

## LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA HACIA LAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS: UN MOTOR PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Guillermo Ignacio GARCÍA ALCOCER\*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Breve historia de la transición energética en México*. III. *Estado actual de la transición energética en México*. IV. *Las energías limpias como motor para el desarrollo social*. V. *¿Qué hace falta?*  
VI. *Conclusiones*. VII. *Bibliografía*.

### I. INTRODUCCIÓN

La transición energética es una tendencia del sector energético a nivel global, ésta consiste en la sustitución gradual del uso de combustibles fósiles por fuentes de energía limpia de manera segura, confiable y asequible. En este sentido, la eficiencia energética y las energías renovables, los dos pilares fundamentales de la transición energética, proporcionan el camino óptimo para lograr la mayoría de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero requeridas para mitigar el cambio climático.<sup>1</sup>

Comprender la huella socioeconómica de la transición energética es esencial para el análisis y la toma de decisiones. La transición energética no puede considerarse de manera aislada del sistema socioeconómico en el que se despliega. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (AIE), los beneficios socioeconómicos de la transición van más allá del incremento del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, e incluyen cuantiosos beneficios sociales y ambientales.<sup>2</sup>

---

\* Profesor del Instituto Tecnológico Autónomo de México. Ex comisionado presidente de la Comisión Reguladora de Energía. Miembro del Consejo Mexicano de Asuntos Internacionales.

<sup>1</sup> Irena, “Energy Transition”, disponible en: <http://www.irena.org/energytransition>.

<sup>2</sup> Irena, “Global Energy Transition: a Roadmap to 2050”, p. 7, disponible en: [http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA\\_Global\\_Energy\\_Transformation\\_2018\\_summary\\_EN.pdf?la=en&hash=2335A542EF74D7171D8EC6F547C77395BDAF1CEE](http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Global_Energy_Transformation_2018_summary_EN.pdf?la=en&hash=2335A542EF74D7171D8EC6F547C77395BDAF1CEE).

El alcance requerido de la transición es tal que sólo puede lograrse mediante un proceso colectivo que involucre a la sociedad en su conjunto. Por lo anterior, el acceso universal a la energía es un componente clave para una transición justa y equitativa. Por lo tanto, el proceso de transición sólo se completará cuando los servicios de energía converjan en todos y cada uno de los rincones del planeta.<sup>3</sup>

## II. BREVE HISTORIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO

Desde hace más de una década nuestro país se ha sumado a los esfuerzos globales por construir un futuro bajo en carbono. En el presente siglo, se han llevado a cabo diversas acciones encaminadas a lograr una transición energética hacia el uso de energías limpias.

Primero. En 2007 se presentó el Programa Sectorial de Energía 2007-2012 con el objetivo de fomentar el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables.<sup>4</sup>

Segundo. En 2009, se publicó el Programa Especial de Aprovechamiento de Energías Renovables 2009-2012, el cual tuvo como objetivo propiciar la seguridad y la diversificación energética, estableciendo políticas públicas para la incorporación de las energías renovables a la matriz energética nacional, conciliando las necesidades de consumo de energía de la sociedad con el uso sustentable de los recursos naturales.<sup>5</sup>

Tercero. En 2010, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) emitió una metodología para determinar los cargos correspondientes a los servicios de transmisión que presta la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a los permisionarios con centrales de generación a partir de fuentes renovables o cogeneración eficiente,<sup>6</sup> conocida como “porteo verde”. El cargo consistía

---

<sup>3</sup> *Ibidem*, p. 11.

<sup>4</sup> INEEL, “El Programa Especial de Energías Renovables”, noviembre de 2011, disponible en: [https://www2.ineel.mx/proyectofotovoltaico/FOROFV\\_2011/FOROFV\\_MEXICO\\_2011/JUEVES\\_10\\_NOV\\_2011/03\\_Lic\\_Ivan\\_Benicio\\_Michel\\_Duenas\\_SENER.pdf](https://www2.ineel.mx/proyectofotovoltaico/FOROFV_2011/FOROFV_MEXICO_2011/JUEVES_10_NOV_2011/03_Lic_Ivan_Benicio_Michel_Duenas_SENER.pdf).

<sup>5</sup> *Idem*.

<sup>6</sup> Secretaría de Energía, “Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide la metodología para la determinación de los cargos correspondientes a los servicios de transmisión que preste el suministrador a los permisos con centrales de generación eléctrica con fuentes de energía renovable o cogeneración eficiente”, *Diario Oficial de la Federación*, abril de 2010, disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5139525&fecha=16/04/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5139525&fecha=16/04/2010).

en un cobro único a partir de la tensión (baja, media o alta), sin importar la distancia entre el punto de generación y el de consumo.<sup>7</sup>

Cuarto. A finales de 2010, Cancún fue la sede de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP16). Como resultado de ella, se aprobaron los “Acuerdos de Cancún” que establecieron, entre otros: i) un registro con el fin de relacionar las acciones de mitigación de los países en desarrollo, con el soporte técnico y financiero de los países industrializados; ii) un nuevo fondo verde de 30 mil millones de dólares (MDD) en financiamiento de arranque rápido, proveniente de los países desarrollados, y iii) un proceso para el diseño del Fondo Verde para el Clima, un mecanismo para ayudar a países en desarrollo en prácticas de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.<sup>8</sup>

Quinto. En ese mismo año, la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) lanzó el programa para acreditar organismos verificadores validadores de gases de efecto invernadero (GEI), convirtiendo a México en el primer país en Latinoamérica en implementar dicha medida.

