



# Energía renovable en México: Retos y oportunidades

## Renewable energy in Mexico: challenges and opportunities

SILVA Rodríguez de San Miguel, Jorge A. 1

Recibido: 21/04/2019 • Aprobado: 08/07/2019 • Publicado 22/07/2019

### Contenido

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones

[Referencias bibliográficas](#)

#### RESUMEN:

El objetivo de esta investigación es examinar el estado de las fuentes de energía renovables en México, así como su futuro, para analizar los retos y oportunidades que permitan mejorar su gestión. Para la revisión de la literatura se siguió el método PRISMA. Los resultados muestran que México ha logrado avances en términos de una mejor financiación de proyectos de energía renovable. Sin embargo, siguen existiendo deficiencias políticas, administrativas, burocráticas y sociopolíticas.

**Palabras clave:** Combustibles fósiles, energía renovable, México, sostenibilidad

#### ABSTRACT:

The objective of this research is to examine the state of renewable energy sources in Mexico, as well as their future, to analyze challenges and opportunities that allow improving their management. For literature review, the PRISMA method was followed. The results show that Mexico has made progress in terms of better financing of renewable energy projects. However, there are still political, administrative, bureaucratic and socio-political deficiencies.

**Keywords:** Fossil fuels, renewable energy, Mexico, sustainability

## 1. Introducción

La energía de biomasa tiene el mayor potencial en México y fue el tema del mayor número de publicaciones de investigación nacional entre los años 1982 y 2012 (Alemán-Nava et al., 2014). Además, existe un gran potencial de energía eólica, el cual se demuestra predominantemente en el estado de Oaxaca. Además, Alemán-Nava et al. (2014) revelan que la Universidad Nacional Autónoma de México ha liderado históricamente las publicaciones de investigación sobre fuentes de energía hidroeléctrica, eólica, biomasa y solar; mientras que el Instituto de Investigaciones Eléctricas ha liderado el camino en términos de estudios sobre energía geotérmica.

En 2014, la Ley General para el Cambio Climático estableció el objetivo de generar el 35% de las necesidades energéticas de la nación a partir de fuentes renovables para el año 2024 (Alemán-Nava et al., 2014). Con todo esto, existen indicios de que México podría alcanzar los primeros puestos entre las naciones generadoras de energía sostenible. Sin embargo, el

consumo incesante de petróleo ha obstaculizado la transición a una economía verde (Reyes-Mercado & Rajagopal, 2013). Además, cualquier marco para la energía renovable en México necesita una mejor difusión entre los participantes del mercado de la energía: el gobierno, el sector privado y las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), lo cual exige una mayor capacidad organizativa (Reyes-Mercado & Rajagopal, 2013).

Este trabajo, basado en una metodología de investigación descriptiva, tiene por objetivo examinar el estado de las fuentes de energía renovables en México, así como su futuro, para analizar los retos y oportunidades que permitan mejorar su gestión. La revisión bibliográfica sistematiza la literatura fragmentada que existe sobre el tema, y argumenta que la fuerte dependencia de México de los combustibles fósiles, quizá más arraigados en la resistencia institucional dentro de la formulación de políticas, contrasta con los recursos renovables latentes del país y su compromiso formal con una transición.

Para alcanzar el objetivo propuesto, este artículo se estructura de la siguiente forma: metodología: tipos de literatura más importantes, proyectos de energía renovable desarrollados en México, asuntos públicos, la posición de México en las fuentes de energía renovable, las fuentes de energía renovables a lo largo del tiempo, resultados: discusión y conclusiones.

## 2. Metodología

La revisión de la literatura está comprometida con una exposición cercana de la política energética mexicana y la política pública, con el objetivo de resaltar las medidas prescriptivas que parecen ser las más prometedoras. La revisión de la literatura, realizada con el método PRISMA (2015), se centra en los materiales revisados por pares de 2000 a 2018 y presta atención a la recopilación de fuentes que son expositivas y explicativas.

La presente investigación implica una búsqueda de palabras clave de bases de datos académicas expansivas como Scopus y la Web of Science, pero también de sitios que albergan documentos gubernamentales. Los materiales de origen se evaluaron y se analizaron en función de su empirismo, la minuciosidad de su investigación, la validez de sus hallazgos y la percepción de la posición de los académicos en cuestión.

El material utilizado en la revisión de la literatura presenta algunos consejos e ideas tangibles que pueden permitir a los formuladores de políticas mexicanas llegar a soluciones viables para reforzar el sector de fuentes de energía renovable de México (ver tabla 1).

**Tabla 1**  
Tipo de literatura consultada

Título	Autores	Tipo de documento	Criterios de inclusión	Principales hallazgos
Power generation with biogas from municipal solid waste: prediction of gas generation with in situ parameters	Aguilar-Virgen, Taboada-González, Ojeda-Benítez y Cruz-Sotelo (2014)	Artículo científico	Estudio empírico de los beneficios manifiestos del biogás; parámetros <i>in situ</i> claros; enfoque en la innovación local y en los beneficios locales para las comunidades mexicanas	La generación de energía con biogás es considerable y puede usarse para ayudar a las comunidades que luchan con la necesidad de crear arquitecturas de energía sostenibles
Renewable energy research progress in	Alemán-Nava (2014)	Artículo científico	Empírico; se basa en una variedad de materiales académicos prácticos; recopilación de datos	Describe las principales fuentes de energía renovable (biomasa, eólica, geotérmica, agua) y destaca los centros nacionales

