

## Una perspectiva de la transición energética: la contribución del proyecto internacional Energytran

A perspective of energy transition: the contribution of Energytran international project

*Ma. del Rosario Moreno-Virgen*  
*Tecnológico Nacional de México, México*

*Hilda Elizabeth Reynel-Ávila*  
*Tecnológico Nacional de México, México*

*Didilia Ileana Mendoza-Castillo*  
*Tecnológico Nacional de México, México*

*Jaime Moreno-Pérez*  
*Tecnológico Nacional de México, México*

*Felipe de Jesús Villalobos-Delgado*  
*Tecnológico Nacional de México, México*

*Herson Antonio González-Ponce,*  
*Tecnológico Nacional de México, México*

*Adrián Bonilla-Petriciolet<sup>a</sup>*  
*Tecnológico Nacional de México, México*  
adrian.bp@aguascalientes.tecnm.mx

### Resumen:

Este artículo aborda el cambio climático y sus consecuencias, y cómo su relación con la transición energética. Se analizan las estadísticas del contexto de energía en México y su matriz de generación de energía eléctrica, y se discuten algunos de los retos que se tienen para la transición energética. Finalmente, se describen los objetivos del proyecto internacional “Energytran Unión Europea – América Latina y el Caribe para la transición energética – Cooperación entre infraestructuras de investigación para la transición energética entre países de Europa y de América Latina y el Caribe”. Este proyecto es una iniciativa de cooperación científica internacional entre América Latina y Europa para contribuir a que estas dos regiones del mundo sigan avanzando hacia la meta de descarbonización.

**Palabras clave:** cambio climático, matriz energética, sustentabilidad.

### Abstract:

This article addresses the climate change and its consequences, and how it is related with the energy transition. Statistics of energy scenario in Mexico and its electrical energy generation matrix are analyzed, and some challenges faced for the energy transition are also discussed. Finally, the objectives of the international project “Energytran European Union – Latin America and the Caribbean for energy transition – Research infrastructures cooperation for energy transition between Europe, Latin American and the Caribbean countries” are described. This project is an initiative of international scientific cooperation between Latin America and Europe to contribute to both regions continuing, to advance towards the decarbonization goal.

**Keywords:** climate change, energy matrix, sustainability.

### Notas de autor

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia. Correo de contacto: adrian.bp@aguascalientes.tecnm.mx

## ¿Qué es el cambio climático y cómo se relaciona con la transición energética?

El cambio climático es uno de los principales retos que actualmente está enfrentando la humanidad. En particular, el término *cambio climático* se refiere a la alteración de las condiciones ambientales promedio, tales como la lluvia y temperatura, en una región durante un periodo prolongado. Los cambios en las condiciones ambientales actuales se asocian con la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera y cuya fuente principal son las actividades antropogénicas, donde el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el compuesto más vinculado a este fenómeno. Este tipo de gases contribuye al calentamiento de la superficie de la Tierra y se estima que su sobreproducción (por actividades humanas) puede ocasionar que la temperatura promedio del planeta incremente de 1.5 a 2 °C en las siguientes décadas provocando la intensificación de los efectos ya observados por el cambio climático [1,2].

