

# SERIE PONENCIAS



MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES

**Ciemat**

Centro de Investigaciones  
Energéticas Medioambientales  
y Tecnológicas

## PERSPECTIVAS DE SUSTENTABILIDAD EN MÉXICO

**Coordinadoras:**

**Yolanda Lechón Pérez  
Helena Cabal Cuesta**

Publicación disponible en el [Catálogo general de publicaciones oficiales](#).

© CIEMAT, 2019

Depósito Legal: M-36936-2019

ISBN: 978-84-7834-823-7

NIPO: 693-19-036-5

Maquetación y Publicación:

Editorial CIEMAT

Avda. Complutense, 40 28040-MADRID

Correo: [editorial@ciemat.es](mailto:editorial@ciemat.es)

[Novedades editoriales CIEMAT](#)

El CIEMAT no comparte necesariamente las opiniones y los juicios expuestos en este documento, cuya responsabilidad corresponde únicamente a los autores.

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier parte de este libro por cualquier medio electrónico o mecánico, actual o futuro, sin autorización por escrito de la editorial.

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>1</b>
<b>ENERGÍA Y SOCIEDAD</b> Esmeralda Cervantes Rendón.....	<b>2</b>
<b>ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE</b> Esmeralda Cervantes Rendón .....	<b>18</b>
<b>POLITICA ENERGÉTICA EN MEXICO</b> Esmeralda Cervantes Rendón .....	<b>29</b>
<b>ALGUNAS DISCORDANCIAS DE LA POLÍTICA ECOLÓGICA DE MÉXICO ANTE LOS COMPROMISOS INTERNACIONALES DE REDUCCIÓN DE GEI</b> Ana María Cárabe López .....	<b>39</b>
<b>ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD SOCIO-AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, CASO DE ESTUDIO: TERMOELÉCTRICA PLUTARCO ELÍAS CALLES "PETACALCO"</b> Yuraima Morales Montes, Yolanda Lechón Pérez, Antonio Rodríguez Martínez, Rosenberg Romero Domínguez, José A. Becerra Chávez.....	<b>44</b>
<b>COMPARACIÓN ESTRATÉGICA DE EVALUACIONES SOCIALES EN PROYECTOS ENERGÉTICOS: ALEMANIA – MÉXICO</b> Diana Barrón Villaverde, B. Mariana Galicia Ramos, José Rafael Dorrego Portela, José Luis Solleiro Rebolledo, José Aurelio Cruz de los Ángeles, Haydee Margarita Hernández Ruiz, Alfredo Pérez Paredes .....	<b>51</b>
<b>PRODUCCIÓN ÓPTIMA DE BIOCOMBUSTIBLES CONSIDERANDO EL NEXO ENERGIA-AGUA-ALIMENTOS</b> Dulce Celeste López Díaz, Fernando Lira Barragán, José María Ponce Ortega.....	<b>65</b>
<b>CURCUMA LONGA COMO INHIBIDOR VERDE DE LA CORROSIÓN DEL ACERO EN SOLUCIÓN SALINA</b> Germán Chávez Díaz, Jorge Uruchurtu Chavarín, M. <sup>a</sup> Guadalupe Valladares Cisneros.....	<b>71</b>
<b>COMPARACIÓN TÉRMICA DE DOS EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO SOLARES UTILIZANDO UN SISTEMA AUXILIAR Y VÁLVULA TÉRMICA</b> Jesús Cerezo Román, Rosenberg J. Romero Domínguez, Antonio Rodríguez Martínez, Modesto Avilés Flores .....	<b>75</b>

# ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE

## ESMERALDA CERVANTES RENDÓN

El Colegio de Chihuahua

### RESUMEN

*El objetivo de esta sección es describir los impactos ambientales relacionados con el uso y generación de energía para compararlos con las características generales de la energía en México. En general, las energías ocasionan un impacto en el ambiente, en el caso de los combustibles fósiles la generación de GEI e impactos locales, principalmente por derrames o actividades extractivas, en el caso de las energías renovables, en la mayoría su principal ventaja es la poca o nula emisión de GEI en sus procesos de generación de energía, pero pueden ocasionar impactos ambientales negativos como cambios de paisaje, contaminación del agua, aire o suelo, efectos en la flora y fauna de la región, entre otros, es por ello la importancia de su medición e identificación de estrategias para su menor impacto. Para el caso de México en el 2016, el 17% de su energía eléctrica fue por medio de energías limpias, de las cuales el 42% lo representó la energía hidráulica, sin embargo, en cuestión de potencial energético, el 43% corresponde a la energía solar, seguida de la energía eólica con un 28%.*

### INTRODUCCIÓN

El cuidado del medio ambiente es una acción que cada día toma un mayor valor en la generación de políticas energéticas, ya que los impactos ambientales pueden repercutir en las sociedades desde una manera cultural y económica, así como de salud, en donde cada vez las sociedades son más conscientes de la limitación del uso de los recursos que la naturaleza proporciona, como del impacto que ocasiona su extracción, uso y disposición final.