Sexto. En 2011, México se convirtió en miembro de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA).<sup>9</sup> La IRENA es una organización intergubernamental que tiene como objetivo promover la adopción y el uso sustentable de las energías renovables en el mundo. Actualmente, esta organización está conformada por 159 países (incluido México) y la Unión Europea.<sup>10</sup>

Séptimo. En 2012, México presidió el Grupo de los Veinte (G-20) y fue sede de la Cumbre de Líderes, en la cual los jefes de Estado de las veinte economías más grandes del mundo reconocieron la necesidad de incluir políticas de crecimiento verde y desarrollo sustentable en las agendas de reforma estructural, y reafirmaron su compromiso con la racionalización y eliminación gradual de los subsidios ineficientes a combustibles fósiles que fomenten su consumo excesivo.

Gracias a estas acciones, durante 2012 se generaron 51,073 GWh de energía limpia, lo cual representó 17.3% de la generación total del país,

---

<sup>7</sup> INEEL, *Certificación de cogeneradores eficientes*, 2014, disponible en: <https://www.ineel.mx//boletin012014/breve02.pdf>.

<sup>8</sup> Centro Mario Molina, “Acuerdos de Cancún, COP16”, disponible en: <https://centromariomolina.org/acuerdos-de-cancun-cop16/>.

<sup>9</sup> Secretaría de Gobernación, “Decreto Promulgatorio del Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), hecho en Bonn, el veintiséis de enero de dos mil nueve”, *Diario Oficial de la Federación*, abril de 2011, disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5184471&fecha=01/04/2011](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5184471&fecha=01/04/2011).

<sup>10</sup> International Renewable Energy Agency, “IRENA Membership”, 2018, disponible en: <https://www.irena.org/irenembership>.

en donde: la energía hidroeléctrica representó 10.8%, la nuclear 3%, la geotérmica 2%, la eólica 1.1%, la biomasa 0.4%, y la solar 0.0007%.<sup>11</sup>

Posteriormente, un hito fundamental para detonar la inversión en proyectos de energías limpias que contribuyeran a la implementación de la transición energética y, por tanto, a lograr un futuro bajo en carbono para todos, fue la aprobación de la Reforma Energética entre 2013 y 2014.

En este contexto, se aprobó en 2015 la Ley de Transición Energética (LTE), a fin de regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.<sup>12</sup>

Esta ley estableció la meta nacional de generar 35% de la energía por medio de fuentes limpias para 2024.<sup>13</sup> Adicionalmente, la LTE instruyó la elaboración de una Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles Más Limpios como el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo en materia de obligaciones de energías limpias y aprovechamiento sustentable de la energía. La Estrategia, publicada en diciembre de 2014, propuso las metas de generación de energías limpias de 37.7% para 2030 y 50% para 2050.<sup>14</sup>

Posteriormente, en 2015, México participó en la COP21 de la cual emanó el Acuerdo de París, ratificado por el Senado de México el 21 de septiembre de 2016. Por medio de este instrumento, nuestro país se comprometió a cumplir con las metas establecidas en sus Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés): 25% de reducción incondicional de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de contaminantes de corta duración para 2030, y hasta 40% de reducción condicional sujeta a un acuerdo global que establezca un precio internacional para el carbono, el acceso a financiamiento y transferencia de tecnología.<sup>15</sup>

---

<sup>11</sup> Información de la CRE.

<sup>12</sup> Secretaría de Gobernación, Decreto por el que se expide la Ley de Transición Energética, *Diario Oficial de la Federación*, diciembre de 2015, disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015).

<sup>13</sup> *Idem*.

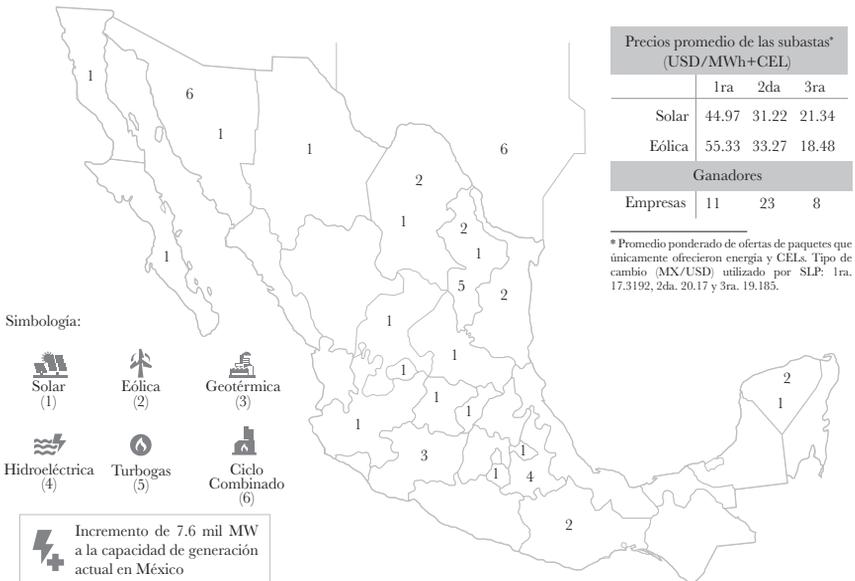
<sup>14</sup> Secretaría de Energía, *Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*, 2016, disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110\\_1300h\\_Estrategia\\_CCCTE-1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110_1300h_Estrategia_CCCTE-1.pdf).

<sup>15</sup> Secretaría de Relaciones Exteriores, “México presenta su INDC para el periodo 2020-2030”, marzo de 2015, disponible en: <https://embamex.sre.gob.mx/hungria/index.php/es/noticias/7-noticias-de-mexico/238-mexico-presenta-su-indc-para-el-periodo-2020-2030>.