La modificación de los niveles de mares y ríos, la reducción de glaciares en montañas, el deshielo más acelerado de ciertas regiones del planeta, alteraciones en la prevalencia e incidencia de enfermedades, así como cambios en las épocas de floración de plantas y cultivos son algunas de las consecuencias del cambio climático. Por ejemplo, se ha observado un incremento de enfermedades arbovirales (es decir, aquellas asociadas a virus transmitidos por artrópodos) en seres humanos que son causadas por la presencia de vectores como los mosquitos y garrapatas, los cuales transmiten enfermedades infecciosas como la malaria, fiebre amarilla, dengue o Zika [3]. La incidencia de este tipo de enfermedades ha aumentado en regiones donde normalmente no se presentaban y se ha determinado que ésta se deriva del cambio en las condiciones ambientales [4]. Se estima que el impacto global de las enfermedades transmitidas por vectores puede ascender a más de 700,000 muertes por año, de las cuales 608,000 corresponderían a la malaria y 40,000 al dengue [5]. También, se ha indicado que el cambio climático podría iniciar o desencadenar brotes de enfermedades autoinmunes e inflamatorias como artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, vasculitis, osteoartritis y fibromialgia, además de algunas manifestaciones reumáticas indirectas por infecciones como el dengue [6]. Por otro lado, el mayor uso de los recursos hídricos para mitigar los efectos de las ondas de calor provocadas por el cambio de las condiciones ambientales ha incidido en el agotamiento de los suministros de agua superficiales. En la actualidad, la extracción de agua subterránea para uso y consumo humano se realiza a profundidades cada vez mayores lo que conlleva a una exposición a minerales que puede derivar en problemas de contaminación por elementos tóxicos (por ejemplo: mercurio, plomo, níquel, arsénico) y otros xenobióticos como los fluoruros. La exposición a estos contaminantes geogénicos puede impulsar la incidencia de enfermedades renales agudas, entre otro tipo de padecimientos crónicos [7]. Se debe indicar que América Latina es una de las regiones del mundo que más está padeciendo los efectos del cambio climático.

A nivel global existe una política activa de transición en el uso de fuentes de energía cuyo objetivo es contribuir a los esfuerzos para mitigar los efectos del cambio climático y asegurar el desarrollo sostenible de la sociedad mediante el consumo de energía renovable y menos contaminante. Los procesos de transición de las fuentes de energía han formado parte del desarrollo de la humanidad y son el reflejo de los avances tecnológicos y científicos, así como de las demandas derivadas de la mejora de la calidad de vida y evolución social. No obstante, el impulso y relevancia al cambio de las fuentes de energía se ha intensificado debido a los impactos evidentes del cambio climático que ya están generando nuevos problemas y retos ambientales, económicos, políticos y sociales.

La *transición energética* se centra en sustituir un sistema energético basado en combustibles fósiles (es decir, energéticos obtenidos del petróleo) y cuya principal característica es su significativo impacto ambiental, por un sistema energético que utilice fuentes de energías renovables y cuya aplicación genere una cantidad muy reducida o casi nula de emisiones de gases de efecto invernadero. Esta evolución en las fuentes de energía para lograr el objetivo de la neutralidad en carbono implica fortalecer las agendas científicas y tecnológicas a nivel nacional e internacional. Sin embargo, cada región presenta retos diferentes para diversificar y fortalecer su matriz energética. Por ejemplo, México depende tanto de fuentes de energía no renovables (principalmente

hidrocarburos) como de renovables. De acuerdo con la Secretaría de Energía [8], la estructura de la matriz mexicana de energía eléctrica está compuesta por 76% de energías de origen fósil y 24% de energías limpias (ver Figura 1), con una generación total de energía eléctrica de 351,695 Gigawatts-hora (GWh) y un consumo por persona de 77.92 Giga-Joule (GJ). En la producción de energía primaria, el petróleo continúa siendo la fuente predominante representando el 53%, mientras que el gas natural ha crecido alcanzando un 21%. El uso de carbón representa menos del 2% de la matriz de generación de energía eléctrica. Por otra parte, el consumo de energía en México se distribuye entre varios sectores: transporte, industrial, agropecuario, residencial, comercial y público. El transporte (49%) depende casi exclusivamente de derivados del petróleo, como gasolina y diésel. El sector industrial es el segundo mayor consumidor de energía (24%) donde la manufactura de cemento, acero y productos químicos son las áreas con más demanda. Los sectores residencial, comercial y público consumen en conjunto 18%, el agropecuario consume el 3% de la energía, y el 6% restante incluye porteo y pérdidas no técnicas de energía.

