

# ENERGÍAS RENOVABLES, GEOTERMIA Y BIOMASA: UNA REVISIÓN CRÍTICA PARA GUATEMALA

*Renewable energies, geothermal and biomass: a critical review for Guatemala*

**Jeffrey Estuardo Argueta**

Mtro. en Ingeniería Sanitaria  
Jeff\_argueta@hotmail.com

**Wagner Guillermo Alonzo**

Mtro. en Plantas Medicinales  
wagneralonzo@yahoo.com

**Sergio Leopoldo Dionisio**

Mtro. en Desarrollo Rural Sostenible  
sergioldd@gmail.com

Recibido: 23 de noviembre de 2020. | Revisado: 25 de marzo de 2021. | Aceptado: 28 de junio de 2021.

## RESUMEN

El presente ensayo revisa avances y el potencial de generación y la utilización de energías renovables de geotermia y biomasa en Guatemala. Se visualiza que el recurso de la energía geotérmica se desaprovecha, con relación al potencial para su explotación, se proyecta que se podría aprovechar implementando plantas generadoras de energía hasta de 6,000 MW. En cuanto al potencial energético del país por medio de la biomasa según los datos por el Ministerio de Energía y Minas -MEM-, tiene una capacidad de 701 MW, sin embargo, en su mayoría impera el uso de la leña que genera un impacto negativo en los bosques, mientras que el residuo del bagazo se proyecta como un generador de energía amigable.

## ABSTRACT

*This article demonstrates the advances, potential and use of renewable energies, focused on Geothermal and Biomass or biofuels. In Guatemala, it is expected that the Geothermal energy resource is wasted, in relation to the map of areas that are potential for the exploitation of geothermal energy, it is projected that it could be used by implementing power generating plants through Geothermal energy up to 6,000 MW. Regarding the country's energy potential of Biomass, according to data from the Ministry of Energy and Mines -MEM-, it has a capacity of 701 MW, mostly it is the use of firewood that generates a negative impact on forests, while that the bagasse residue is projected as a friendly power generator.*

## PALABRAS CLAVE

Energía renovable, biocombustibles, biomasa, geotermia.

## KEYWORDS

*Renewable Energy, biofuels, biomass, Geothermal.*

## INTRODUCCIÓN

El ensayo tiene por objetivo brindar un análisis crítico sobre el uso actual, uso potencial y principales desafíos para el desarrollo de las energías renovables en el país, en específico sobre la energía geotérmica y la energía de biomasa.

Debido a los efectos sociales y económicos del cambio climático y la necesidad de mitigar los gases de efecto invernadero (GEI), se plantea como alternativa el desarrollo y uso de las energías renovables. En ese sentido, la información que se presenta permite conocer el estado del aprovechamiento de los recursos renovables en cuanto a la geotermia y la biomasa o biocombustibles.

Se considera que en Guatemala el potencial que se tiene para el aprovechamiento de estos recursos es alto, ya que las matrices energéticas para diferentes años, permiten visualizar la tendencia o el uso de estos recursos en sustitución de los combustibles fósiles que son altamente contaminantes y no amigables con el medio ambiente.

### A. ENERGÍA GEOTÉRMICA EN GUATEMALA

La ubicación del país en el punto de unión de tres placas tectónicas -Placa de Norte América, Placa del Caribe y Placa de Cocos- (MEM, 2018), la formación de la cadena volcánica y el conjunto de fallas como la del Motagua y del Polochic, permiten manifestaciones geotérmicas de alto interés para la generación de energía eléctrica.

Tal condición, representa oportunidades para el desarrollo de un sector energético limpio y auto-suficiente, así como el cumplimiento de las metas de mitigación de GEI y la contribución al objetivo del Acuerdo de París de limitar el aumento de la temperatura atmosférica a 2° C o menos (Dalla, et al., 2020).

El agotamiento de los combustibles fósiles (carbón y petróleo), la creciente importancia de problemas climáticos, así como aspectos de seguridad energética, permiten afirmar que la exploración de energías renovables nacionales constituye una solución en el mediano y largo plazo.

La energía geotérmica aprovecha el calor interno de la Tierra, principalmente del magma fundido y el proceso de desintegración de elementos radiactivos, en donde el agua y el vapor, transportan la energía a la superficie terrestre (Wang, et al., 2020; IRINA, 2020).