Mexico: a review			longitudinales	de excelencia para su investigación
Made in Mexico: energy reform and manufacturing growth	Álvarez y Valencia (2016)	Artículo científico	Destaca cómo la reforma de la energía renovable no ha reforzado por completo el campo de la manufactura, aunque ofrece ganancias de emisiones y potencial para futuras ganancias económicas. Además, es un estudio empírico con comparaciones estadísticas de ganancias y pérdidas asociadas con la reforma energética	La reforma energética ofrece una oportunidad para que México cree energía renovable asequible y barata. Sin embargo, también se debe tener en cuenta que las eficiencias actuales todavía no ofrecen un beneficio para el crecimiento de la manufactura en el país (los combustibles fósiles siguen siendo factibles y deseables)
Evaluation of Mexico's 1975-2000 energy plan	Bazán-Perkins y Fernández-Zayas (2008)	Artículo científico	Longitudinal; se basa en documentos del gobierno; criterios estrictos de elegibilidad que enfatizan fuentes gubernamentales y académicas	México ha reconocido el valor de la transición a fuentes de energía renovable por algún tiempo; los requisitos políticos y los probables desafíos técnicos han obviado el movimiento práctico hacia una mejor arquitectura energética
The development of renewable energy resources in the State of Veracruz, Mexico	Cancino-Solórzano, Paredes-Sánchez, Gutiérrez-Trashorras y Xiberta-Bernat (2016)	Artículo científico	Empírico; datos locales acumulados a través de la investigación primaria, longitudinal; revisado por pares	Indicación clara de que México podría empoderar a los estados locales para desarrollar fuentes locales de energía renovable, ya que las diferentes regiones ofrecen recursos variados
Photovoltaic waste assessment in Mexico	Domínguez y Geyer (2017)	Artículo científico	Empírico; datos sintetizados a partir de datos locales y gubernamentales; datos cuidadosamente seleccionados para la fuerza académica y empírica	Indicación de que las fuentes de energía renovable presentan problemas, como el vertido de residuos de un tipo u otro. México debe proponer nuevas innovaciones para reducir este desafío
Energy reform in Mexico: imperfect unbundling in the electricity sector	Ibarra-Yunez (2015)	Artículo científico	Gobierno y fuentes académicas; longitudinal; descriptivo y explicativo, con ideas sobre la causalidad	El sector eléctrico se ve afectado por las infelicidades que se unen en torno a la oferta y la demanda, el intercambio entre diversos actores y las iniciativas legislativas en evolución (a veces imperfectas) desfiguradas por un lenguaje ambiguo o una falta de apreciación de los desafíos prácticos
Solid biofuels	Tauro,	Artículo	Longitudinal en el sentido de	Los biocombustibles sólidos han

in Mexico: a sustainable alternative to satisfy the increasing demand for heat and power	Serrano-Medrano y Masera (2018)	científico	una revisión en el tiempo; análisis estadístico; acentúa la larga historia de los biocombustibles sólidos en la combinación energética mexicana; mezcla de materiales de fuentes académicas y gubernamentales	existido y se han utilizado con éxito durante generaciones. El artículo sostiene que una arquitectura revitalizada que integre el uso de biocombustibles sólidos podría generar importantes ahorros y ganancias de energía
Competing coalitions: the politics of renewable energy and fossil fuels in Mexico, South Africa and Thailand	Rennkamp, Haunss, Wongsu, Ortega y Casamadrid (2017)	Artículo científico	Descriptivo y explicativo; datos empíricos para afirmar puntos clave sobre la contención dentro del proceso de formulación de políticas; material de origen académico que coloca a México en un contexto internacional	México tiene una variedad de políticas definidas por intereses energéticos arraigados que buscan mantener privilegios antiguos; este estado refleja claramente las fallas que complican la transición energética
The potential for sustainable biomass pellets in Mexico: an analysis of energy potential, logistic costs and market demand	Tauro, Garcia, Skutsch y Masera (2018)	Artículo científico	Empírico; análisis estadístico; dependencia de fuentes y publicaciones de fuentes gubernamentales; estadísticas actualizadas sobre aprovechamiento y explotación de biomasa	El potencial de pellets de biomasa sostenible en México es bueno. Sin embargo, existen costos de transporte y logística asociados con la incorporación de pellets de biomasa como fuente de energía

## 2.1. Proyectos de energía renovable desarrollados en México

En los últimos años, se han desarrollado proyectos de energía renovable en todo México. Pérez-Denicia, Fernández-Luqueño, Vilariño-Ayala, Montañón-Zetina y Maldonado-López (2017) informan que 62 GWh / año fueron generados (a partir de 2017) por tecnología solar fotovoltaica, aunque 49 GWh / año fueron producidos por solo 6 proyectos privados. El mismo grupo de académicos nota acertadamente que 13 de los 62 GW / h / año indicados estaban siendo generados por 2 plantas generadoras en posesión de la Comisión Federal de Electricidad (Pérez-Denicia et al., 2017). Este equipo de académicos también indica que mientras que el potencial establecido para la generación de energía eólica en México es de 19,805 GWh / año, las tecnologías de energía eólica terrestre actualmente generan solo 7675 GW / h / año, y la Comisión Federal de Electricidad genera 220 de estos Gwh / año; mientras que un total de 27 productores privados generan 7455 Gwh / año (Pérez-Denicia et al., 2017). En este sentido México tiene tres tecnologías de energía renovable que predominan en términos de generación de electricidad: energía hidráulica, parques eólicos terrestres y energía geotérmica. No obstante, el gobierno mexicano no ha erigido las arquitecturas administrativas y operativas necesarias para lograr sus propios objetivos declarados de generar el 35% de su electricidad doméstica total a partir de fuentes limpias a partir de 2025 (Pérez-Denicia et al., 2017).

Las modificaciones estructurales al sector energético mexicano que incluyen el uso de fuentes de energía más baratas podrían bajar los precios domésticos de la electricidad y, por lo tanto, impulsar la producción nacional (Alvarez & Valencia, 2016). El problema, sin embargo, es que estos esfuerzos de investigación tienden a enfatizar las fuentes de energía

convencionales, como el gas natural (Álvarez Valencia, 2016). En los albores de esta década, se declaró explícitamente que la red eléctrica mexicana estaba abastecida principalmente por centrales térmicas alimentadas por petróleo, a pesar de la determinación formal del gobierno de explotar de forma agresiva las fuentes de energía renovable (Cancino-Solórzano, Villicaña-Ortiz, Gutiérrez Trashorras, & Xiberta-Bernat, 2010).

Parte del problema energético puede ser la racionalización insuficiente del marco de la administración pública de México en el área de las fuentes de energías renovables. Por ejemplo, Ibarra-Yunez (2015) afirma que el conjunto de leyes formuladas por el gobierno mexicano en agosto de 2014 se ha visto socavado por las dificultades que giran en torno a la definición de un mercado abierto de electricidad y por la transición y coordinación prácticas. Ibarra-Yunez (2015) escribe específicamente que los problemas regulatorios persisten y advierte que México debe tener mucho cuidado de proteger el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), ya que ayudará mucho en la racionalización y la coherencia de los operadores estatales y de transmisión, al mismo tiempo sirve de freno a las estrategias de ejecución hipotecaria por parte de las partes involucradas (Ibarra-Yunez, 2015).

Domínguez y Geyer (2017) enfatizan que, en su estimación, la energía fotovoltaica ofrece la mayor promesa debido a la ubicación geográfica de México, y porque el gobierno mexicano, aparentemente motivado por la relativa facilidad para establecer proyectos pertinentes, aprobó 7.8 GW de empresas fotovoltaicas en 2015. Sin embargo, el inconveniente es que los sistemas fotovoltaicos también ofrecen productos de desecho considerables en la medida en que la vida útil media del módulo se limita a unos 30 años. Afortunadamente, Domínguez y Geyer (2017) destacan que más de tres cuartas partes de los residuos fotovoltaicos que estarán presentes alrededor de 2045 se pueden reciclar (Domínguez & Geyer, 2017).