Para cumplir con nuestras metas nacionales de generación limpia y compromisos multilaterales de reducción de emisiones, la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), publicada como parte de la Reforma Energética en 2014, creó los Certificados de Energías Limpias (CELs). Un CEL es un título emitido por la CRE que acredita la producción de un megawatt-hora (MWh) a partir de energías limpias y que sirve para cumplir las obligaciones asociadas al consumo de los centros de carga, establecidas por la Secretaría de Energía (SENER).

Entre 2015 y 2018, la SENER y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) llevaron a cabo tres Subastas de Largo Plazo, en las cuales la CFE y otros suministradores adquirieron CELs, energía y potencia —a los precios más competitivos a nivel mundial— para cumplir con sus obligaciones. Como resultado, en los próximos tres años se desarrollarán 70 nuevas centrales eléctricas en 19 estados de la República, mismas que agregarán 7.6 mil MW a la capacidad de generación actual en México (Mapa 1). El riesgo de estos proyectos se asume por el desarrollador y sólo se paga el servicio hasta que entra en operación.

MAPA 1. Resultados de las tres Subastas de Largo Plazo.



A abril de 2019, han entrado en operación 9 centrales de generación asociadas a las dos primeras subastas de Largo Plazo en 6 estados de la República (en conjunto representan una capacidad instalada de 1.4 mil MW).

El 31 de enero de 2019, la SENER y el CENACE anunciaron la cancelación de la cuarta subasta de Largo Plazo, la cual representaba una inversión estimada de 4 mil millones de dólares y hubiera incrementado la capacidad actual de generación en 3.8 mil MW. A abril de 2019, no se ha revelado qué mecanismo sustituiría a las subastas para promover el despliegue a gran escala de las energías limpias en México.

A partir de las acciones implementadas en la última década, durante 2018 se generaron 65,299 GWh de energía limpia, lo cual representó 19.5% de la generación eléctrica del país, en donde: la energía hidroeléctrica representó 9.4%, seguida por la nuclear con 4.1%, la eólica 3.6%, la geotérmica 1.6%, la biomasa 0.6%, y la solar 0.2%.<sup>16</sup>

En el futuro, el reto de consolidar un sector energético seguro, limpio y con un enfoque social, continúa; es decir, que hacia 2024, el desarrollo y despliegue de las energías limpias en México llegue a todos los rincones del país.

### III. ESTADO ACTUAL DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO

Si bien el sector energético en México es reconocido por tener históricamente una vocación petrolera de la cual debemos sentirnos orgullosos, bajo una óptica de seguridad energética, nuestro país deberá diversificar sus fuentes de energía e identificar las grandes oportunidades que hoy por hoy ya se presentan en materia de energías limpias.

A abril de 2019, existen casi 280 centrales de energía limpia en 30 estados de la República, las cuales representan una capacidad instalada de 24 mil MW; es decir, 30% del total en el país (Mapa 2).<sup>17</sup>

Es así como la mayoría de la energía limpia instalada en México proviene de 100 centrales hidroeléctricas que representan 16%<sup>18</sup> de la capacidad total del país y 1% de la capacidad hidroeléctrica en el mundo.<sup>19</sup>

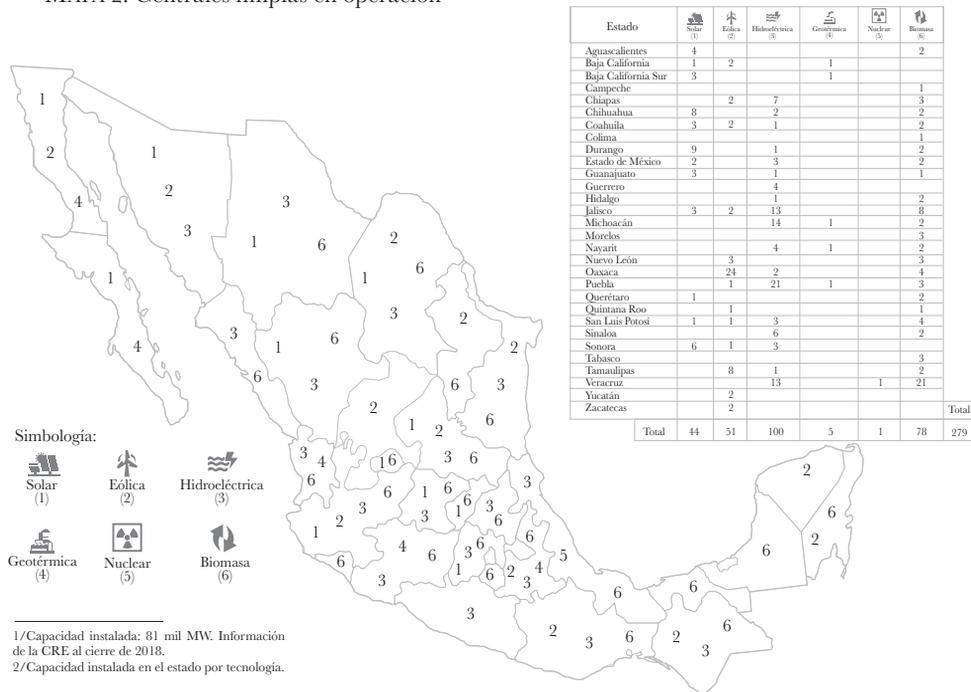
<sup>16</sup> Estimación preliminar de la CRE al cierre de 2018.

<sup>17</sup> Con información de la CRE al cierre de 2018.

<sup>18</sup> Estimación de la CRE.

<sup>19</sup> Secretaría de Energía, "PRODESEN Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional, 2018-2032", disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>.

MAPA 2. Centrales limpias en operación



1/Capacidad instalada: 81 mil MW. Información de la CRE al cierre de 2018.  
 2/Capacidad instalada en el estado por tecnología.