Por otro lado, el crecimiento poblacional y los patrones de consumo actuales han ocasionado que estos impactos ambientales crezcan de una manera exponencial, incrementen su región de impacto y disminuyan los tiempos en que generan un efecto visible, al grado que en una misma generación se puedan observar sus consecuencias. Incrementando esta preocupación a raíz del Cambio Climático generado por las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), principalmente por el uso de combustibles fósiles.

Por ello, en diciembre del 2015, 195 países adoptaron el Acuerdo de París, en donde se busca que el incremento para el 2030 no sea mayor a los 1,5°C respecto a los niveles pre-industriales, en base a medidas de mitigación que logren disminuir las emisiones de GEI, buscando una política de transición energética hacia un menor uso de combustibles fósiles por medio de diversos compromisos y estrategias que incluyen medidas de adaptación y criterios de financiamiento, considerando las situaciones particulares de cada nación, en relación a responsabilidades comunes, pero diferenciadas en base a sus capacidades y circunstancias (Bugeda, 2016).

Sin embargo, el uso y transformación de la energía como otros recursos naturales ha sido desde una manera de control y transformación del entorno natural, visualizando los recursos como ilimitados y/o reemplazables, modificables por medio de la tecnología, en donde este mal uso ha ocasionado

desastres ambientales en diversas escalas, llevando a la sociedad a el punto actual en donde es necesaria una transición.

En este sentido, la búsqueda de un modelo de política energética debe de incluir el equilibrio de los ecosistemas locales y globales, considerando como país, los procesos de transición de los combustibles fósiles a renovables, de una manera que estos procesos no ocasionen un mayor impacto ambiental, considerando todas las etapas de su ciclo de vida.

Por ello, el siguiente capítulo tiene por objetivo describir los impactos ambientales relacionados con el uso y generación de energía para compararlos con las características generales de la energía en México.

Dividiendo el capítulo en cuatro secciones y las conclusiones. La primera sección habla sobre la energía y su impacto ambiental, considerando los impactos positivos y negativos de varios tipos de energía, en la segunda sección se presenta la energía y el impacto global, considerando el cambio climático por la generación de GEI como el principal impacto global ocasionado por el uso de combustibles fósiles, mientras que en las siguientes dos secciones se presenta un panorama general de las energías en México sobre su generación en la tercera sección y su potencial de energía renovable en la cuarta sección.

## **LA ENERGÍA Y SU IMPACTO AMBIENTAL**

La naturaleza ha sido utilizada a lo largo de la historia de la humanidad como un recurso para suplir sus necesidades, siendo los primero utilizados, el agua, la sal y rocas, sin embargo, cada actividad que se realiza genera un impacto ambiental (Craig et al, 2007). Por otro lado, en cuestión de energía, el planeta Tierra es un sistema energético abierto, es decir, recibe energía y la disipa, desde una fuente externa que es el Sol, así mismo en diferentes escalas se pueden observar diferentes sistemas energéticos dentro de la naturaleza, como el consumo de alimento por los animales, de donde aprovechan la energía para realizar sus diferentes actividades, el viento que arranca y mueve las hojas de los árboles a otra distancia en el suelo que después esta materia orgánica se convierte en alimento para bacterias que la degradan y generan abono que es utilizado para el crecimiento de otras especies.

Por su parte, el ser humano, ha utilizado la energía por medio de los alimentos para lograr realizar sus actividades diarias, pero también ha transformado su entorno para la generación de diferentes sociedades y estilos de vida, enfocándose principalmente en el transporte, adaptación de los espacios para generar confort y el desarrollo tecnológico, basándose en los combustibles fósiles para la generación de energía, pero como se menciona al principio de esta sección, toda acción genera un impacto ambiental y el planeta Tierra, tiene su propio sistema energético que busca equilibrar, lo que ha llevado a diferentes consecuencias para el ser humano y el planeta.

La visión de la energía se puede entender desde el concepto de recursos naturales de la Tierra como “materias primas de las que, directa o indirectamente, se fabrican todos los productos que usamos en nuestra sociedad” (Craig, et al 2007). En el caso de la energía, los recursos que se han utilizado son los combustibles fósiles, que son reconocidos como un combustible no renovable, ya que su tasa de extracción es mayor que su ciclo de recuperación o regeneración, al contrario de los recursos

renovables en donde su tasa de recuperación es mayor a la de extracción o provienen de una fuente inagotable en los ciclos humanos como el Sol.

En el caso de México, se observa una disminución de las reservas totales calculadas de hidrocarburos del país, de 58.204 a 22.148 millones de barriles equivalentes de crudo del 2000 al 2017, representando una tasa de disminución durante este periodo del 61.9% (Figura 1).