Hernández-Escobedo, Perea-Moreno y Manzano-Agugliaro (2018) afirman que la energía eólica es un recurso energético sostenible que está disponible en México; también recalcan que las instituciones académicas mexicanas publicaron, como mínimo, cerca de 32,000 artículos académicos sobre energía eólica entre los años 1969-2016.

Sanders, King, Stillwell y Webber (2013) comentan que existe una clara indicación de que se necesitan múltiples recursos de energía renovable para ayudar al país a transferir agua y electricidad a ciudadanos residentes en zonas alejadas o aisladas del país. En tales casos, una infraestructura de energía distribuida y descentralizada con diversas fuentes de energía renovable a nivel local podría ayudar a las personas a acceder a lo que necesitan (Sanders et al., 2013). Por lo tanto, parece que un enfoque general que abarque muchas fuentes de energía diferentes podría ofrecer el mayor socorro a México. Este enfoque es necesario, ya que el gobierno mexicano ha sabido durante mucho tiempo acerca de la conveniencia de un nuevo plan de suministro de energía: ya en 1976, el gobierno publicó un plan de 25 años que acentuaba la necesidad de fuentes de combustibles fósiles; el mismo plan también sugirió que la dependencia de los hidrocarburos alcanzaría su punto máximo a principios de la década de 2000 y luego disminuiría gradualmente a medida que avanzaba el siglo XXI (Bazán-Perkins & Fernández-Zayas, 2008). Lamentablemente, como Alemán-Nava et al. (2014) explican, México sigue dependiendo en gran medida de los combustibles fósiles para sus necesidades energéticas.

## **2.2. La posición de México en las fuentes de energías renovables**

El hecho de que México no sea un líder mundial en el ámbito de las fuentes de energías renovables es una situación desafortunada dada la gran cantidad de recursos de la nación: Alemán-Nava et al. (2014) describen a la nación como extremadamente rica en recursos solares, eólicos, de biomasa, hidroeléctricos y geotérmicos. La capacidad instalada de energía hidroeléctrica supera con creces la capacidad instalada comparativa de las otras fuentes de energías renovables. Las potencialidades de la energía solar o fotovoltaica han despertado especialmente el entusiasmo y el interés de algunos investigadores líderes (Domínguez & Geyer, 2017). La biomasa puede ser una forma convencional o tradicional de energía renovable (Alemán-Nava et al., 2014), pero parece que los proyectos que podrían hacer de la biomasa una alternativa efectiva y generalizada al gas natural y los productos

derivados del petróleo carecen de un sentido formal, gubernamental. Además, México ha instalado menos energía eólica que otros países de América del Norte, lo que podría explicar por qué la combinación energética del país, a partir de 2014, tenía solo el 3% de su total compuesto de fuentes de energías renovables (Hernández-Escobedo, Saldaña-Flores, Rodríguez-García, & Manzano-Agugliaro, 2014).

México muestra un enorme potencial que puede hacer que su red de energía sea más resistente e independiente de lo que se creía posible. Por ejemplo, Ríos y Kaltschmitt (2016) informan que el biogás, proveniente de residuos y desechos orgánicos, podría servir como una fuente de energía vital para la generación de electricidad. De hecho, Ríos y Kaltschmitt (2016) afirman que la remuneración se podría realizar para cerca de 400 comunidades mexicanas si se adoptara el biogás a escala nacional. Una vez más, la adopción de tal fuente de energía renovable orgánica podría tener un valor incalculable en un terreno donde el alto consumo de electricidad en regiones o zonas áridas ha sido un tema de gran preocupación durante muchos años (Romero Sandez, & Morales, 2001). Este problema es de mayor atención por el cambio climático. Desde 2012, México ha adoptado dos vías paralelas en la evolución de las políticas con el objetivo de hacer posible la mitigación del cambio climático dentro del país: 1) la creación de una legislación integral sobre el cambio climático, y 2) cambios constitucionales relacionados con la generación de electricidad doméstica (Bryner, 2016). Para ser más específico, 2013 fue testigo de que México modificó su Constitución para permitir una mayor competencia en la generación de electricidad. Los dos años siguientes, 2014 y 2015, fueron testigos de que México aprobó una legislación que exigía la reestructuración del sector eléctrico del país y la formulación de un nuevo mercado mayorista de energía. Tales desarrollos también se realizaron en el contexto de la ambiciosa Ley General de Cambio Climático de 2012 y sus elevados objetivos para la reducción de gases de efecto invernadero (Bryner, 2016).

### **2.3. Fuentes de energías renovables a lo largo del tiempo**

La literatura indica que México, históricamente hasta al menos 1990, ha adoptado políticas internas que privilegiaron el uso de productos derivados del petróleo; incluso a mediados de la década de 1990 e inmediatamente después se priorizó el uso generalizado del gas natural (Islas, Manzini, & Martínez, 2001). Esta es una postura contraintuitiva que debe adoptarse a nivel nacional o incluso local, dado que, al menos en la década de 1990, los recursos técnicos y económicos se consideraron suficientes para lograr una alta participación de las fuentes de energía renovables. En este sentido, puede haber resistencia institucional debido a la presencia abrumadora de empresas, instituciones e infraestructura de combustibles fósiles arraigadas que presentan obstrucciones políticas y burocráticas a un movimiento en una nueva dirección. Esta oposición explicaría por qué sigue habiendo lentitud en la adopción de biocombustibles y alternativas de energía renovable, a pesar de que la bioenergía era el mayor recurso de energía renovable a partir de 2018, y aunque se ha calculado que los residuos sólidos de biocombustible reemplazarán hasta el 29% de la demanda actual de combustibles fósiles al tiempo que posibilitarán una enorme mitigación de los gases de efecto invernadero (Tauro et al., 2018). Si bien es innegable que existen inquietudes persistentes acerca de los gastos necesarios para las instalaciones integrales de energía renovable, el crecimiento e integración de la energía renovable, y el progreso tecnológico constante se consideran en una variedad de círculos académicos como una reducción drástica de los gastos de mitigación de CO<sub>2</sub> (Islas, Manzini, & Martínez, 2004).