### ANTECEDENTES

El interés del país para identificar y evaluar áreas con manifestaciones geotérmicas inicia en 1970. La Agencia Tecnológica con el Extranjero de Japón (OTCA, por sus siglas en inglés) y el Instituto Nacional de Electrificación-INDE), identificaron potenciales campos geotérmicos en Moyuta, Jutiapa; Zunil, Quetzaltenango, Amatitlán, San Vicente Pacaya y Villa Canales (MEM, s.f.). En 1982 INDE y OLADE, definieron 13 áreas con potencial geotérmico de reserva nacional, ampliado en la década de 1990 (MEM, 2018; MEM, 2019).

El potencial nacional ha sido estimado en 1,000 MW de energía geotérmica, de los cuales únicamente se aprovecha el 3.5 % (35.23 MW), con una participación en la matriz energética de 2.20 %, para el año 2017 (MEM, 2018).

### DESAFÍOS Y VIABILIDAD

La energía geotérmica es considerada una de las formas más limpias de generar electricidad, al aprovechar el calor de las áreas tectónicas (MEM, 2018), que puede sustituir el uso de combustibles fósiles y que contribuye a abastecer la demanda de energía y la mitigación de gases efecto invernadero. Se considera este recurso como abundante, versátil, bajo en carbono y no intermitente (Dalla et al., 2020).

A partir de las condiciones mencionadas, la geotermia puede convertirse en una de las áreas claves para el desarrollo energético nacional basado en energías limpias; sin embargo, requiere de la revisión de una serie de desafíos, entre ellos: aspectos financieros, recursos tecnológicos, conflictos sociales que pueden generarse y carencia de políticas

nacionales para su promoción.

Uno de los factores críticos para el desarrollo de la geotérmica, son los altos costos de inversión. Según Gonzales (2019), a partir de un análisis de costos de generación de energía durante 2017 al 2018, la geotérmica junto con la energía eólica, son tecnologías que no logran disminuir el costo nivelado de la electricidad.

El reporte de costos de generación de energía renovable de IRENA (2020), indica que las energías renovables seguirán una tendencia de crecimiento, en donde tecnologías como la solar fotovoltaica y la eólica terrestre, brindan posibilidades de crecimiento rápido, en tanto que tecnologías como la eólica marina, la hidroeléctrica, la bioenergía y la energía geotérmica ofrecen opciones de inversión a mediano plazo complementarias y rentables.

La geotermia tiene repercusiones sobre el ambiente, al generar gases no condensables (como el dióxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno, helio, nitrógeno y metano) en la liberación descargas de vapor, así como trazas de mercurio, arsénico y radón que pueden contaminar los cuerpos de agua (Chen et al., 2020).

Para una mayor comprensión de estos riesgos, se deben evaluar los riesgos ambientales subterráneos, superficiales y atmosféricos (Dalla, et al, 2020).

Se considera que, una adecuada comprensión de los problemas ambientales, el desarrollo de instrumentos y tecnologías para su gestión, permiten reducir los riesgos sobre la salud humana, los sistemas ecológicos y la economía, así como la conflictividad social asociada.

## **B. ENERGÍA BIOMASA EN GUATEMALA**

En Guatemala se utiliza la biomasa en diversas formas, tal es el caso de la leña, cogeneración con bagazo de caña, biodigestión y otras.

La fuente energética de mayor demanda en el país es la leña (FAO, 1996). Se estima que el 64 % de la población depende de ésta como fuente de energía,

el 67 % de ella se encuentra en el área rural y el 33 % en el área urbana (INAB-FAO, 2004, BANGUAT/URL-IARNA,2009).

La población guatemalteca por necesidad y tradición utiliza y seguirá utilizando la leña como fuente principal de energía, de forma mayoritaria en el área rural debido a que, para los sectores poblacionales más pobres, el 80 % del gasto en combustibles se destina a cocción de alimentos y calefacción de la vivienda (CEPAL, 2008).

En el Quinto Eje de la Política Energética 2013-2027 del Ministerio de Energía y Minas, se establece la reducción del uso de leña en el país, el objetivo es promocionar el incremento del uso de estufas ahorradoras y así disminuir el uso de leña en industrias, fomentar el uso de plantaciones o bosques energéticos para fines industriales y sustituir el uso de leña por otras fuentes energéticas en los hogares (MEM, 2019).

La proyección del consumo total de leña implementando las estufas ahorradoras, indica que en el año 2032 habrá una reducción de 15,766,996 toneladas de leña (MEM, 2019).