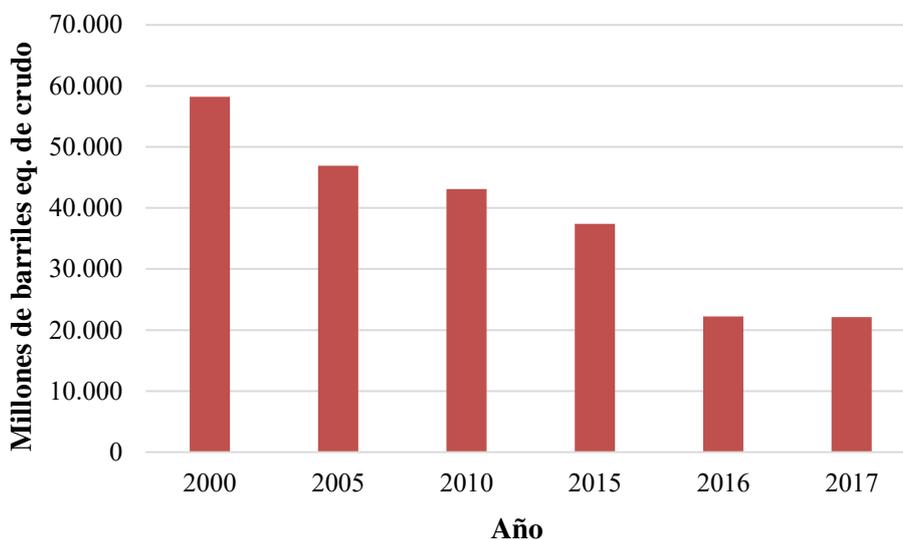


Figura 1 Reservas de hidrocarburos totales para México. Fuente: [Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética](#)

Esta disminución de acceso a este recurso (Figura 1) y los compromisos internacionales para disminuir las emisiones de GEI, hace necesaria una transición hacia la disminución o una menor dependencia de los combustibles fósiles, considerando otras fuentes de energía. Cada tipo de combustible o fuente energética, tiene sus ventajas y desventajas desde una perspectiva ambiental, por mencionar algunas, en primer lugar están los combustibles fósiles que su principal desventaja es el agotamiento del recurso y la generación de GEI, por otro lado, se puede mencionar la energía eólica, que beneficia en la disminución de generación de GEI, pero provoca cambios en el paisaje y efectos en la biodiversidad de donde se ubiquen, como los sistemas fotovoltaicos, que también impacta en la biodiversidad y el paisaje, pero disminuyen la generación de GEI (Tabla 1).

De acuerdo con lo presentado en la Tabla 2, todas las energías, aun siendo consideradas renovables y limpias, generan una desventaja o efecto negativo ambiental, ya sea de manera local o global, sin embargo, la necesidad de generación de energía eléctrica y combustibles para transporte impulsa el desarrollo de las energías, pero los impactos ambientales y sociales empujan hacia la búsqueda de un equilibrio entre los efectos y los beneficios, por ello es importante considerar los impactos ambientales negativos y positivos con el objetivo de realizar un balance, y proponer medidas de mitigación y de eficiencia que generen un menor impacto y logren conservar un equilibrio entre los ecosistemas naturales y las necesidades de las sociedades actuales.

TIPO DE ENERGÍA	CARACTERÍSTICAS GENEARALES	IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS	POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS
Petróleo (hidrocarburo fósil). Energía no renovable.	Mezcla natural compuesta principalmente por compuestos carbonatados con azufre y metales en pequeñas cantidades. Se encuentra en el subsuelo terrestre y marino.		Generación de gases GEI, contaminación en agua, suelo y/o biodiversidad por derrames, fugas o robo en la extracción, transporte y/o procesamiento del combustible.
Carbón (hidrocarburo fósil). Energía no renovable	Más abundante que el petróleo, se formó de árboles y plantas que quedaron atrapados en estratos rocosos y sufrieron procesos de transformación por calor y presión		Menor peligro que el petróleo y gas natural, pero alta contaminación en el suelo y agua por los procesos de minería para su extracción. Contaminación del aire por emisiones de contaminantes y GEI.
Energía nuclear. Energía no renovable	Produce energía eléctrica a partir del calor generado por una fisión nuclear, como la desintegración de Uranio 235. Los residuos que se generan siguen siendo altamente radioactivos. El cual puede ser reprocesado o llevado a una disposición final apropiada.	No genera GEI el procesamiento del combustible nuclear.	Riesgo de contaminación por radiación en los seres humanos, la flora y fauna, suelo, agua y/o aire en caso de una fuga o derrame. Designación de espacios para la disposición de estos residuos. Efectos en suelo, agua y aire por la minería de extracción de los elementos radioactivos.
Energía solar (térmica y fotovoltaica). Energía renovable.	La energía solar térmica, es en donde se aprovecha la energía solar en calor para transformarla en energía eléctrica o para calentar agua o en sistemas de calefacción. En el caso de la conversión en energía eléctrica, algunos medios utilizados son los Concentradores Cilindros Parabólicos (CCP), Concentradores discos parabólicos y concentradores de torre central con campo de helióstatos. En el caso de la energía solar fotovoltaica, se convierte la energía solar directamente en energía eléctrica, por medio de materiales conductores y la irradiación electromagnética.	Disminución de emisiones de GEI. Al convertir la energía solar directamente en eléctrica, se tienen menos intervenciones en el medio ambiente.	Requiere de grandes espacios de terreno para su instalación. En el caso de las centrales con cilindros parabólicos se tiene un alto consumo de agua. En el caso de sistemas aislados (no conectados a la red eléctrica), necesita almacenarse la energía para ser utilizada en la noche por medio de energía electroquímica (baterías), que al final se convertirán en un residuo. La fabricación de las celdas solares requiere de gran cantidad de energía y generan residuos de silicio.