Incluso si uno cree que los actores e instituciones preexistentes constituyen un obstáculo importante que debe superarse en la lucha por llevar las energías renovables a las masas, García et al. (2015) enfatizan el futuro brillante de las fuentes de bioenergía dentro de México como herramientas para la mitigación de los gases de efecto invernadero: para 2035, sostienen estos expertos, una variedad de fuentes de bioenergía podría reemplazar al menos el 16% del consumo de energía final en la actualidad (a partir de 2015) proporcionados por combustibles fósiles; una serie de fuentes de bioenergía también podría mitigar el 17% de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la línea de base. Cualquier reticencia por parte del gobierno mexicano no ha aliviado necesariamente el problema de las

empresas de energía renovable con sede en EE.UU. para buscar oportunidades en México, aunque están restringidas notablemente por los dictados de México y su marco final del mercado de energía, según los imperativos del programa Certificados de Energías Limpias (CEL) (Sternthal, 2016). En lo que respecta a las empresas nacionales de energía renovable, durante mucho tiempo se han visto limitadas por la notable falta de prestamistas dispuestos a invertir en financiamiento de proyectos debido a las preocupaciones actuales sobre los riesgos asociados con los esfuerzos de energía renovable (Enríquez, González-Merla, & González-Rivas, 2008).

La historia reciente aclara enormemente que México ha sido receptivo, aunque no necesariamente capaz de acomodar un movimiento hacia alternativas de energía renovable. Por ejemplo, en 2005, el Ministerio de Energía de México firmó un pacto con representantes británicos para hacer posible la entrada de México en la Asociación de Energía Renovable y Eficiencia Energética (Ronger, 2005). Y un productor nacional líder de energía, Thermion Energy, generó recientemente embates cuando compró un proyecto eólico de 171 MW a la firma compatriota Comexhidro, como parte de una inversión de US \$ 2 mil millones en energías renovables (Turner, 2018). La historia reciente de México ha sido la de una nación donde las fuentes de energía renovable, incluso las populares y relativamente convencionales, como las fuentes geotérmicas e hidroeléctricas, permanecen en los márgenes comparativos a pesar de los subsidios gubernamentales y estatales.

La idoneidad de los esfuerzos para hacer de México una entidad más respetuosa con la energía renovable es un asunto complicado a la luz de la evidencia de la investigación de que se podría establecer un sistema "factible" e integrado, basado en las fuentes de energía renovable, el viento y la luz solar, como un punto de partida para 2050 en la isla de Cozumel. Los precios de la energía en la isla podrían reducirse de 0.37 US / KW h a US \$ 0.24 / KW h (Mendoza-Vizcaino, Sumper, Sudria-Andreu, & Ramírez, 2016). Otra investigación reciente sugiere que la inclusión de recursos de energía renovable en el estado de la combinación energética de Veracruz podría hacer una transición dramática y rápida del estado de su modelo energético actual a uno que sea considerablemente sostenible (Cancino-Solórzano et al., 2016). La extensión de este tipo de redes integradas e híbridas en todo México es un asunto completamente diferente, pero es por lo que los proyectos específicos de la región que cuentan con fuentes de energía renovables abundantes dentro del área local son dignos de gran consideración.

En la actualidad, México parece estar forjando una ambiciosa combinación de leyes que apuntan a alejar a la nación de los combustibles fósiles, aunque las proclamaciones audaces son siempre el paso más fácil de todos. A comienzos de la década de 2010, el país acogió formalmente a la energía eólica en la canasta de energía de la nación a través del Programa Nacional de Infraestructura del Gobierno Federal para 2012. Esta iniciativa hizo que México garantice que el 5% de toda la electricidad generada provenga de la energía eólica (Cancino-Solórzano, Gutiérrez-Trashorras, & Xiberta-Bernat, 2011). Sin embargo, no queda claro a partir de la literatura disponible si se alcanzó este objetivo, el cual incluía que la biomasa primaria podría fácilmente representar el 16.17% del total de la energía consumida en México hasta 2030 (Islas, Manzini, & Maser, 2007). Con pronósticos tan optimistas como estos para la biomasa primaria, la mayor explotación de otros recursos renovables fácilmente disponibles, como la energía eólica, no debería ser especialmente difícil para México darse cuenta si se puede alcanzar una sinergia entre la burocracia estatal, los prestamistas financieros y el sector privado. Como mínimo, y el estado mexicano (para su crédito) se ha movido en esta dirección en los últimos años, la aceptación social definitiva de las innovaciones de energía renovable depende en gran medida de participantes activos de diversos sectores que interactúan libre y cooperativamente a lo largo del proceso de innovación y adopción (Mallett, 2007).

Al determinar por qué México ofrece más promesas que logros prácticos en este momento, algunos investigadores destacados han resaltado barreras particulares. Huacuz (2005) menciona que las aplicaciones a la generación de energía verde en la década de 2000 aparentemente se vieron disminuidas por una serie de factores: 1) la ausencia de políticas habilitantes y marcos regulatorios; 2) ausencia de ajustes institucionales y técnicos apropiados y efectivos; 3) una escasez de mecanismos de financiamiento *ad hoc*; 4) planes

de acción concertados insuficientes entre los sectores gubernamentales; 5) muy pocos mecanismos para facilitar la participación de los sectores privado y social en el esquema de generación de energía e innovación, y 6) la notable falta de coordinación efectiva entre las partes interesadas nacionales e internacionales (Huacuz, 2005). Pero, aunque ha habido avances en esta década, Huacuz (2005) propone una encuesta exhaustiva de por qué México no es capaz de dar esos pocos pasos finales. Sin embargo, para complicar un poco el asunto, es evidente que los choques negativos en el consumo de energía renovable causaron choques positivos en el PIB nacional real para México cuando el consumo de energía renovable y el crecimiento económico en el país se midieron de 1971 a 2011 (Destek, 2016). Lokey (2009) explica que los proyectos de mecanismo de desarrollo limpio (MDL) en México han florecido tradicionalmente solo con la presencia de una asistencia financiera sustancial. Por lo tanto, opina que los cambios en la legislación mexicana que ofrecen incentivos para el desarrollo de energía renovable facilitarán la apertura del mercado a más y mejores proyectos de MDL (Lokey, 2009).

Al evaluar el México contemporáneo, existe amplia evidencia de que diferentes fuentes de energía renovable son regiones específicas del país particularmente apropiadas. Por ejemplo, los estados de Tamaulipas y Veracruz son aparentemente los más abundantes en términos de energía solar (Hernández-Escobedo, Rodríguez-García, Saldaña-Flores, Fernández-García, & Manzano-Agugliaro, 2015). El estado de Baja California Sur también es digno de mención por su alto nivel de radiación solar (Bermúdez-Contreras et al., 2008). De forma similar, hay trabajos académicos que enfatizan la necesidad de una mayor dependencia de la energía solar en los estados costeros de México (Hernández-Escobedo et al., 2015).