Por otra parte, Guatemala es el principal productor de azúcar en Centroamérica, los ingenios reutilizan el bagazo de caña para la producción de energía eléctrica. Actualmente, existe una capacidad instalada de 985 MW, de los cuales 650 MW se entregan directamente al Sistema Nacional Interconectado.

La producción de energía es de aproximadamente 1,800 GWH anuales, lo que representa el 15 %, siendo el tercero después de las hidroeléctricas, con 33 %, y del carbón, con 30 % del total. Los productores de electricidad más importantes son los ingenios Magdalena, Pantaleón, La Unión, Santa Ana, Madre Tierra, Concepción, Tululá y Palo Gordo (Muñoz, 2014).

La generación eléctrica a partir de biomasa de bagazo de caña representa uno de los recursos de mayor

importancia en la matriz energética de Guatemala, principalmente por su bajo costo variable, el cual compite con el de las generadoras hidroeléctricas. Además, tiene la ventaja de no producir emisiones de carbono, ya que libera al ambiente exactamente la misma cantidad que ha sido fijada por el proceso de fotosíntesis durante el crecimiento del cultivo de la caña de azúcar, lo que la hace amigable ambientalmente. Por otra parte, tiene el inconveniente de que el residuo solamente está disponible durante el periodo de cosecha de la caña de azúcar (período de zafra) (Muñoz, 2014).

En el año 2013, las hidroeléctricas cubrieron el 48.6 % de la demanda del país, el segundo mayor aporte corresponde al sector de más rápido crecimiento en los últimos años, las plantas generadoras a base de carbón mineral; luego están los ingenios con un 15.9 % de participación y los generadores con bunker con un 13.2 %, el resto corresponde a otras tecnologías menos influyentes (Muñoz, 2014).

Por otra parte, el biogás, como fuente de energía renovable, ha despertado un gran interés en los últimos años, siendo tal vez una de las tecnologías de más fácil implementación, sobre todo en sectores rurales. Su potencial desarrollo, no solo considerando la producción de biogás, sino que como ayuda a la obtención de biofertilizante y tratamiento de problemas sanitarios en algunos casos, hacen que su replicabilidad y difusión en los sectores con abundancia de materia orgánica de desecho sea atractivo (FAO, 2011).

En Guatemala existen varios proyectos generadores de biogás, en el 2014 la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) aprobó el Proyecto de Biogás del Vertedero El Trébol que, según la resolución 29-2014, generará 4.8 megavatios (MW).

### **BIOCOMBUSTIBLES**

Los biocombustibles se caracterizan por utilizar la biomasa como una fuente de energía renovable, con la finalidad de generar energía para los motores, el

cual puede ser utilizado en un nivel de pureza o diluido con otro combustible fósil. El biocombustible se clasifica según el tipo de producción y uso, entre ellos se encuentran: Etanol, Biodiesel y Biogás.

**Etanol:** las principales aplicaciones del etanol son para uso como carburante, uso para bebidas alcohólicas e industrial, por mencionar los usos más comunes. El etanol proviene de un proceso biológico (fermentación) o petroquímico (destilación). Para la producción del etanol carburante se utilizan los dos procesos mencionados anteriormente, pero se agrega a ellos la deshidratación, donde se elimina el agua para obtener un grado más puro de etanol. (González, 2017). La materia prima utilizada son los almidones (trigo, papa, yuca, maíz), azúcares (remolacha, caña) y celulosas (residuos forestales, segunda generación).

En Guatemala, el decreto 17-85 regula que la gasolina debe mezclarse con un mínimo de 5 % de alcohol, se denomina como “Ley de Alcohol Carburante Guatemala”. El objetivo de dicha ley es diversificar la matriz energética y generar la producción de etanol en los abastecimientos de productos agrícolas. Sin embargo, esto no se aplica por inconsistencias dentro de la ley.

Las plantas de producción de etanol en Guatemala se encuentran ubicadas en el Sur del país, siendo este el más propicio durante la época de zafra y por las condiciones climáticas típicas de esa región, ver figura 5. En Guatemala en el año 2020 se implementó un plan piloto denominado “Ecopower, el cual está a cargo el Ministerio de Energía y Minas, en conjunto con la Universidad del Valle de Guatemala, Banco Interamericano de Desarrollo de Guatemala, la asociación de Combustibles Renovables y la Municipalidad de Guatemala. Este proyecto tiene como propósito evaluar las emisiones y rendimientos de 34 vehículos automotores de la ciudad capital, al usar un combustible mezclado al 5 % (E5) con etanol.