La evolución de la generación de energía renovable en México durante el periodo 2019 – 2022 presentó un crecimiento casi lineal de dos puntos porcentuales en promedio por año, ver Figura 2. Las estadísticas oficiales [9] indican que la contribución de energía por fuentes renovables fue: 17.8% (2019), 21.8% (2020), 24.9% (2021) y 24.4% (2022). Estos datos sugieren que no se logrará el compromiso establecido por México, en el marco del tratado de París, de generar 35% de la energía mediante fuentes limpias en el año 2024.

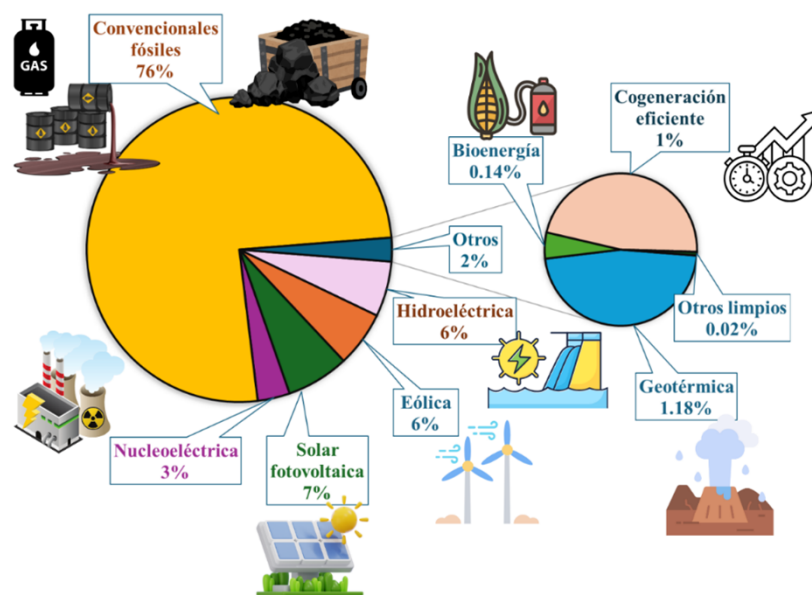


FIGURA 1.  
Composición de la matriz de generación de energía eléctrica en México  
Fuente: [8].

En 2022, México produjo un total neto de 82983.6 GWh mediante fuentes renovables donde la energía hidroeléctrica presentó la mayor contribución (42.9%), seguida de la energía Eolo-eléctrica (24.7%) y fotovoltaica (24.5%). La fuente de energía geotérmica aportó 5.3%, mientras que la bioenergía un 2.6%. Si bien es cierto que la energía hidroeléctrica es la fuente principal de energía renovable en México, su producción depende de la modernización de la tecnología instalada y que la región no presente sequías, tal y como ocurrió en 2023 donde esta fuente de energía tuvo una reducción significativa en su generación debido a las fuertes sequías que se presentaron en el país. Por otro lado, la producción de energía fotovoltaica ha aumentado a corto plazo ya que México tiene una ubicación geográfica privilegiada con una radiación solar promedio de 5 kWh/m<sup>2</sup>/día, especialmente en el norte del país. La energía Eolo-eléctrica también tiene potencial de crecimiento donde uno de los parques eólicos más importantes de América Latina se