Tabla 1. Características e impactos ambientales de los diferentes tipos de energía. Fuente: Elaboración propia con información de Vega y Ramírez, 2014

TIPO DE ENERGÍA	CARACTERÍSTICAS GENEARALES	IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS	POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS
Energía de biomasa. Energía renovable.	Es el conjunto de materia orgánica animal o vegetal. Se pueden obtener de ella, combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. Se puede clasificar en residuos forestales, desechos agrícolas, plantaciones energéticas, desechos de la industria alimenticia y desechos urbanos.	Si se consideran las condiciones naturales, la generación de CO <sub>2</sub> es neutra. En el caso de los residuos urbanos se logra un reúso de materiales como papel, cartón, etc.	Los cultivos energéticos necesitan grandes áreas y el uso de abono y pesticidas.
Energía eólica. Energía renovable.	La energía eléctrica se origina a partir del movimiento de las masas de aire (viento), por medio de un aerogenerador compuesto por un rotor con tres aspas, un eje horizontal rotatorio, una caja multiplicadora de velocidad, un generador eléctrico, un transformador y líneas de transmisión. Para una generación de mayor escala se construyen parques eólicos.	En el proceso de generación de energía eléctrica no se emiten GEI.	Cambios en el paisaje, generación de ruido (aunque con el desarrollo tecnológico ha disminuido), efectos en las aves, como muertes, cambios en sus rutas de migración y comportamiento como anidación y caza. También pueden ocasionar interferencia electromagnética y conflictos por el uso de suelo.
Energía hidráulica. Energía Renovable	Es la energía asociada al movimiento de la masa de agua (cinética) o a la energía disponible por la altura (potencial), por medio de una turbina hidráulica. Se dividen en centrales de embalse de agua (construcción de represa o presa) y centrales de pasada de agua que son en base al caudal del río.	En el proceso de generación de energía eléctrica no se emiten GEI. Se transforma de manera directa.	Cambios en los ecosistemas, degradación del suelo, alteración del paisaje, desplazamiento de especies, pérdida o cambio en corredores biológicos.
Energía geotérmica. Energía renovable.	Se obtiene del calor natural interno de la Tierra contenido en los tres estados de la materia: gas, líquido y sólido por medio de sistemas de agua caliente, sistemas de agua-vapor, sistemas de vapor seco y sistemas de rocas calientes secas.	Energía termoeléctrica que emite bajas cantidades de GEI, para no tener un impacto negativo, cuidar que el agua que se extrae del reservorio sea la misma cantidad que se regresa.	Puede generar emisiones de sulfuro de hidrogeno que se convierta en lluvia acida y de mercurio y arsénico (aunque dentro de los límites permitidos para la salud humana, si puede tener efectos al llegar al suelo). Alto consumo de agua. Si no se tratan apropiadamente los fluidos geotérmicos, estos pueden contaminar los mantos acuíferos. Cambio de paisaje y puede ocasionar micro-sismos.

Tabla 1. (Continuación) Características e impactos ambientales de los diferentes tipos de energía. Fuente: Elaboración propia con información de Vega y Ramírez, 2014

## LA ENERGÍA Y SU IMPACTO GLOBAL AMBIENTAL

En este aspecto, el principal impacto global considerado es la emisión de CO<sub>2</sub> que ocasionan el Cambio Climático, que a partir de la Revolución Industrial ha provocado el incremento de este tipo de gases por el uso de combustibles fósiles.