Asimismo, aunque hoy apenas 6% de la capacidad instalada en México proviene de 51 centrales eólicas, nuestro país cuenta con un factor de planta que fluctúa entre 20% y 50%, el cual es competitivo incluso frente a países líderes como Argentina y Nueva Zelanda que cuentan con factores de planta cercanos a 50%.<sup>20</sup>

Además, a pesar de que actualmente hay 5 centrales geotérmicas en operación, que representan 1.3% de la capacidad instalada del país, México es reconocido a nivel mundial como uno de los países con mayor potencial geotérmico, junto con Estados Unidos, Filipinas, Indonesia, Turquía y Nueva Zelanda.<sup>21</sup>

Por su parte, la energía nuclear tiene una participación de 11% en la energía eléctrica a nivel mundial, resultado de los 450 reactores nucleares que actualmente se encuentran en operación. Estados Unidos y Francia

<sup>20</sup> “Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States America”, disponible en: <http://www.pnas.org/content/106/27/10933/F7.expansion.htm>.

<sup>21</sup> Secretaría de Energía, “PRODESEN 2018-2032”, disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>.

son los países con el mayor número de centrales nucleares instaladas —99 y 58 respectivamente—, mientras que México cuenta con una sola central que se ubica en el estado de Veracruz y que representa 2% de la capacidad instalada del país.<sup>22</sup>

Igualmente, aunque hoy apenas 2% de la capacidad instalada en México proviene de 44 centrales fotovoltaicas, algunos estados de la República tienen mayor radiación solar diaria promedio que algunas ciudades europeas pioneras de esta tecnología. Por ejemplo, Leipzig, Alemania cuenta con una radiación solar diaria promedio de 2.7 kWh/m<sup>2</sup>,<sup>23</sup> mientras que Veracruz, uno de los estados con menor radiación solar diaria promedio en México, cuenta con 4.1 kWh/m<sup>2</sup>. Más aún, la radiación solar recibida durante un mes por 3.4% del territorio de Veracruz, podría generar la energía necesaria para el consumo eléctrico de todo México.<sup>24</sup>

Por último, pero no por ello menos importante, México cuenta con 78 centrales de biomasa que representan 1% de la capacidad instalada total. Sin embargo, de acuerdo con la AIE, la bioenergía a partir de biocombustibles líquidos y biogás liderará el crecimiento del consumo de energía renovable en el mundo hacia 2023, debido a su uso creciente en los sectores de calefacción y transporte.<sup>25</sup>

Cabe destacar que hacia 2021, se espera que en 30 estados de la República se desarrollen más de 200 nuevas centrales de energía limpia que representan una capacidad instalada adicional de 19.5 mil MW<sup>26</sup> y que contribuirán a que México alcance la meta nacional de generación limpia para 2024 (Mapa 3). Lo anterior dependerá de cuatro factores: la consolidación de un mercado eléctrico mayorista transparente y funcional; el desarrollo de suficiente infraestructura de transmisión y distribución; el despliegue masivo de la generación distribuida, y una gestión social efectiva de los proyectos de infraestructura.

---

<sup>22</sup> *Idem.*

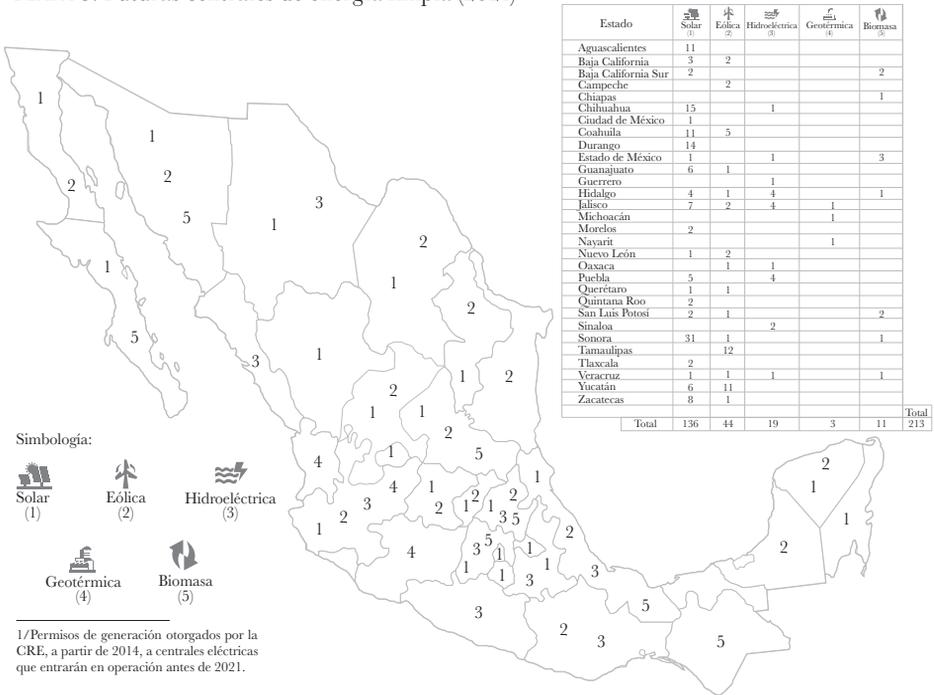
<sup>23</sup> Comisión Europea, “Photovoltaic Geographical Information System”, disponible en: [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_download/map\\_pdfs/G\\_hor\\_DE.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_pdfs/G_hor_DE.pdf).

<sup>24</sup> Estimación de la CRE con datos de Solargis, “Download solar resource maps and GIS data for 180+ countries”, disponible en: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/mexico>.

<sup>25</sup> Reuters, “Bioenergy Leads Growth in Renewable Energy Consumption to 2023: IEA”, disponible en: <https://uk.reuters.com/article/us-ia-renewables/bioenergy-leads-growth-in-renewable-energy-consumption-to-2023-ia-idUKKCN1MH123>.