localiza en el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca, México). Sin embargo, sus desventajas radican en las inversiones requeridas para su operación, las cuales son más significativas que para otras fuentes de energía, además de la intermitencia en su generación ocasionada por las condiciones climáticas. La energía de fuentes geotérmicas y biomasa tiene una aportación muy limitada a la matriz energética nacional. No obstante, se debe resaltar que la central de Cerro Prieto en Baja California es la segunda central geotérmica más grande del mundo y México ocupa el sexto lugar a nivel mundial (desde 2016) en capacidad geo-termoeléctrica instalada. La generación de energía a través de la valorización de biomasa es una alternativa interesante debido a la gran diversidad de desechos agrícolas, forestales e industriales que están disponibles a nivel nacional. La descarbonización del sector mexicano de transporte es un área de oportunidad que requiere intensificarse. En México, se tienen registrados más de 58 millones de vehículos que emiten más de 137,500 Gg de CO., es decir, 94% del total de gases generados por el sector de la transportación. A nivel nacional, la transición al transporte eléctrico ha sido relativamente lenta, pero con crecimiento constante en la venta de vehículos eléctricos o híbridos. En el área de la electromovilidad, el litio es una materia prima clave para la generación y almacenamiento de energías limpias. Este metal destaca por su impresionante capacidad para almacenar carga eléctrica y su baja densidad, características ideales para su utilización en baterías y otros sistemas de energía. Sin embargo, a pesar de su potencial, México aún no ha comenzado a producir litio con tecnología nacional. Los yacimientos conocidos están en fase de exploración. Hasta ahora, se han identificado cuatro estados con el mayor potencial para albergar yacimientos de litio. Sonora destaca con 76% del total de estas reservas y Zacatecas sigue con un 4.8%, mientras que San Luis Potosí y Puebla representan un 9.6% cada uno [10]. Este contexto subraya la importancia de desarrollar este tipo de industria a nivel nacional. Es conveniente resaltar que el fortalecimiento de una matriz energética debe considerar un análisis detallado de las fortalezas y debilidades de cada una de las fuentes de energía para buscar su compensación y maximizar sus beneficios.

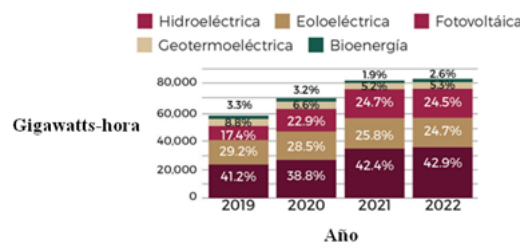


FIGURA 2.

Evolución de la generación de energía renovables en México durante el periodo 2019 – 2022.

Fuente: [9].

Si bien es cierto que la transición energética es la ruta para reducir sustancialmente las emisiones de carbono, su implementación no está exenta de generar otro tipo de impactos negativos. Uno de ellos está vinculado al área de contaminación ambiental. Por ejemplo, algunas fuentes de energía renovables también generan residuos (sólidos y fluidos) que son contaminantes [11]. La fabricación de paneles solares, aerogeneradores y baterías a gran escala para el almacenamiento de energía requiere de procesos industriales con diversas materias primas que pueden generar residuos peligrosos. En la manufactura de paneles solares se emplean grandes cantidades de silicio y metales como aluminio y cobre, cuya extracción y refinamiento también causa impactos ambientales. La construcción de aerogeneradores y sistemas de almacenamiento a gran escala (tales como las baterías de litio) requiere metales como litio, cobalto, níquel, selenio, galio, cadmio, telurio y germanio [12]. Además, las actividades mineras son una fuente de contaminación importante para los ecosistemas, el suelo y los cuerpos de agua. La vida útil de los paneles solares, baterías y aerogeneradores es limitada y, una vez que ésta se agota, se enfrenta la problemática del manejo y disposición final de residuos que contienen materiales tóxicos como plomo y cadmio [13]. Aunque las energías renovables como la solar y la eólica son limpias durante su operación, su implementación y la infraestructura requerida para integrarlas