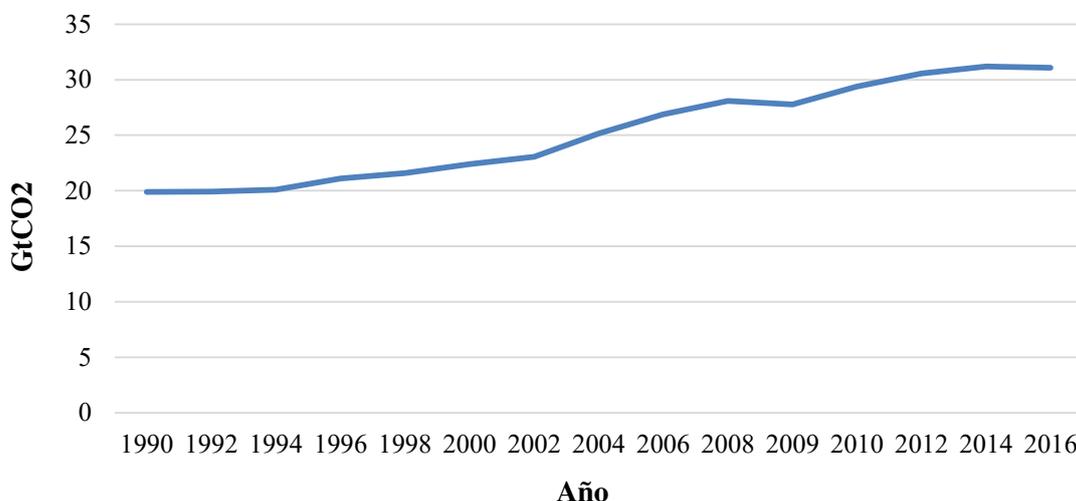


Figura 2. Emisiones de CO<sub>2</sub> mundiales por uso de combustibles fósiles. De 1990-2016. Fuente: Elaboración propia con [información de la Agencia Internacional de Energía](#) (IEA por sus siglas en inglés).

A partir de 1990 y para el 2019 las emisiones de CO<sub>2</sub> sufrieron un incremento de un poco más de 10 GtCO<sub>2</sub> (Figura 2), que de acuerdo con los diversos informes presentados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), en concreto el Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza, demuestran el incremento global de temperatura que estas actividades antropogénicas han ocasionado, alcanzando un incremento global de 0,8°C (IPCC, 2018a). En este sentido se han generado diversos escenarios con distintos incrementos globales de temperatura en especial con un incremento de 1,5°C, que es el que se desea llegar en el 2030 y no un escenario con un incremento global de 2°C en donde los impactos y riesgos se incrementan considerablemente.

Es importante destacar que un incremento global de temperatura puede generar impactos locales o incrementar riesgos<sup>5</sup> locales, así como una región puede presentar un incremento de 1,5°C, en donde los impactos serán diferentes que los ocasionados por un incremento global de 1,5°C respecto a los niveles preindustriales (IPCC, 2018b).

Los cambios climáticos incluyen incremento del CO<sub>2</sub> atmosférico, cambio en los patrones de lluvia, incremento de los niveles del mar, incremento de la acidificación de los océanos y eventos climáticos extremos como inundaciones, sequías y olas de calor (IPCC, 2018b), estos cambios

<sup>5</sup> De acuerdo con el Reporte Especial del IPCC de 1.5°C, el impacto se refiere al efecto del cambio climático en humanos y sistemas naturales, mientras que el riesgo lo define como el potencial impacto negativo sobre algo de valor.

generan un impacto en patrones de comportamiento en los ecosistemas, como cambios en las migraciones de la fauna, en el paisaje y efectos directos en la flora y la fauna.

## GENERACIÓN DE ENERGÍA EN MÉXICO

En el 2015 las emisiones de gases de efecto invernadero contabilizadas para México, comprendieron el 1,38% de las emisiones globales, alcanzando los 700 Mt CO<sub>2</sub>e (INECC-SEMARNAT, 2018a), de estas el 71,11% correspondió al sector de energía, este último tuvo un incremento de 65% de 1990 a 2015 con una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 2%. Sin embargo, se ha logrado una disminución en el crecimiento durante el periodo del 2010 al 2015 con solamente un crecimiento del 3% teniendo una TCMA de 0.6% (INECC-SEMARNAT, 2018b). Por su parte, la generación de energía eléctrica en el 2016 fue de 306.341,32 GWh/a, de la cual el 17% correspondió a energías limpias (Figura 3).

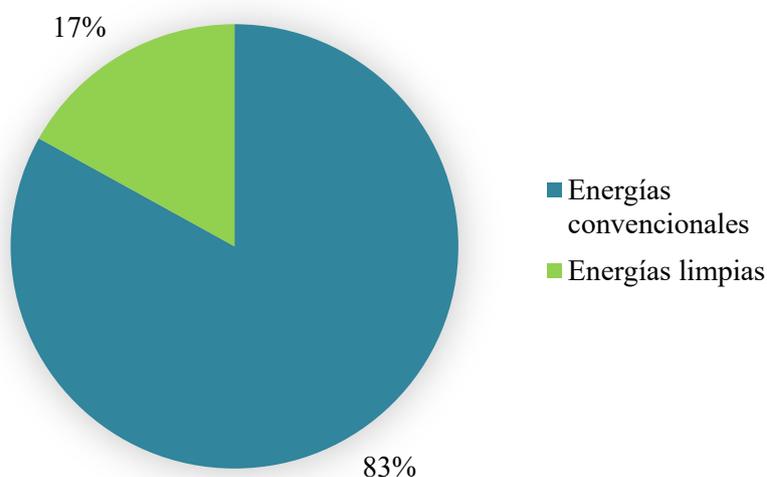


Figura 3. Generación de energía eléctrica durante el 2016 en México. Fuente: Elaboración propia con datos del [Inventario Nacional de Energías Limpias \(INEL\)](#).