La legislación mexicana sobre electricidad renovable, que data de 2008, exige que las empresas estatales sean responsables del servicio público de electricidad. También permite al sector privado generar electricidad en seis modalidades: autoabastecimiento, cogeneración, producción independiente, pequeña producción, exportación e importación (Ruiz-Mendoza & Sheinbaum-Pardo, 2010). La falta de confianza del país en términos de presentar nuevas piezas de legislación orientadas a disminuir su fuerte dependencia de los combustibles fósiles es loable, incluso si las ganancias reales y prácticas no han coincidido con la retórica (Mendoza & Pérez, 2010; Pasqualetti, 2011).

Al explorar por qué México aún no se ha acercado a maximizar su reserva de fuentes de energía renovables, parece haber un apoyo académico para la proposición de que la transición hacia sistemas de energía sostenible se evita por la intermitencia de muchas fuentes de energía renovable y cómo esto produce mayores costos adicionales, aumenta la inestabilidad de la red y la confiabilidad del suministro (Piel, Hamann, Koukal, & Breitner, 2017). La forma de superar esto parece estar vinculado al establecimiento de un "despliegue de capacidad espacialmente diversificada" que trataría a las diferentes regiones de forma diferente para reconocer las necesidades / tendencias / realidades diferenciales de las diferentes áreas geográficas (Piel et al., 2017). Una barrera aparente, al menos en vista de algunos tratamientos académicos sobre el progreso de las prácticas de energía renovable dentro de México es la persistencia del monopolio legal sobre la generación y distribución de energía, una situación que obstaculiza y disuade a los productores independientes de electricidad (Martínez Narro, Henshaw, & Ting, 2014).

Vidal-Amaro, Østergaard y Sheinbaum-Pardo (2015) sugieren que solo hay una combinación de fuentes de energía renovable que produce la capacidad total mínima adecuada, y esta combinación privilegia la biomasa en la combinación de energía renovable. En particular, Vidal-Amaro et al. (2015) informan que la biomasa tiene la mayor efectividad en términos de alta producción de sistemas de energía renovable y la capacidad de generación de energía total más baja requerida. La biomasa aún no explotada al máximo dentro del contexto de la red eléctrica doméstica moderna (Valdez-Vazquez, Acevedo-Benítez, & Hernández-Santiago, 2010) es una prueba convincente de que el gobierno mexicano necesita realizar los avances necesarios. Otras investigaciones, que consideran a América del Norte como un todo y no simplemente a México, insisten en que una red eléctrica centralizada e integrada basada en fuentes de energía renovable es realmente alcanzable, con energía solar y eólica como opciones de menor costo que están bien situadas para servir como sustitutos de los combustibles fósiles (Aghahosseini, Bogdanov, & Breyer, 2017).

La literatura también indica que la energía hidroeléctrica, los parques eólicos en tierra y las instalaciones geotérmicas son las principales fuentes renovables utilizadas para la generación de electricidad en México. La generación potencial percibida que puede ser percibida ostensiblemente por la energía eólica en realidad supera la que puede lograrse mediante fuentes de energía solar o fotovoltaica (Pérez-Denicia et al., 2017). Si bien el progreso en el cultivo de estas fuentes renovables sigue siendo vacilante, parece que la perturbación del sector de producción de petróleo en México, destacada por la modernización de la empresa petrolera estatal, Pemex, a comienzos de esta década, realmente ha estimulado algunos avances en la instalación de tecnología de energía eólica en México (Lee, 2011). El ejemplo de Pemex también resalta la naturaleza política de la explotación de energía renovable en México, aunque algunos académicos insisten firmemente en que el incentivo de la energía renovable en México es un acto predominantemente político que ignora las tiendas de combustibles fósiles "baratas" en el país (Rennkamp et al., 2017). En general, el progreso en el frente de las energías renovables parece irregular e influido por factores que no deberían ejercer el control que realizan. En general, el apoyo público a las fuentes de energía renovable es mayor que en Canadá o Estados Unidos, pero este apoyo se ve atenuado por el hecho de que existe una incertidumbre persistente sobre los riesgos asociados con el cambio climático y sobre la eficacia de varios enfoques de políticas (Hagen & Pijawka, 2015). El gobierno mexicano, en un contexto tan turbulento, podría hacer un mejor trabajo para aliviar estas preocupaciones persistentes y sería de un valor inestimable integrar el sistema de educación dual alemán, conocido como *Duale Ausbildung*, en la capacitación para técnicos y administradores mexicanos que tienen el deber de crear una arquitectura de desarrollo prudente y sostenible para la introducción y explotación de fuentes de energía renovables (Wiesner & Horizonte, 2014).

Las investigaciones realizadas desde finales de 2017 han puesto de manifiesto que la adopción de tecnologías de energía renovable en México depende en gran medida de los valores sociales de los consumidores que podrían estar dispuestos a adoptar una nueva innovación energética. Curiosamente, sin embargo, la ventaja relativa y la "confiabilidad" en realidad no parecen ejercer mucha influencia sobre la formación de actitudes (Reyes-Mercado, 2013). Si la ventaja relativa que se puede acumular no puede moldear o guiar la formación de actitudes y los valores sociales concomitantes, entonces se puede afirmar que se deben promover razones más eclécticas o idealistas por la razón de que los consumidores mexicanos deben adoptar formas novedosas de producción de energía (López Sosa, González Avilés, González Pérez, & Solís Gutiérrez, 2014).

La ayuda de las instituciones transnacionales se requerirá de forma intermitente. En 2011, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aprobó un préstamo concesional por US \$ 70 millones para respaldar el financiamiento de proyectos de energía renovable en México. Estos fondos, se informó en ese momento, permitirían la construcción de al menos 10 instalaciones de energía renovable (Trade Finance, 2011). Lo que está menos claro es hasta qué punto el estado mexicano está recurriendo a préstamos y subsidios externos para perseguir sus iniciativas de energía solar, aun cuando el país parece ser un líder latinoamericano en esta área junto con Chile y Brasil (Heblekar, 2013). Estos vínculos con instituciones transnacionales externas, o empresas privadas interesadas en ayudar a México en sus esfuerzos de desarrollo, definitivamente podrían emplearse para ayudar al país a expandir su red de líneas de transmisión sobrecargada y casi arcaica (Walton, 2017). En una nota fortuita, Metcalf (2018) informa a sus lectores que la reciente consumación de un préstamo de US \$ 88.5 millones a Atlas Renewable Energy para un proyecto solar en México es indicativa de la receptividad que México tiene para favorecer el desarrollo de empresas extranjeras.