<sup>26</sup> Comisión Reguladora de Energía, Permisos de generación otorgados por la CRE, a partir de 2014, a centrales eléctricas que entrarán en operación antes de 2021.

MAPA 3. Futuras centrales de energía limpia (2021)



Fuente: Elaboración propia, a partir de información de la Comisión Reguladora de Energía

En ese sentido, la CRE como regulador de toda la cadena de valor del sector eléctrico y como autoridad del mercado, se ha encargado de sentar las bases regulatorias necesarias para alcanzar estos objetivos. Por un lado, el marco regulatorio de transmisión y distribución emitido por la CRE busca minimizar la incertidumbre al garantizar el acceso abierto no discriminatorio, y fomentar inversiones seguras de largo plazo para la expansión y modernización de la red eléctrica que permitan la liberación de corredores congestionados y la inserción de nueva energía limpia a la red.

Por otro lado, en marzo de 2017, la CRE actualizó el marco regulatorio correspondiente a la generación distribuida para incentivar el despliegue de esta modalidad de suministro eléctrico para los usuarios. A abril de 2019, existen 94 mil 893 contratos asociados a techos solares, lo que representa una capacidad instalada de 693 MW y una inversión estimada de 1,177 millones de dólares.<sup>27</sup> Cabe destacar que, desde 2012, prácticamente se ha duplicado el número de instalaciones solares de manera anual. Si la ten-

<sup>27</sup> Dato estimado de la CRE al cierre de 2018, con base en información presentada por CFE Distribución.

dencia se mantiene, hacia 2023, habrá 600 mil techos solares, es decir, la generación distribuida en México habrá crecido en mil por ciento.<sup>28</sup>

La CRE ha sido una de las instituciones promotoras de la transición energética hacia el uso de tecnologías limpias, cuya continuidad y consolidación están alineadas con su misión de largo plazo de garantizar las condiciones para que la disponibilidad de energéticos en México sea la requerida, con calidad y precios competitivos.

#### IV. LAS ENERGÍAS LIMPIAS COMO UN MOTOR PARA EL DESARROLLO SOCIAL

Como observamos anteriormente, el modelo energético del siglo XXI promueve la transición del uso de combustibles fósiles, hacia el desarrollo y despliegue de tecnologías limpias. Este cambio de paradigma en nuestro país podría tener un impacto positivo, de corto y mediano plazo, en la población. Por ello, al establecer políticas, regulaciones o programas orientados al desarrollo sostenible y de un futuro bajo en carbono, es como las energías limpias surgen como un abanico de nuevas oportunidades para las comunidades con mayor rezago socioeconómico.

Lo anterior incluye la participación social por medio de programas que promuevan el acceso universal a la energía, la eficiencia energética y el empoderamiento de los consumidores. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

1. El acceso a la energía solar por medio de la instalación de techos solares. De esta forma, los usuarios pueden aprovechar varios de sus beneficios como: i) reducir las emisiones que dañan el medio ambiente y a la salud; ii) favorecer a la economía familiar dado que el marco regulatorio permite reducir el consumo de energía eléctrica proveniente de la red de la CFE al mismo tiempo que se venden los excedentes, y iii) acceder a electricidad en zonas remotas. Para ello, por medio del Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE), puesto en marcha en 2016,<sup>29</sup> se lleva a cabo la electrificación de comunida-

---

<sup>28</sup> García Alcocer, Guillermo, “El sol sale para todos”, *El Universal*, 17 de septiembre de 2018, disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/cartera/el-sol-sale-para-todos>.

<sup>29</sup> Secretaría de Energía, “El Fondo del Servicio Universal Eléctrico FSUE, tiene como objetivo alcanzar para 2018 el 99% de la cobertura eléctrica nacional”, 13 de noviembre de 2017, disponible en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/el-objetivo-del-fondo-de-servicio-universal-electrico-es-alcanzar-para-2018-el-99-por-ciento-de-la-cobertura-electrica-nacional?idiom=es>.

des rurales y zonas urbanas marginadas mediante la extensión de la red de CFE y la instalación de paneles solares.

2. El Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) 2014-2018, desarrollado por la SENER y la CONUEE, cuenta con un apartado dedicado a los Programas de Eficiencia Energética, que incluye programas de apoyo a los usuarios finales para promover la sustitución de equipos y sistemas de baja eficiencia, por los de mejor desempeño energético, tales como el programa “Ahórrate una luz”.<sup>30</sup> Este programa es una iniciativa de la SENER, financiada por el Banco Mundial y operada por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) con el apoyo de la Distribuidora e Impulsora Comercial CONASUPO (DICONSA). Su objetivo es entregar, de manera gratuita en tiendas DICONSA, 40 millones de lámparas ahorradoras a los habitantes de poblaciones de menos de 100 mil habitantes para apoyar su economía familiar, disminuir su consumo eléctrico y contribuir al cuidado del medio ambiente.
3. El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) pone a disposición de los derechohabientes una Hipoteca Verde.<sup>31</sup> Ésta es opcional y podrá solicitarse en caso de que el derechohabiente quiera adquirir sistemas de aire acondicionado, calentadores solares de agua, optimizadores de tensión y sistemas fotovoltaicos interconectados a la red. Con el ahorro generado por la instalación de dichas tecnologías, se paga el crédito de manera que no afecte la economía familiar.