De estos 306.341.32 GWh/a, la mayor generación fue por energía hidroeléctrica (42%), seguida de la eólica (19%) y en tercer lugar la geotérmica (12%), con estas 3 energías se cubrió el 73% de las energías limpias<sup>6</sup> en el 2016 (Figura 4 y 8.).

Aun cuando la energía hidroeléctrica es la que mayor generación ha tenido, también es la que presenta mayores fluctuaciones (Figura 5) durante el tiempo y como se menciona en la Tabla 1 y 1, es de las que tiene un mayor número de conflictos por problemáticas socioambientales, por el uso del agua, las posibles modificaciones en los cauces que ocasionan cambios en los ecosistemas y en las actividades económicas de los pobladores de la región, así como también pueden ocasionar inundaciones, por otro lado, el impulso a las energías como la eólica y geotérmica, se identifica a partir del 2012, mientras que la energía solar es la que menor generación tiene hasta el 2017 (Figura 5).

<sup>6</sup> De acuerdo con la Ley de la Industria Eléctrica, las Energías Limpias son “aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan” (DOF, 2014).

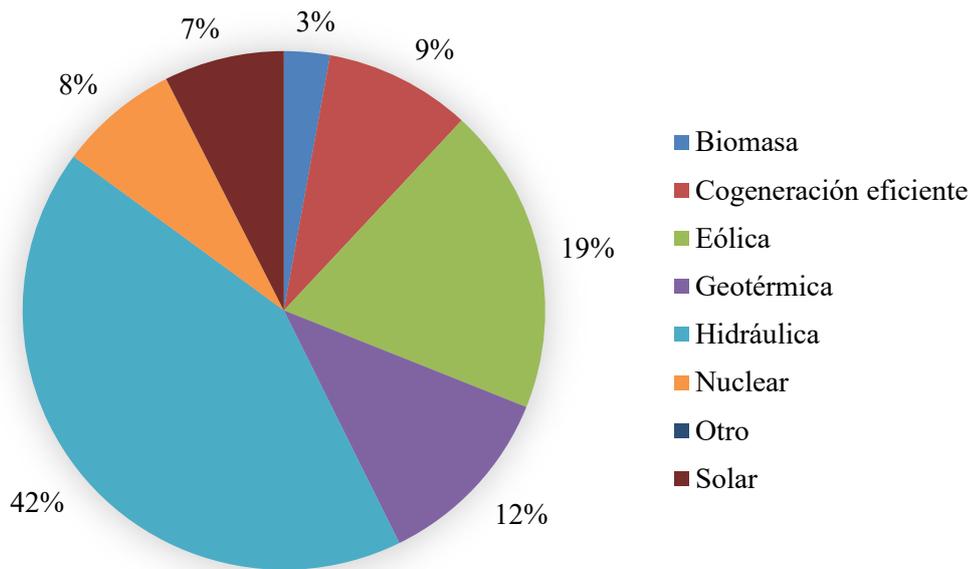


Figura 4. Generación de energía eléctrica por fuentes de energía limpia en México durante el 2016. Fuente: Elaboración propia con datos del [Inventario Nacional de Energías Limpias \(INEL\)](#).

## POTENCIAL DE ENERGÍA RENOVABLE EN MÉXICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

En cuestión de potencial de energía renovable, México cuenta con un alto potencial de energía solar, seguido de la eólica y la cogeneración eficiente (Figura 6). Aun cuando la primera apuesta fue sobre la energía hidroeléctrica.