El financiamiento de proyectos de energía renovable dentro de México es un tema que solo se discutió de manera tangencial hasta este punto, pero ha madurado y ha crecido más profundamente en los últimos años. En 2016, surgieron mandatos de financiamiento para proyectos renovables que fueron posibles gracias a acuerdos de compra de energía firmados por el Centro Nacional de Control de Energía de México (CENACE) (Metcalf, 2016). Antes de eso, el financiamiento de energía renovable también tuvo un éxito notable cuando se

financiaron dos proyectos de parques eólicos en el sur de México en 2013, un acto que, sin embargo, atrajo a los inversionistas en bonos a un nuevo tipo de riesgo que involucra el fortalecimiento del sector de energía renovable de México (Latin Finance, 2013).

---

### **3. Resultados**

La literatura revela que México apenas ha comenzado a aprovechar todo su potencial como estado de Energía Renovable (RE), y que el país todavía está plagado de intereses creados, déficit infraestructurales y técnicos y deficiencias de recursos humanos. En ese sentido, el sector de las energías renovables es realmente un microcosmos de México.

A partir de ahora, México está trabajando arduamente para aumentar su cartera de energía renovable: para 2030, según algunos optimistas, su red eléctrica nacional podría ser un 46% alimentada por fuentes renovables (Brandt, 2015). Otros académicos insisten en que la capacidad generativa de las energías renovables de México se mantendrá en la actualidad a fines de la década de 2020, al tiempo que subraya que la capacidad de almacenamiento de fuentes de energía renovable también aumentará a lo largo de la década posterior (Morales Ramos, Pérez Figueroa, Pérez Gallardo, & Almaraz, 2017). También se debe reconocer que, cualquiera que sea el ajuste y el inicio, México ha sido generalmente un firmante incondicional y participante en los protocolos internacionales destinados a defender las energías renovables y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Watts, Albornoz y Watson, 2015). El problema es que algunos de estos protocolos (y tratados) han demostrado fallas; por ejemplo, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (un complemento del Protocolo de Kioto del cual México es signatario) ha sido criticado por realizar evaluaciones adicionales que son demasiado subjetivas, lo que evita la validación de nuevos proyectos de energía renovable (Watts et al., 2015). En cualquier caso, el país se está moviendo en una mejor dirección, aunque algunos han notado la consideración flemática de México de formas de energía renovable menos apreciadas, como el biogás de desechos sólidos municipales, que parecen ofrecer ahorros de costos y emisiones bastante notables (Aguilar-Virgen et al., 2014). Este exceso de precaución al explorar nuevas perspectivas para la explotación en el sector de las energías renovables se ha citado más de una vez en esta investigación, y es sorprendente, dadas las proclamaciones del gobierno mexicano y dado que algunos académicos han visto la ciudad metropolitana de México, que el área es un excelente sitio de prueba para autos híbridos con combustible de gasolina de motores de combustión interna y es un sitio atractivo para la introducción del etil terc-butil éter (ETBE) como reemplazo del metil tert-butil éter (MTBE) en vehículos motorizados (Manzini, 2006). Parece ser un país que no sabe lo cerca que podría llegar a residir en la intersección de nuevas transformaciones dramáticas en energía renovable y transporte del siglo XXI. También se puede anticipar que México no ha hecho todo lo posible para hacer la mayor parte de la idea, planteada por primera vez hace varios años, de explotar estructuras de bonos de proyectos renovables para fortalecer la combinación de financiamiento mexicano y subsidiar nuevas incursiones en energía renovable (Stone, 2013).

#### **3.1. Discusión**

México tiene una multitud de diferentes fuentes de energía renovable que proporcionan optimismo para el futuro. El país se encuentra en una posición geográfica en la que puede acceder a fuentes de energía eólica, energía fotovoltaica, energía geotérmica, energía de biomasa e hidroelectricidad. El país ha demostrado la capacidad de generar opciones de préstamo más dinámicas y flexibles y vías para el desarrollo e instalación de proyectos. También hay indicios de que a los socios extranjeros se les da ahora un espacio para cultivar el potencial de energía renovable del país. Si se analiza la literatura, se puede observar que existe una clara sensación de que el país tiene muchas opciones para reducir su dependencia de los combustibles fósiles, y ahora también tiene una arquitectura financiera e institucional que hace que el financiamiento, el desarrollo, el procesamiento y el transporte sean más fáciles que en el pasado. También hay un creciente aumento de documentos en la literatura que ofrecen una visión académica de los méritos (y deméritos plausibles) de diferentes formas de energía renovable.

Cuando se consideran las innovaciones constitucionales y las iniciativas legislativas de la última década o más, también se puede observar una mayor conciencia política sobre cómo las fuentes de energía renovables pueden reforzar la candidatura de México para estar entre las primeras naciones. Pero hay desafíos que parecen obviar lo que debería ser un camino fácil hacia la sostenibilidad energética. Principalmente, existe una resistencia institucional incuestionable a la subordinación o incluso al abandono de los combustibles fósiles que emplean y que producen una riqueza considerable para los productores nacionales. También hay preocupación por algunas fuentes de energía renovables; por ejemplo, hay mucha discusión sobre los productos de desecho creados por la energía fotovoltaica y su disposición. Otro tema relevante es el costo de mitigación relativamente alto asociado con los biocombustibles líquidos. Parece como si los tomadores de decisiones estuvieran preocupados por tales cuestiones, y tal vez no prestan toda su atención a los abrumadores beneficios que podrían acumularse si estas fuentes de energía renovable se convirtieran en los elementos básicos de la energía del futuro. El mercado abierto de la energía, el mercado de la electricidad, también se ha mostrado vulnerable a diversos desafíos, pero aun cuando todo esto sea totalmente reconocido, las élites políticas mexicanas deben hacer más, tal vez aprovechando las ONG y las asociaciones extranjeras, y realizando más investigación científica sobre problemas y obstáculos específicos, para hacer de la energía renovable la fuente del futuro. Los esfuerzos recientes para desplegar una estación base de la red de sensores inalámbricos con energía solar en una granja remota de ostras como un predicativo para un esquema de control de potencia de transmisión (Ortega-Corral et al., 2017) revelan un gran potencial innovador, pero la incertidumbre normativa y legislativa ha confundido incluso los planes mejor trazados en los últimos años (Metcalf, 2016).