En el futuro, se debe buscar fortalecer el componente social que no sólo incorpore la participación de la población en el desarrollo de proyectos de pequeña, mediana y gran escala, sino que, sensibilice a las comunidades de los beneficios que éstos pueden brindar, tales como: el empoderamiento del ciudadano; la reducción gradual de su consumo eléctrico y, por tanto, en su recibo de luz, y el impacto positivo en la salud de las personas y en el medio ambiente, al sustituir fuentes convencionales, como la leña por la energía fotovoltaica por medio de techos solares.

---

<sup>30</sup> Secretaría de Energía, “Concluyó el programa ahórrate una luz con la entrega de 39, 799, 447 lámparas ahorradoras”, 22 de diciembre de 2017, disponible en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/concluyo-el-programa-ahorrate-una-luz-con-la-entrega-de-39-799-447-lamparas-ahorradoras>.

<sup>31</sup> Infonavit, “Hipoteca Verde”, 2018, disponible en: [http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido\\_mi\\_casa/hipoteca+verde](http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido_mi_casa/hipoteca+verde).

De esta forma, la transición hacia las tecnologías limpias con un enfoque social fortalece la seguridad energética, apoya el crecimiento económico y la competitividad, además de que reduce la pobreza energética y contribuye a mitigar el cambio climático. Por lo anterior, este es un tema fundamental que debe formar parte integral de cualquier discusión sobre el futuro del sector energético en México.

## V. ¿QUÉ HACE FALTA?

Si bien se han registrado avances significativos en la transición energética hacia el uso de energías limpias en nuestro país, aún queda mucho por hacer.

Uno de los principales desafíos a atender es la intermitencia inherente a la naturaleza de energías renovables como la fotovoltaica y la eólica. Es decir, a diferencia de las tecnologías convencionales constantes como el carbón, gas, diésel e hidroeléctricas, las tecnologías intermitentes se caracterizan por ser variables y fuertemente dependientes de las condiciones climáticas diarias. A medida que estas tecnologías alcancen mayores niveles de penetración, la intermitencia asociada a éstas puede llegar a ser muy importante, impactando la confiabilidad del sistema eléctrico y por ende la seguridad energética del país.<sup>32</sup>

En ese sentido, la incorporación de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica representaría un medio para enfrentar el problema de intermitencia, y garantizar la seguridad de suministro, al tiempo que se diversifica la matriz energética. La idea es que al almacenar la energía extraída de estos recursos renovables, ésta pueda estar disponible en el momento que el usuario la requiera. Esto enfrenta el reto de contar con reservas explotables, socialmente sustentables y suficientes de materiales como el litio y el cobalto, que son insumos fundamentales en la elaboración de baterías de almacenamiento.

Para entender la importancia de la consolidación de un mercado eficiente de almacenamiento, basta con conocer la experiencia californiana. Uno de sus principales hitos tuvo lugar en octubre de 2015, cuando ocurrió una fuga de gas natural masiva en la terminal de Aliso Canyon, en las

---

<sup>32</sup> Pica, André, “Los desafíos de la utilización de energías renovables no convencionales intermitentes”, Pontificia Universidad Autónoma de Chile, agosto de 2015, disponible en: <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2015/09/N%C2%B0-81-Los-desaf%C3%ADos-de-la-utilizaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADas-renovables-no-convencionales-intermitentes.pdf>

afueras de Los Ángeles. Dicha fuga puso en riesgo la seguridad energética y ambiental del estado, por lo que el regulador estatal, aprobó la instalación de más de 100 MW en proyectos de almacenamiento.<sup>33</sup> Es decir, ante este tipo de emergencias, las tecnologías de almacenamiento se han evidenciado como una solución ágil y efectiva.

De esta manera, California ha asumido un liderazgo en la instalación de proyectos de almacenamiento a gran escala. Prueba de ello es que ha establecido como meta contar con 1,325 MW de capacidad de almacenamiento para 2020. De acuerdo con el Departamento de Energía de Estados Unidos, California cuenta con altos estándares de energía renovable e incentivos para su instalación. De hecho, sólo en 2016, más de 25 mil personas trabajaron en la industria de almacenamiento de energía en el estado.<sup>34</sup>

En México se ha identificado un potencial de crecimiento para el mercado del almacenamiento de 2,333 MW en los próximos diez años.<sup>35</sup> Dado que el almacenamiento es visto como un facilitador de la integración de las energías renovables, este conjunto de tecnología puede tener un impacto positivo para su desarrollo y despliegue en el país. Por lo anterior, el 29 de enero de 2019, la CRE aprobó un acuerdo que define y reconoce los distintos servicios que las tecnologías de almacenamiento pueden ofrecer al sistema eléctrico. Este acuerdo constituye un primer paso hacia la consolidación de un marco regulatorio robusto que permita aprovechar todos los beneficios que el almacenamiento puede aportar al sistema eléctrico y que su remuneración se base en ese valor.

El hecho de que las tecnologías de almacenamiento sean más baratas y confiables, trae beneficios no sólo al sector eléctrico, sino que a su vez revolucionará el sector transporte. Incluso, es gracias a un menor costo de las baterías y de la electricidad, que los automóviles con motores eléctricos han registrado costos cada vez más competitivos.

Se estima que hacia 2040, 33% de los vehículos en circulación a nivel mundial serán vehículos eléctricos. Además, gracias a una mayor adopción de este tipo de vehículos, se dejarán de utilizar 7.3 millones de barriles de

---

<sup>33</sup> *The New York Times*, “A Big Test for Batteries”, 14 de enero de 2017, disponible en: <https://www.nytimes.com/2017/01/14/business/energy-environment/california-big-batteries-as-power-plants.html>

<sup>34</sup> U.S. Department of Energy, “2017 U.S. Energy and Employment Report”, disponible en: <https://energy.gov/downloads/2017-us-energy-and-employment-report>.

