar UASB-DIGITAL. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream>

- [m/10644/8410/1/T3670-MCCSD-Espinosa-Biogas.pdf](https://www.uec.edu.ve/revistas/revista-uec/ver-publicacion/10644/8410/1/T3670-MCCSD-Espinosa-Biogas.pdf)
- Fernández, I. y Robles, A. (2012). *Centrales de generación de energía eléctrica*. Universidad de Cantabria. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1160/course/section/1407/bloque-energia-IV.pdf>
- Ferrari, L. (2013). Energía finita en un planeta finito. *Revista Digital Universitaria*, 14(9). <https://www.revista.unam.mx/vol.14/num9/art30/>
- Foster, S. y Elzinga, D. (2019). *El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible*. Naciones Unidas, Crónica ONU. <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- Fundación para Estudios sobre la Energía. (2008). *El futuro del carbón en la política energética española*. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00295.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), (2008). Biodigestores.
- International Energy Agency. (2010). World Energy Outlook, 2010. Resumen Ejecutivo. <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/46389097.pdf>
- International Energy Agency. (2019). World Energy Outlook 2019, AIE, París. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- International Energy Agency. (2020). "Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth", IEA, Paris. <https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth>
- Lloret, P. (2015). *Estado de la tecnología en la cadena de valor del gas natural: Aplicaciones a nuevos productos y servicios* [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53239/LLORET%20-%20ESTADO%20DE%20LA%20TECNOLOG%20C3%8DA%20EN%20LA%20CADENA%20DE%20VALOR%20DEL%20GAS%20NATURAL%203A%20APLICACIONES%20%20A%20%20NUEVOS%20P...pdf?sequence=1>
- López Amador, P., y Sola Pagés, A. (2008). *Sistematización y Cuantificación de Biodigestores. Áreas e Impactos: Social, Económica y Ambiental*. San José (Costa Rica): Programa de Pequeñas Donaciones, Costa Rica.
- López, D. y Luyando, J. (2018). Los efectos de la contaminación petrolera en el desarrollo de las comunidades ejidales: el caso de la cuenca del río San Juan (Nuevo León, México). *Investigación y Desarrollo*, 26(1), 92-124. <http://www.scielo.org.co/pdf/indes/v26n1/2011-7574-indes-26-01-92.pdf>
- Naciones Unidas. (1984). *La industria siderúrgica latinoamericana: Tendencias y Potencial*. Estudios e informe de la CEPAL. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8215/S8400124\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8215/S8400124_es.pdf)

- Olivo, M. y Soto, A. (2010). Comportamiento de los gases de efecto invernadero y las temperaturas atmosféricas con sus escenarios de incremento potencial. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 14(57), 221-230. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212010000400002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212010000400002)
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2012). *El gas natural y sus diferencias con el GLP*. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000661.pdf>
- Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2019). *World Oil Outlook, 2019*. [https://www.opec.org/opec\\_web/en/index.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/index.htm)
- Pascual, A., Ruiz, B., Gómez, P., Flotats, X. y Fernández, B. (2011). *Situación y potencial de generación de biogás. Estudio Técnico PER 2011 – 2020*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/documentos\\_11227\\_e16\\_biogas\\_db43a67\\_5.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_11227_e16_biogas_db43a67_5.pdf)
- Reyes, G., Iñiguez, J., Pupiales, W., Soria, C. y Yépez, J. (2018). Estudio de emisiones contaminantes utilizando mezcla de gasolina e hidrógeno como combustible en un motor de combustión interna a 2800 m.s.n.m. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1), 19-28. <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/download/287/396?inline=1>
- Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. (2008). *El Petróleo y la Energía en la Economía. Los efectos económicos del encarecimiento del petróleo en la economía vasca*. Dok EKONOMIAZ
- TotalEnergies (18 de febrero de 2020). *La energía y el desarrollo de la humanidad*. <https://www.totalenergies.es/es/pyme/s/blog/la-energia-y-el-desarrollo-de-la-humanidad>
- Tsai W. Chen P, Hsienh F, Sun F y Chien S. (2002). “Regeneration of spent bleaching earth by pyrolysis in a rotary furnace”, Elsevier, 63 (1), 157.
- Urrea, R. (2009). *Evaluación técnico-económica para la implementación de un biodigestor anaeróbico en una lechería tipo de la Región de Los Lagos* [Tesis de pregrado]. Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fau.81e/doc/fau.81e.pdf>
- Venegas, J., Raj, D. y Pinto, R. (2019). Biogás, la energía renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas. *Análisis económico*, 34(85), 169-187. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-66552019000100169](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-66552019000100169)
- Zahrani, A. y Daous, M. (2000). “Recycling of Spent Bleaching Clay and Oil Recovery”, IChemE (Institution of Chemical Engineers), 78 (B), 224.