---

## 4. Conclusiones

México es una nación que se encuentra en una encrucijada. Ha admitido, para sí y para otros, que las fuentes de energía renovable son el futuro. Ha hecho un buen trabajo al modificar las condiciones del mercado y las condiciones de financiamiento para facilitar la implementación de proyectos e instalaciones de energía renovable. Tiene un impresionante grupo de fuentes de energía renovable a las que puede acudir. El país es un objetivo creciente de los inversionistas externos y partes extranjeras interesadas en las materias primas que presenta, pero la nación todavía está lejos de alcanzar su potencial. Este potencial solo puede lograrse si se emprenden nuevos pasos. Estas medidas son múltiples y no se pueden encapsular fácilmente pero incluyen lo siguiente: 1) mayor colaboración entre entidades privadas y públicas; 2) mayor exploración de un enfoque general que reconozca los méritos inherentes de las diferentes fuentes de energía renovable en diferentes regiones de la tierra; 3) mayor transparencia en el ámbito de la regulación y la administración; 4) una gama más amplia de opciones de financiamiento, y 5) crear una relación sólida entre la burocracia y la academia para que las ideas brillantes de esta última puedan implementarse de forma práctica. El presente es prometedor, el futuro parece bastante brillante; pero el problema ahora es cuándo México dará el siguiente paso, posiblemente gigante.

La presente investigación analizó el estado de las fuentes de energía renovables en México, así como su futuro para analizar los retos y oportunidades que permitan mejorar su gestión. De esta forma, se sugiere que las áreas de oportunidad encontradas en la literatura sean consideradas por tomadores de decisiones y académicos para asentar las bases de la adopción de las energías renovables.

---

## Referencias bibliográficas

- Aghahosseini, A., Bogdanov, D., & Breyer, C. (2017). A techno-economic study of an entirely renewable energy-based power supply for North America for 2030 conditions. *Energies*, 10 (8), 1-28.
- Aguilar-Virgen, Q., Taboada-González, P., Ojeda-Benítez, S., & Cruz-Sotelo, S. (2014). Power generation with biogas from municipal solid waste: Prediction of gas generation with in situ parameters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 412-419.
- Alemán-Nava, G.S., Casiano-Flores, V.H., Cárdenas-Chávez, D.L., Díaz-Chavez, R., Scarlat,

- N., Mahlknecht, J., Dallemand, J.F., & Parra, R. (2014). Renewable energy research progress in Mexico: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 140-153.
- Álvarez, J., & Valencia, F. (2016). Made in Mexico: Energy reform and manufacturing growth. *Energy Economics*, 55, 253-265.
- Bazán-Perkins, S.D., & Fernández-Zayas, J.L. (2008). Evaluation of Mexico's 1975–2000 energy plan. *Energy Economics*, 30(5), 2569-2586.
- Bermúdez-Contreras, A., Thomson, M., & Infield, D.G. (2008). Renewable energy powered desalination in Baja California Sur, Mexico. *Desalination*, 220(1-3), 431-440.
- Brandt, J. (2015). Mexico could power electric grid with 46 percent renewables by 2030. *FierceEnergy*, 28.
- Bryner, N.S. (2016). People of the Sun: Leveraging Electricity Reform to Promote Renewable Energy and Climate Change Mitigation in Mexico. *Natural Resources Journal*, 56(2), 329-350.
- Cancino-Solórzano, Y., Paredes-Sánchez, J.P., Gutiérrez-Trashorras, A.J., & Xiberta-Bernat, J. (2016). The development of renewable energy resources in the State of Veracruz, Mexico. *Utilities Policy*, 39, 1-4.
- Cancino-Solórzano, Y., Gutiérrez-Trashorras, A.J., & Xiberta-Bernat, J. (2011). Current state of wind energy in Mexico, achievements and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), 3552-3557.
- Cancino-Solórzano, Y., Villicaña-Ortiz, E., Gutiérrez-Trashorras, A.J., & Xiberta-Bernat, J. (2010). Electricity sector in Mexico: Current status. Contribution of renewable energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 454-461.
- Destek, M.A. (2016). Renewable energy consumption and economic growth in newly industrialized countries: Evidence from asymmetric causality test. *Renewable Energy*, 95, 478-484.
- Domínguez, A., & Geyer, R. (2017). Photovoltaic waste assessment in Mexico. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 29-41.
- Enríquez, D., González-Merla, G., & González-Rivas, E. (2008). Energy opportunities. *International Financial Law Review*, 27(11), 74-77.
- García, C.A., Riegelhaupt, E., Ghilardi, A., Skutsch, M., Islas, J., Manzini, F., & Masera, O. (2015). Sustainable bioenergy options for Mexico: GHG mitigation and costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 545-552.
- Hagen, B., & Pijawka, D. (2015). Public perceptions and support of renewable energy in North America in the context of global climate change. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(4), 385-398.
- Heblekar, T. (2013). Going green: renewable energy initiatives in Latin America. *Energy Future*, 1(4), 22-28.
- Hernández-Escobedo, Q., Perea-Moreno, A.J., & Manzano-Agugliaro, F. (2018), "Wind energy research in Mexico", *Renewable Energy*, 123, 719-729.
- Hernández-Escobedo, Q., Rodríguez-García, E., Saldaña-Flores, R., Fernández-García, A., & Manzano-Agugliaro, F. (2015). Solar energy resource assessment in Mexican states along the Gulf of Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 216-238.
- Hernández-Escobedo, Q., Saldaña-Flores, R., Rodríguez-García, & Manzano-Agugliaro (2014). Wind energy resource in Northern Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 890-914.
- Huacuz, J.M. (2005). The road to green power in Mexico—reflections on the prospects for the large-scale and sustainable implementation of renewable energy. *Energy Policy*, 33(16), 2087-2099.
- Ibarra-Yunez, A. (2015). Energy reform in Mexico: Imperfect unbundling in the electricity Sector. *Utilities Policy*, 35, 19-27.
- Islas, J., Manzini, F., & Masera, O. (2007). A prospective study of bioenergy use in Mexico.

*Energy*, 32(12), 2306-2320.

Islas, J., Manzini, F., & Martínez, M. (2004). CO2 mitigation costs for new renewable energy capacity in the Mexican electricity sector using renewable energies. *Solar Energy*, 76(4), 499-507.

Islas, J., Manzini, F., & Martínez, M. (2001). Reduction of greenhouse gases using renewable energies in Mexico. *International Journal of Hydrogen*, 26(2), 145-149.

Latin Finance (2013). *Best renewable energy financing*. Recuperado de <https://www.latinfinance.com/magazine/2018/september-october-2018/best-renewable-energy-financing-best-infrastructure-financingandes>

Lee, Z. J. (2011). The Silver Lining to a Cloudy Situation: How Mexico's Bumbling Modernization of Pemex is Spurring Development of Renewable Energy. *Houston Journal of International Law*, 33(2), 503-508.

Lokey, E. (2009). Barriers to clean development mechanism renewable energy projects in Mexico. *Renewable Energy*, 34(3), 504-508.