<sup>35</sup> Quanta Technology, “Feasibility Study for Large Scale Energy Storage Systems in Brazil, Colombia and Mexico”, 2017, Project performed by Quanta Technology for ISA, under USTDA financial support.

combustible para el transporte cada día.<sup>36</sup> Cabe destacar que, sólo en 2017, se vendieron más de 1 millón de autos eléctricos, siendo China el país líder con más de la mitad de las ventas globales.<sup>37</sup>

En México, desde 2016, se han vendido 692 vehículos eléctricos,<sup>38</sup> mientras que se han instalado 1,894 electrolinerías en el país.<sup>39</sup> Además, a fin de facilitar su adopción, en México existen diversos incentivos para promover el uso de vehículos eléctricos. A nivel federal, se ha implementado la exención del Impuesto sobre Automóviles Nuevos (ISAN), además, la CFE facilita la instalación de un medidor independiente, lo que permite diferenciar el consumo eléctrico del vehículo del resto del hogar (evitando un aumento significativo en el recibo de luz). A nivel estatal, se han implementado incentivos como: la exención al pago de tenencia, la exención de la verificación ambiental, el Engomado “E”, las placas verdes y el estacionamiento preferencial con opción de carga.<sup>40</sup>

Con la finalidad de acelerar el despliegue de este tipo de tecnologías, en 2018, la CRE emitió una regulación que facilita la instalación y operación de electrolinerías públicas a nivel nacional.

## VI. CONCLUSIONES

Si bien México está comprometido con un futuro más limpio, la transición energética es una tendencia que día con día cobra una mayor importancia y es parte no sólo de un esfuerzo nacional, sino de una transformación global.

La descarbonización debe lograrse de forma que se fomente el crecimiento económico continuo y sostenible. Es decir, una nueva inversión en el sector energético puede ayudar a impulsar el crecimiento. La búsqueda agresiva de la eficiencia energética ayuda a reducir la pobreza energética y mejora el acceso a la energía. Las nuevas tecnologías que permiten mejoras notables en la eficiencia energética son posibles, incluso a nivel doméstico.<sup>41</sup>

---

<sup>36</sup> Bloomberg New Energy Finance, “Electric Vehicle Outlook 2018”, 2018, disponible en: <https://bnef.turl.co/story/evo2018?teaser=true>.

<sup>37</sup> IEA, “Global EV Outlook 2018”, disponible en: <https://www.iea.org/geo2018/>.

<sup>38</sup> Con información de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, al cierre de 2018.

<sup>39</sup> Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico. Información a julio de 2018.

<sup>40</sup> ChargeNow, “Beneficios para los vehículos eléctricos en México”, disponible en: <http://www.chargenow.mx/incentivos-para-vehiculos-electricos-en-mexico/>.

<sup>41</sup> The Solutions Journal, “Decarbonizing the World Economy”, mayo 2016, disponible en: <https://www.the-solutions-journal.com/article/5698/>.

Las implicaciones sociales de la descarbonización pueden ser muy positivas en la medida en que haya oportunidades para que las comunidades y los individuos se involucren directamente en el desarrollo de acciones apropiadas para reducir su consumo energético y, por tanto, las emisiones contaminantes a la atmósfera.

De esta manera, los gobiernos tienen un papel fundamental en hacer posible esa inclusión por medio de: programas focalizados de acceso a la energía para comunidades marginadas; regulaciones que democratizen la adopción de las energías limpias para todo tipo de usuarios; créditos o incentivos fiscales que impulsen la adopción de tecnologías sustentables en los hogares y edificios; programas de eficiencia energética para la reducción de consumo energético a lo largo y ancho del país, y campañas de comunicación para informar a las poblaciones rurales y urbanas de los beneficios de la transición energética.

Gracias a los esfuerzos llevados a cabo del 2000 a la fecha, hoy podemos decir que las bases están cimentadas y la transición energética ya está en marcha. En el futuro, el gobierno, la industria y la sociedad en general debemos trabajar de la mano para consolidar el desarrollo de un sector energético limpio, seguro y de rostro social, que detone inversiones y fuentes de empleo en beneficio de las familias mexicanas y de la economía nacional.

La Administración Federal 2018-2024 ha manifestado públicamente su intención de seguir impulsando la transición hacia las energías limpias en nuestro país. A abril de 2019 continúan los trabajos del Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual seguramente tendrá entre sus prioridades energéticas el fomento de las tecnologías bajas en carbono.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ, abril de 2018.

BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE, “Electric Vehicle Outlook 2018”, 2018, disponible en: <https://bnefturl.co/story/evo2018?teaser=true>.

CENTRO MARIO MOLINA, “Acuerdos de Cancún, COP16”, disponible en: <https://centromariomolina.org/acuerdos-de-cancun-cop16/>.

CHARGENOW, “Beneficios para los vehículos eléctricos en México”, disponible en: <http://www.chargenow.mx/incentivos-para-vehiculos-electricos-en-mexico/>.

COMISIÓN EUROPEA, Photovoltaic Geographical Information System, disponible en: [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_download/map\\_pdfs/G\\_hor\\_DE.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_pdfs/G_hor_DE.pdf).

COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA, Permisos de generación otorgados por la CRE, a partir de 2014, a centrales eléctricas que entrarán en operación antes de 2021.

GARCÍA ALCOCER, Guillermo, “El sol sale para todos”, *El Universal*, 17 de septiembre de 2018, disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/cartera/el-sol-sale-para-todos>.

IEA, “Global EV Outlook 2018”, disponible en: <https://www.iea.org/gevo2018/>.

INEEL, “Certificación de cogeneradores eficientes”, 2014, disponible en: <https://www.ineel.mx//boletin012014/breve02.pdf>.