Los resultados obtenidos del plan piloto demostra-

ron que se reducen los gases de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> hasta un 13 % y un 65 % del monóxido de carbono CO, en comparación de los combustibles fósiles sin alguna cantidad de etanol.

Mapa 6: Ubicación de las plantas de producción de etanol en Guatemala

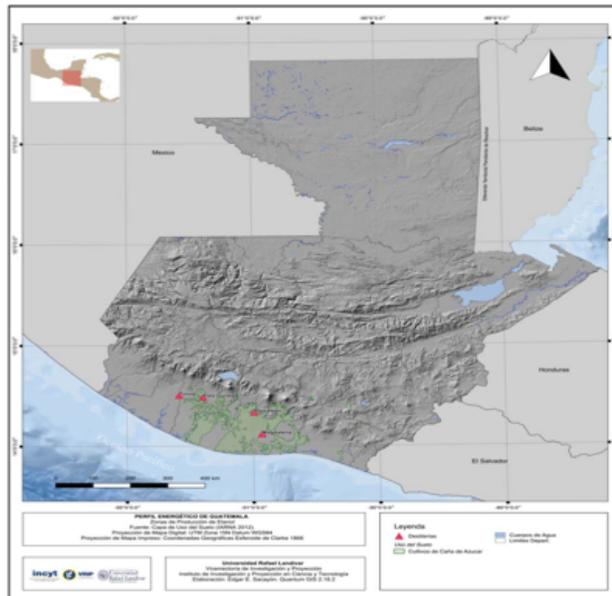


Figura 5. Mapa de Guatemala con la ubicación de las plantas productoras de Etanol.

Fuente: Perfil Energético de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas, (2018, p. 101).

**Biodiesel:** es un combustible líquido, el cual se obtiene de los aceites vegetales, grasas de animales, procesos industriales de esterificación y transesterificación, el cual puede ser aplicado total o parcialmente con el diésel fósil. Los aceites vegetales están compuestos por un 90-98 % de triglicéridos, que se transforman en biodiesel a través de los procesos mencionados.

En Guatemala no se cuenta con una producción significativa de biodiesel, ya que a escala industrial no existe industria que lo fabrique, debido a los precios altos de producción. Este no sería competitivo con el diésel, en relación con el costo de venta, por lo que no es rentable. Únicamente se cuenta con dos empresas que fabrican biodiesel a partir del aceite reciclado.

Las microalgas también se han propuesto como

materia prima para la producción del aceite vegetal y biodiesel. Un reciente estudio de la Universidad Galileo de Guatemala, evalúa especies de microalgas encontradas en el lago de Amatitlán para producir biodiesel (Diaz, 2011).

**Biogás:** este gas es usado como un biocombustible gaseoso, producido por una descomposición de la materia orgánica, generado por la digestión anaerobia de los desechos orgánicos que provienen de residuos de estiércol animal y rellenos sanitarios. El indicador que se utiliza para evaluar la capacidad potencial de este biocombustible es que en Guatemala se producen alrededor de 8 millones de toneladas métricas de desechos sólidos anualmente. La ciudad de Guatemala produce el 72 %, con lo que potencialmente podría producir 4 MW; el basurero de Villa Nueva recibe un estimado de 300 toneladas métricas al día, con lo que podrían producir 1 MW de energía eléctrica. (Koberle y Rivers, 2012).

Las plantas industriales de producción de energía a partir de biogás son muy escasas en Guatemala, por lo que éste es un campo abierto a la exploración y la investigación.

## CONCLUSIONES

El gran potencial geotérmico de Guatemala, aunado con cambios en el marco normativo, así como el decidido apoyo de sectores inversionistas y de la investigación, pueden incidir de forma significativa en la diversificación de la matriz energética a partir de aprovechamientos de energía renovable.

La energía biomásica, es aquella que se obtiene del aprovechamiento de la materia orgánica formada previamente en algún proceso biológico o mecánico. En Guatemala, la principal fuente es la leña, por lo que el Plan Nacional de Energía contempla una estrategia de disminución del consumo de leña para el año 2032, con base en el uso de estufas ahorradoras, estimando una reducción de 15,766,996 Toneladas de leña.

La segunda forma de energía biomásica es la co-generación a través de la industria azucarera, esta presenta el inconveniente que únicamente funciona en tiempos de zafra. Por último, se encuentra la producción de biogás la cual se ha incrementado en los últimos años, pero apenas contribuye con menos del 0.1 % del total de la matriz energética, aunque tiene un potencial importante para su desarrollo.