López Sosa, L.B., González Avilés, M., González Pérez, D, & Solís Gutiérrez, Y. (2014). Rural Solar Cookers, an Alternative to Reduce the Timber Resource Extraction through the Use of Renewable Energy Sources: Technology Transfer and Monitoring Project. *Energy Procedia*, 57(1), 1593-1602.

Mallett, A. (2007). Social acceptance of renewable energy innovations: The role of technology cooperation in urban Mexico. *Energy Policy*, 35(5), 2790-2798.

Manzini, F. (2006). Inserting renewable fuels and technologies for transport in Mexico City Metropolitan Area. *International Journal of Hydrogen Energy*, 31(3), 327-335.

Martínez Narro, G., Henshaw, P.F., & Ting, D.S.K. (2014). Mexico's shoreline as a site for the transition to renewable energy. *International Journal of Environmental Studies*, 71(6), 877-886.

Mendoza, E., & Pérez, V. (2010). Energías renovables y movimientos sociales en América Latina. *Estudios Internacionales*, 43(165), 109-128.

Mendoza-Vizcaino, J., Sumper, A., Sudria-Andreu, A., & Ramirez, J.M. (2016). Renewable technologies for generation systems in islands and their application to Cozumel Island, Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 348-361.

Metcalf, R. (2018). Atlas signs financing for Mexico solar Project. *Power Finance & Risk*, 17, 1.

Metcalf, R. (2016). Mexico: renewable project financings loom. *Power Finance & Risk*, 17(21), 1-8.

Morales Ramos, A.C., Pérez Figueroa, M., Pérez Gallardo, J.R., & Almaraz, S. (2017). Energías renovables y el hidrógeno: un par prometedor en la transición energética de México. *Investigacion y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (70), 92-101.

Ortega-Corral, C., Esqueda Elizondo, J.J., Acosta Del Campo, O.R., Palafox, L.E., Aguilar, L., Guerra-Frausto, R., López Cruz, F., Reyes, R.A., López-Montoya, J.E., & Chávez, C. (2017). Lessons learned deploying an oyster farm monitoring auto-sustainable wireless sensor network and trial of a temperature and relative-humidity-based transmission power scheme. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 13(3), 1-13.

Pasqualetti, M.J. (2011). Social barriers to renewable energy landscapes. *Geographical Review*, 101(2), 201-223.

Pérez-Denicia, E., Fernández-Luqueño, F., Vilariño-Ayala, D., Montañón-Zetina, L.M., & Maldonado-López, L.A. (2017). Renewable energy sources for electricity generation in Mexico: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 597-613.

Piel, J.H., Hamann, J.F., Koukal, A., & Breitner, M.H. (2017). Protecting the system integration of renewable energies: toward a decision support system for incentivizing spatially diversified deployment. *Journal of Management Information Systems*, 34(4), 994-

- Rennkamp, B., Haunss, S., Wongs, K., Ortega, A., & Casamadrid, E. (2017). Competing coalitions: The politics of renewable energy and fossil fuels in Mexico, South Africa and Thailand. *Energy Research & Social Science*, 34(1), 214-223.
- Reyes-Mercado, P. (2013). Adoption of renewable energy technologies in Mexico: The role of cognitive factors and innovation attributes. *International Journal of Energy Sector Management*, 11(4), 626-649.
- Reyes-Mercado, P., & Rajagopal, R. (2013). Renewable energy market in Mexico: a research framework. *International Journal of Business Competition and Growth*, 3(1), 23-42.
- Ríos, M., & Kaltschmitt, M. (2016). Electricity generation potential from biogas produced from organic waste in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 384-395.
- Romero, R., Sandez, A., & Morales, J. (2001). Energy consumption behaviour of a residential sector located in the Mexican arid zone: Mexicali, BC. *Renewable Energy*, 24 (3-4), 609-614.
- Ronger, E.M. (2005). Energy efficiency partnership. *Business Mexico*, 15(5), 15.
- Ruiz-Mendoza, B.J., & Sheinbaum-Pardo, C. (2010). Mexican renewable electricity law. *Renewable Energy*, 35(3), 674-678.
- Sanders, K.T., King, C., Stillwell, A.S., & Webber, M.E. (2013). Clean energy and water: assessment of Mexico for improved water services. *Environment, Development & Sustainability*, 15(5), 1303-1321.
- Sternthal, R. (2016). *Opportunities dawning for U.S. Renewable energy companies in Mexico*. Recuperado de <https://www.forbes.com/sites/energysource/2016/01/20/opportunities-dawning-for-u-s-renewable-energy-companies-in-mexico/#16215c763ac2>
- Stone (2013). MEIFF: Renewable project bonds enter Mexican financing mix. *Power Finance & Risk*, 16(26), 9.
- Tauro, R., García, C.A., Skutsch, M., & Masera, M. (2018). The potential for sustainable biomass pellets in Mexico: an analysis of energy potential, logistic costs and market demand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(Part 1), 380-389.
- Tauro, R., Serrano-Medrano, M., & Masera, O. (2018). Solid biofuels in Mexico: a sustainable alternative to satisfy the increasing demand for heat and power. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20(7), 1527-1539.
- Trade Finance (2011). IADB to help Mexico boost renewable energy. *Trade Finance*, 14(10), 5.
- Turner, M. (2018). Thermion buys third renewable project in Mexico. *Power Finance & Risk*, 16, N.
- Valdez-Vazquez, I., Acevedo-Benítez, J.A., & Hernández-Santiago, C. (2010). Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(7), 2147-2153.
- Vidal-Amaro, J.J., Østergaard, P.A., & Sheinbaum-Pardo, C. (2015). Optimal energy mix for transitioning from fossil fuels to renewable energy sources – The case of the Mexican electricity system. *Applied Energy*, 150, 80-96.
- Walton, R. (2017). IEA: Brazil, Mexico, and Others Need to Adapt Transmission to Renewable Potential. *POWERGRID International*, 22(2), 6.
- Watts, D., Albornoz, C., & Watson, A. (2015). Clean Development Mechanism (CDM) after the first commitment period: assessment of the world's portfolio and the role of Latin America. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1176-1189.
- Wiesner, S., & Horizonte, B. (2014). The development of technicians as a key factor for a sustainable development of renewable energies using an adapted education method based on the successful German Dual Education (Duale Ausbildung). *Energy Procedia*, 57, 1034-1036.
-

This work was derived from SIP-IPN Project 20190178: "Modelo para mejorar la gestión de las energías renovables en México"

1. PhD in Administrative Sciences. CIIEMAD, Instituto Politécnico Nacional. Email: [j.a.silva@outlook.com](mailto:j.a.silva@outlook.com)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 40 (Nº 25) Año 2019

[\[Índice\]](#)

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]