INEEL, “El Programa Especial de Energías Renovables”, noviembre de 2011, disponible en: [https://www2.ineel.mx/proyectofotovoltaico/FOROFV\\_2011/FOROFV\\_MEXICO\\_2011/JUEVES\\_10\\_NOV\\_2011/03\\_Lic\\_Ivan\\_Benicio\\_Michel\\_Duenas\\_SENER.pdf](https://www2.ineel.mx/proyectofotovoltaico/FOROFV_2011/FOROFV_MEXICO_2011/JUEVES_10_NOV_2011/03_Lic_Ivan_Benicio_Michel_Duenas_SENER.pdf).

INFONAVIT, “Hipoteca Verde”, 2018, disponible en: [http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido\\_mi\\_casa/hipoteca+verde](http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido_mi_casa/hipoteca+verde).

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, “IRENA Membership”, 2018, disponible en: <https://www.irena.org/irenamembership>.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, “Energy Transition”, disponible en: <http://www.irena.org/energytransition>.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, “Global Energy Transition: a Roadmap to 2050”, p. 7, disponible en: [http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA\\_Global\\_Energy\\_Transformation\\_2018\\_summary\\_EN.pdf?la=en&hash=2335A542EF74D7171D8EC6F547C77395BDAF1CEE](http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Global_Energy_Transformation_2018_summary_EN.pdf?la=en&hash=2335A542EF74D7171D8EC6F547C77395BDAF1CEE).

PICA, André, “Los desafíos de la utilización de energías renovables no convencionales intermitentes”, Pontificia Universidad Autónoma de Chile, agosto 2015, disponible en: <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2015/09/N%C2%B0-81-Los-desaf%C3%ADos-de-la-utilizaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADas-renovables-no-convencionales-intermitentes.pdf>.

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES AMERICA, disponible en: <http://www.pnas.org/content/106/27/10933/F7.expansion.htm>.

PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA DEL SECTOR ELÉCTRICO. Información a julio de 2018.

QUANTA TECHNOLOGY, “Feasibility Study for Large Scale Energy Storage Systems in Brazil, Colombia and Mexico, 2017”, Project performed by Quanta Technology for ISA, under USTDA financial support.

REUTERS, “Bioenergy leads growth in renewable energy consumption to 2023: IEA”, disponible en: <https://uk.reuters.com/article/us-iea-renewables/bioenergy-leads-growth-in-renewable-energy-consumption-to-2023-iea-idUKKCN1MH123>.

- SECRETARÍA DE ENERGÍA, “Concluyó el programa ahórrate una luz con la entrega de 39, 799, 447 lámparas ahorradoras”, 22 de diciembre de 2017, disponible en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/concluyo-el-programa-ahorrarte-una-luz-con-la-entrega-de-39-799-447-lamparas-ahorradoras>.
- SECRETARÍA DE ENERGÍA, “El Fondo del Servicio Universal Eléctrico FSUE, tiene como objetivo alcanzar para 2018 el 99% de la cobertura eléctrica nacional”, 13 de noviembre de 2017, disponible en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/el-objetivo-del-fondo-de-servicio-universal-electrico-es-alcanzar-para-2018-el-99-por-ciento-de-la-cobertura-electrica-nacional?idiom=es>.
- SECRETARÍA DE ENERGÍA, *Estrategia de Transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*, 2016, disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110\\_1300h\\_Estrategia\\_CCTE-1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110_1300h_Estrategia_CCTE-1.pdf).
- SECRETARÍA DE ENERGÍA, “Informe sobre la participación de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad en México al 31 de diciembre de 2012”, publicado en 2013, disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/25600/Informe\\_Renovables\\_2012.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/25600/Informe_Renovables_2012.pdf).
- SECRETARÍA DE ENERGÍA, “PRODESEN Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional, 2018-2032”, disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>.
- SECRETARÍA DE ENERGÍA, “Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027”, publicado en 2013, disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62949/Prospectiva\\_del\\_Sector\\_El\\_ctrico\\_2013-2027.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62949/Prospectiva_del_Sector_El_ctrico_2013-2027.pdf).
- SECRETARÍA DE ENERGÍA, “Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide la metodología para la determinación de los cargos correspondientes a los servicios de transmisión que preste el suministrador a los permisos con centrales de generación eléctrica con fuentes de energía renovable o cogeneración eficiente”, *Diario Oficial de la Federación*, abril de 2010, disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5139525&fecha=16/04/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5139525&fecha=16/04/2010).
- SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN, “Decreto Promulgatorio del Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), hecho en Bonn, el veintiséis de enero de dos mil nueve”, *Diario Oficial de la Federación*, abril de 2011, disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5184471&fecha=01/04/2011](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5184471&fecha=01/04/2011).
- SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN, Decreto por el que se expide la Ley de Transición Energética, *Diario Oficial de la Federación*, diciembre de 2015, disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015).
- SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES, “México presenta su INDC para el periodo 2020-2030”, marzo de 2015, disponible en: <https://embamex.sre.gob.mx/hungria/index.php/es/noticias/7-noticias-de-mexico/238-mexico-presenta-su-indc-para-el-periodo-2020-2030>.

- SOLARGIS, “Download solar resource maps and GIS data for 180+ countries”, disponible en: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/mexico>.
- THE NEW YORK TIMES, “A Big Test for Batteries”, 14 de enero de 2017, disponible en: <https://www.nytimes.com/2017/01/14/business/energy-environment/california-big-batteries-as-power-plants.html>.
- THE SOLUTIONS JOURNAL, “Decarbonizing the World Economy”, mayo de 2016, disponible en: <https://www.thesolutionsjournal.com/article/5698/>.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, “2017 U.S. Energy and Employment Report”, disponible en: <https://energy.gov/downloads/2017-us-energy-and-employment-report>.