en los sistemas energéticos existentes implican el uso de materiales que contaminan dentro de sus cadenas de suministro. Se ha sugerido que la construcción de parques eólicos y solares también puede derivar en un desequilibrio ecológico local [14]. Los biocombustibles derivados de la biomasa pueden reemplazar el uso de los combustibles fósiles en el área de transporte. No obstante, los procesos catalíticos más utilizados en su obtención también generan problemas de contaminación del agua y residuos sólidos que corresponden a los catalizadores ya agotados [11]. La expansión de cultivos energéticos para la producción de biocombustibles también incrementa el uso de agroquímicos, como fertilizantes y pesticidas, que pueden infiltrarse en los cuerpos de agua y afectar su calidad. Bajo esta perspectiva, a medida que se acelere la adopción de fuentes de energías renovables, la cantidad de residuos asociadas a éstas también crecerá y, por consecuencia, se necesitarán desarrollar alternativas más eficientes para el reciclaje y manejo de sus desechos, así como la purificación de sus efluentes contaminados [12]. En síntesis, la transición energética debe abordarse en forma integral, considerando los aspectos económicos, sociales, ambientales y políticos que están vinculados a cada región, en miras de alcanzar el objetivo de cero emisiones netas.

## ¿Qué es el proyecto internacional energytran y cómo contribuye a la transición energética en América Latina?

Los diagnósticos realizados de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación de los países latinoamericanos han concluido que se carece de los recursos y capacidades necesarias para superar por sí mismos los retos y obstáculos de la transición energética. La inversión en investigación y desarrollo de estos países es significativamente inferior a los recursos destinados por Estados Unidos y Europa. La cooperación e intercambio internacional de experiencias, aprendizajes y conocimientos son fundamentales para acelerar el proceso de maduración y consolidación de las tecnologías necesarias para lograr las metas nacionales e internacionales de descarbonización. El proyecto “*Energytran Unión Europea – América Latina y el Caribe para la transición energética – Cooperación entre infraestructuras de investigación para la transición energética entre países de Europa y de América Latina y el Caribe*” es una iniciativa de cooperación científica internacional para contribuir a que estas dos regiones del mundo sigan avanzando hacia la descarbonización.

El objetivo general del proyecto Energytran es abordar la transición energética, como un reto común, mediante el intercambio, generación y transferencia de conocimiento entre las infraestructuras de investigación de la Unión Europea y América Latina y el Caribe desde una aproximación multidisciplinar (tecnológica, ambiental y social) y apoyar el desarrollo de políticas públicas y marcos regulatorios promoviendo una transición limpia, sostenible y justa para avanzar hacia una sociedad resiliente. El proyecto Energytran está enfocado principalmente a la generación de soluciones tecnológicas innovadoras para la transición energética limpia y social. Este proyecto es una plataforma para generar conocimientos que mejoren las capacidades de los principales actores en la transición energética: investigadores, responsables políticos, empresas y sociedad civil.

La Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) coordina este proyecto birregional que cuenta con financiamiento del programa Horizonte Europa. El consorcio Energytran está integrado por 11 socios de 6 países: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, EU Solaris Consorcio Europeo de Infraestructuras de Investigación, Universidad Nacional de San Martín (Argentina), Fundación Centro de Alta Tecnología (Costa Rica), Universidad Nacional del Nordeste (Argentina), Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile), LifeWatch Consorcio Europeo de Infraestructuras de Investigación, Instituto Politécnico de Setubal (Portugal), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España), y Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México).

Te invitamos a conocer y seguir los objetivos, avances y resultados de este proyecto internacional en la página web de Energytran: <https://energytran.oei.int/es/>



FIGURA 3.  
Consortio internacional del proyecto Energytran.

## Agradecimientos

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a sus autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea. Ni la Unión Europea ni autoridad financiadora pueden ser considerados responsables de ellos.