En Guatemala existe una producción significativa de etanol que cumple con la demanda del país, si existiera un régimen que impulsara la utilización de por lo menos el 5 % de etanol en todos los combustibles fósiles que se consumen, se aprovecharía producción que se genera en el país de 250 millones de litros al año.

Los biocombustibles son una alternativa en Guatemala que puede ser potencializada, si se implementaran políticas legales, del uso de estos. Tal es el caso del biodiesel cuya producción es más cara que la importación del diesel, por lo que al tener una mayor demanda del biodiésel los precios de producción pueden disminuir y convertirse en un biocombustible más rentable.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANGUAT y URL, IARNA (Banco de Guatemala y Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2009). *Cuenta Integrada de Energía y Emisiones. Bases teóricas, conceptuales y metodológicas (CIEE)*. Guatemala, serie divulgativa No. 6, 22 p.

Chen, S., Zhang, Q., Andrews-Speed, P., & Mclellan, B. (2020). *Quantitative assessment of the environmental risks of geothermal energy: A review. Journal of Environmental Management*, 276, 111-287. doi:10.1016/j.jenvman.2020.111287

CEPAL. (2008). *La Energía y las Metas del Milenio en Guatemala, Honduras y Nicaragua*. UN.LC/MEX/L.843/Rev.1 21 de febrero de 2008.

Comisión Nacional de Energía Eléctrica, CNEE. (2017). Resolución CNEE-125-2017.

Dalla, F., Nogueira, L., Limberger, J., van Wes, J., & van der Zwaan, B. (2020). *Scenarios for geothermal energy deployment in Europe*. In *Energy*, Volume 206, 2020, 118060. DOI. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118060>.

Díaz, J. (2011). *Evaluación de Pre-factibilidad técnico-económica de las potencialidades energéticas de las microalgas que contaminan el lago Amatitlán para la obtención de Biodiesel*. Proyecto Fodecyt, 049-2009, Universidad Galileo, Guatemala.

Dirección de productos forestales, FAO, (1996), *Reunión regional sobre generación de electricidad a partir de biomasa*, Montevideo, Uruguay: Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Gonzalez, M. (2019). *Energía Geotérmica: estado del arte de la tecnología de generación eléctrica a partir de la geotermia*. Argentina: secretaria de energías renovables y eficiencia energética.

INAB-FAO. (2004). *Tendencias y Perspectivas del Sector Forestal en América Latina*, Informe Nacional Guatemala, Roma, Italia. 66 p.

IRENA. (2019). *Costos de generación de energía renovable en 2019: conclusiones principales*: Recuperado de [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA\\_Costs\\_2019\\_ES.PDF?la=en&hash=A74F5A6BA01D-86C175702B4F27C7086AF5D23F99](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Costs_2019_ES.PDF?la=en&hash=A74F5A6BA01D-86C175702B4F27C7086AF5D23F99)

Koberle, A. y Rivers, I. (2012). *An Alternative Power Development Plan for Guatemala*. Berkeley California.

MEM. (2019). *Plan Nacional de Energía 2017-2032*. Guatemala: Dirección General de Energía – Ministerio de Energías y Minas.

MEM. (2018). *Energía Geotérmica*. Guatemala: Dirección General de Energía – Ministerio de Energías y Minas.

MEM. (s.f). *Recursos Geotérmicos de Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Energías y Minas.

Muñoz Solares, M. (2014). *Desarrollo de la Cogeneración en Guatemala*. Memoria Anual de resultados 13-14 Cengicaña.

Wang, Y., Liu, Y., Dou, J., Li, M., & Zeng, M. (2020). *Geothermal energy in China: Status, challenges, and policy recommendations*. *Utilities Policy*, 64, 101020. doi:10.1016/j.jup.2020.101020

### **INFORMACIÓN DE LOS AUTORES**

Ingeniero Civil, Jeffrey Estuardo Argueta Gálvez, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015.

Maestro en Ciencias en Ingeniería Sanitaria, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, Facultad de Ingeniería, 2016.

Afiliación laboral: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Administración.

Ingeniero Agrónomo, Wagner Alonzo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013.

Maestro en Producción y Uso de Plantas Medicinales, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2018.

Afiliación laboral: Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Chimaltenango (CUNDECH).

Ingeniero Agrónomo, Sergio Dionisio, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.

Maestro en Desarrollo Rural Sostenible por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Sede Académica Guatemala).

Afiliación laboral: Especialista en Paisajes Sostenible y Clima, RA.