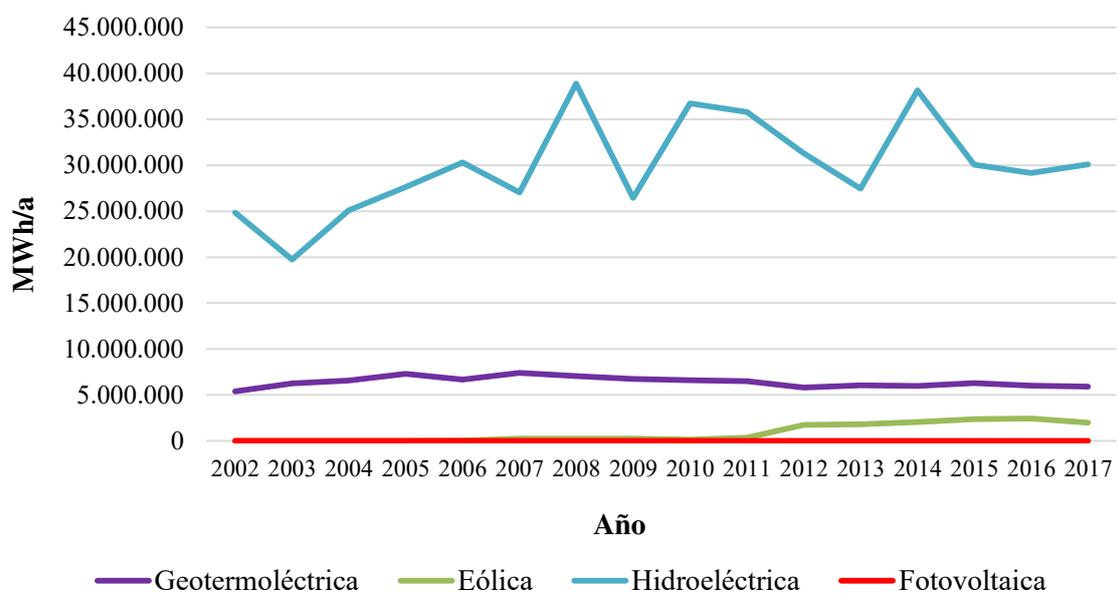


Figura 5. Generación bruta de energías renovables anual. Fuente: Elaboración propia con información del [Sistema de Información Energética con información de CFE](#), incluye Extinta LyFC.

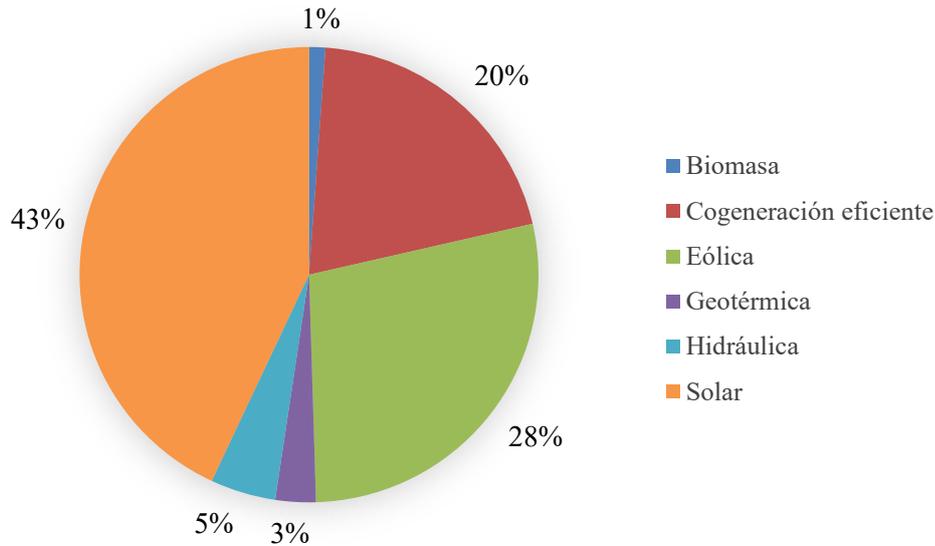


Figura 6. Inventario de potencia de generación de energía renovable probado (GWh/a), actualizado en diciembre de 2016. Fuente: Elaboración propia con datos del [Inventario Nacional de Energías Limpias \(INEL\)](#).

De acuerdo con la Ley de Transición Energética, la cogeneración es “Generación de energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria o ambos; producción directa o indirecta de energía eléctrica mediante la energía térmica no aprovechada en los procesos, o generación directa o indirecta de energía eléctrica cuando se utilicen combustibles producidos en los procesos” (DOF, 2015), lo que ofrece un ahorro de energía del 15-40%, además ocasiona un uso eficiente de la energía, con la consecuente reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (Gil, 2008).

En el caso de la energía solar, cuenta con una alta incidencia con una potencia probada de 39.527,89 GWh/a (INEL, 2017), de la cual, las zonas clasificadas como de Alta Calidad<sup>7</sup> en el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL), se encuentran en el norte y centro de México, así como en la península de Baja California (Figura 7). Al observar el mapa de la Figura 7., es importante destacar que el mayor impacto ambiental de los sistemas fotovoltaicos es el cambio de paisaje y efectos en la biodiversidad regional, por lo que es importante considerar este factor en el momento de evaluar un proyecto de este tipo.

Por otro lado, el uso eficiente de la energía es una estrategia que debe de ser considerada como parte fundamental en la generación de un modelo de política energética, ya que con ciertas medidas, acciones y uso de equipos eficientes se puede lograr la disminución de emisiones de GEI, así como un ahorro energético. Por ejemplo, en la extracción de petróleo y gas se ha identificado que se requirió un 75% más de energía en el 2015 comparado con el 2001, relacionado entre otras cosas a que en el país las cuencas son maduras y necesitan de procesos energéticos mayores para su extracción. Mientras que, en la refinación de crudo, en los últimos años se han enfocado en la

<sup>7</sup> Las zonas de Alta Calidad en el AZEL, son las que cuentan con un mayor potencial del recurso, es decir solamente identificaron las zonas en donde el aprovechamiento es bueno para la producción eléctrica.

disminución del contenido de azufre, para generar combustibles más limpios y compatibles con los lineamientos ambientales existentes (CEPAL, 2018).