## Referencias

- [1] Wuebbles, D. J., Easterling, D. R., Hayhoe, K., Knutson, T., Kopp, R. E., Kossin, J. P., Kunkel, K. E., LeGrande, A. N., Mears, C., Sweet, W. V., Taylor, P. C., Vose, R. S., & Wehner, M. F. (2017). *Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume* (pp. 35-72). U.S. Global Change Research Progra. <https://science2017.globalchange.gov/chapter/1/>
- [2] Seneviratne, S. I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Di Luca, A., Ghosh, S., Iskandar, I., Kossin, J., Lewis, S., Otto, F., Pinto, I., Satoh, M., Vicente-Serrano, S. M., Wehner, M., & Zhou, B. (2021). Weather and climate extreme events in a changing climate. En V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, Ö. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (Eds.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1513-1766). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>
- [3] Matlack, M., Covert, H., Shankar, A., Zijlmans, W., Wahid, F. A., Hindori-Mohangoo, A., & Lichtveld, M. (2024). A scoping review of current climate change and vector-borne disease literacy and implications for public health interventions. *The Journal of Climate Change and Health*, 15, 100295. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2023.100295>
- [4] Rocklöv, J., & Dubrow, R. (2020). Climate change: An enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. *Nature Immunology*, 21(5), 479-483. <https://doi.org/10.1038/s41590-020-0648-y>
- [5] World Health Organization. (2024). *Enfermedades transmitidas por vectores*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- [6] Katsumoto, T. R., Stolyar, L., Dandeniya, C. L., Wong, H. N., Lanata, C. M., Falasinnu, T., & Bush, T. (2024). Impact of climate change on rheumatic diseases: A scoping review. *The Journal of Climate Change and Health*, 19, 100338. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2024.100338>
- [7] Otero González, A. (2024). Enfermedad renal crónica, diálisis y cambio climático. *Nefrología*, 44(3), 331-337. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2023.08.004>

- [8] Secretaría de Energía. (2023). *Balance Nacional de Energía 2023*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/947752/BALANCE\\_NACIONAL\\_DE\\_ENERG\\_A\\_PRELIMINAR\\_2023.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/947752/BALANCE_NACIONAL_DE_ENERG_A_PRELIMINAR_2023.pdf), consultado: 07 de octubre de 2024.
- [9] Secretaría de Energía. (2024). *Reporte de avance de energías limpias 2024*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/927403/RAEL.pdf>, consultado: 06 de octubre de 2024.
- [10] Secretaría de Economía. (2018). *Perfil de mercado de litio*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419275/Perfil\\_Litio\\_2018\\_\\_T\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419275/Perfil_Litio_2018__T_.pdf), consultado: 07 de octubre de 2024.
- [11] Saleh, H. M., & Hassan, A. I. (2024). The challenges of sustainable energy transition: A focus on renewable energy. *Applied Chemical Engineering*, 2084-2084. <https://doi.org/10.59429/ace.v7i2.2084>
- [12] Kamali Saraji, M., & Streimikiene, D. (2023). Challenges to the low carbon energy transition: A systematic literature review and research agenda. *Energy Strategy Reviews*, 49, 101163. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101163>
- [13] Mrozik, W., Rajaeifar, M. A., Heidrich, O., & Christensen, P. (2021). Environmental impacts, pollution sources and pathways of spent lithium-ion batteries. *Energy & Environmental Science*, 14(12), 6099-6121. <https://doi.org/10.1039/D1EE00691F>
- [14] Lv, Y. (2023). Transitioning to sustainable energy: Opportunities, challenges, and the potential of blockchain technology. *Frontiers in Energy Research*, 11. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1258044>



**Disponible en:**

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94481870010>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante  
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la  
academia

Ma. del Rosario Moreno-Virgen, Hilda Elizabeth Reynel-Ávila,  
Didilia Ileana Mendoza-Castillo, Jaime Moreno-Pérez,  
Felipe de Jesús Villalobos-Delgado,

Herson Antonio González-Ponce,, Adrián Bonilla-Petriciolet

**Una perspectiva de la transición energética: la  
contribución del proyecto internacional Energytran  
A perspective of energy transition: the contribution of  
Energytran international project**

*Conciencia Tecnológica*

núm. 67-B, p. 89 - 95, 2024

Instituto Tecnológico de Aguascalientes,

**ISSN:** 1405-5597