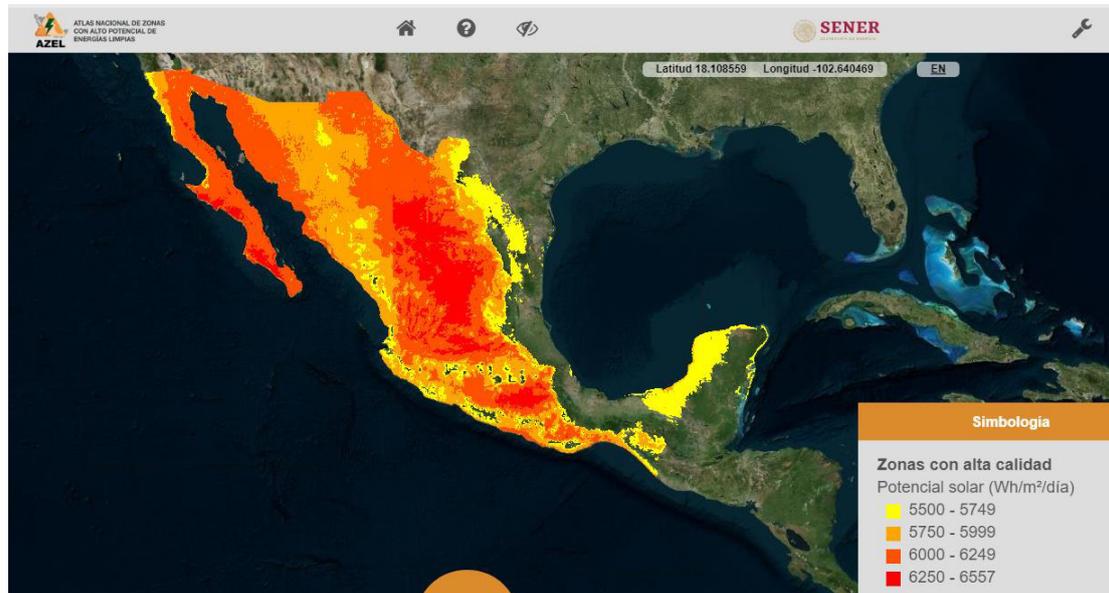


Figura 7. Mapa de las Zonas de Alta Calidad solar en México. Fuente: [Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias](#).

## CONCLUSIONES

La relación energía medio ambiente genera impactos en este ultimo de manera local y global, siendo el principal la generación de GEI, sin embargo, en impactos locales ambientales se deben de considerar los efectos en el aire, suelo, agua y biodiversidad, que aun cuando son energías limpias o renovables ocasionan un impacto negativo que debe de ser evaluado, así como ser considerado para definir estrategias en donde sea el menor impacto negativo y que logre conservar el equilibrio en los ecosistemas existentes.

## REFERENCIAS

- [1] Bugeda, B. (2016). “Así está decidido” El Acuerdo de París de la Convención de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. En José C. Rueda, Carlos Gay y Fausto Quintana (coord.), 21 visiones de la COP21 (31-41). México: UNAM-PINCC.
- [2] CEPAL (2018). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México*, 2018. México: Naciones Unidas, pp. 197.
- [3] Craig, J.R., Vaughan, D.J. y Skinner, B.J. (2007). *Recursos de la Tierra: origen, uso e impacto a ambiental*. España: Pearson. Prentice Hall, pp. 636.
- [4] DOF (2014). Ley de la Industria Eléctrica. Diario Oficial de la Federación (11/08/2014). Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec\\_110814.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec_110814.pdf)
- [5] DOF (2015). Ley de Transición Energética. Diario Oficial de la Federación (24/12/2215). Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>

- [6] Gil, G. (2008). *Energías del siglo XXI. De las energías fósiles a las alternativas*. España: Ediciones Mundi-Prensa, pp. 759
- [7] INEEC-SEMARNAT (2018a). Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015 (INEGYCEI). México: Versión revisada INECC-SEMARNAT. Recuperado de <http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/226>
- [8] INEEC-SEMARNAT (2018b). Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México: INECC-SEMARNAT. Recuperado de <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion-nacional-acerca-de-cambio-climatico/>
- [9] INEL (2017). Inventario Nacional de Energías Limpias. Potencial de generación eléctrica por energías limpias. Actualizado en diciembre de 2017. SENER. Disponible en: <https://dgel.energia.gob.mx/qa/INEL/INELV5/mapa.html?lang=es>
- [10] IPCC (2018a). *Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- [11] IPCC (2018b). *Chapter 1. Framing and Context. Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, pp. 49-91.
- [12] Vega, J.C. y Ramírez, S. (2014). *Fuentes de energías, renovables y no renovables. Aplicaciones*. México: Alfaomega, pp. 668.