

## LA ALTERNATIVA DE LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN MÉXICO

ROBERTO BEST Y BROWN\*  
GUADALUPE PÉREZ MORALES\*\*

La creciente demanda de energía es una de las problemáticas que definirán el destino de México y el mundo en el siglo que comienza. La energía que se utilice en el futuro deberá permitir un desarrollo sustentable; el reto es transitar hacia este futuro sin poner en riesgo nuestra capacidad de satisfacer los requerimientos energéticos del país y del mundo.

Como se sabe, las fuentes primarias de energía que dominan en el mundo son los hidrocarburos, que en la actualidad constituyen 80% de toda la energía primaria producida y consumida.

En México, la dependencia es mayor: en el año 2016, 86.8% de la producción de energía primaria correspondió a combustibles fósiles (62.57% petróleo, 23.073% gas y 3.29% carbón). Aunque México exporta petróleo, una parte importante del gas, los petrolíferos y el carbón es importada. En el transcurso de 2016, el consumo de energía en México superó 18.5% a la producción de energía primaria. Las energías renovables representaron 8.4% de la producción de energía primaria, donde la leña, el bagazo de caña y el biogás contribuyeron con 4.69% y la hidroenergía con 1.49%; otras energías renovables como la geoenergía, la solar y la eólica sólo 2.3% (SENER, 2016).

La sustentabilidad energética es un enorme reto, por lo siguiente:

- La demanda energética mundial está en continuo aumento a un ritmo de crecimiento anual de 0.6% entre 2014 y 2015.
- A medida que crece la población (se prevé que de los 7.6 miles de millones de habitantes en el planeta, hoy en día se llegue a los 8.6

\* Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos.

\*\* Posgrado en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

miles de millones en el año 2030), y a medida que las economías crecen, millones de personas en todo el mundo disfrutan de los beneficios de un estilo de vida que requiere cantidades de energía cada vez mayores.

- Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), en su escenario de referencia, la demanda mundial de petróleo evolucionará de 84 millones de barriles al día en 2005 a 100 millones de barriles diarios en 2030, es decir, se incrementará un 38% más en este periodo.

Esto representa un reto colosal en términos de inversiones, en particular en un contexto de declinación de las reservas y las plataformas de producción de petróleo.

Los descubrimientos de nuevos yacimientos de fuentes energéticas tradicionales y no tradicionales, como el gas y el petróleo de esquistos (*shale oil* o *shale gas*), se producen principalmente en lugares donde los recursos son difíciles de extraer, ya sea por motivos físicos, económicos o incluso políticos. ¿Cuándo tocará techo la producción mundial de petróleo? Algunos sugieren que fue en 2012, otros más el 2020 y algunos otros el 2050. A partir de ese momento la producción disminuirá.

Por tercer año consecutivo, las emisiones de gases de efecto invernadero asociados al uso de combustibles fósiles y la industria se mantuvieron sin crecimiento en el 2016, debido a una disminución en el uso de carbón a nivel mundial, pero también a un uso más eficiente de la energía y un uso cada vez mayor de las energías renovables. Adicionalmente, ya es un lugar común decir que la producción de gases de efecto invernadero, principalmente el bióxido de carbono debido al uso intensivo de los hidrocarburos, son los precursores del incremento de la temperatura media global y, consecuentemente, del llamado cambio climático, con todas las consecuencias para los seres humanos que ello implica.

Sin embargo, las expectativas para el año 2030 de la AIE y del World Energy Outlook consisten en que, pese a un crecimiento extraordinario de las energías renovables (ER), las energías convencionales seguirán dominando. El porcentaje correspondiente al consumo de petróleo se mantiene o disminuye, pero es absorbido por un incremento en el uso de gas natural y un incremento de 100% en el uso de las nuevas energías renovables que se duplica, de 1% a 2%. Estas expectativas muestran que al incrementarse el uso del carbón se incrementará, en consecuencia, la producción de GEI. Por todo lo anterior, es urgente una utilización más racional de la energía y la sustitución de los combustibles fósiles por otros tipos de energía.

Ante esta situación energética mundial y nacional, México requiere un cambio de paradigma energético. Es inevitable preguntarse: ¿con cuáles

fuentes energéticas se puede enfrentar el agotamiento de los yacimientos de combustibles fósiles, que a la vez permitan la conservación del medio ambiente para un desarrollo sustentable? Esto se debe lograr sin tensiones geopolíticas dramáticas originadas por el control de los yacimientos de los hidrocarburos y sin la degradación irreversible del medio ambiente natural, particularmente debida a las emisiones de gases de efecto invernadero. El uso racional y eficiente de las actuales fuentes energéticas y las energías alternativas —energías renovables y la energía nuclear— podrían ser la solución a este problema.

Sin embargo, el accidente nuclear de Fukushima del 11 de marzo de 2011, consecuencia del terremoto y del tsunami, ha abierto la discusión sobre la conveniencia de la energía nuclear como opción para la generación eléctrica. Las energías renovables (ER) ofrecen más que energía:

- Reducen los riesgos de la volatilidad de precios de los hidrocarburos.
- Contribuyen a la seguridad energética, mitigan el cambio climático.
- Reducen los impactos locales en el medio ambiente y la salud.
- Promueven el desarrollo regional y crean empleos.

No obstante, los mercados por sí solos rara vez toman en cuenta el valor de estos beneficios no energéticos (externalidades), e incluso las ventajas económicas más tangibles, como la reducción de riesgos, no se consideran en las evaluaciones financieras de los proyectos. Para que los países puedan aprovechar a gran escala sus propios recursos naturales, es necesario valorar estos beneficios no energéticos (Foro Internacional de Políticas Públicas para Energías Renovables, 2006).

Las fuentes renovables de energía son aquellas que por su cantidad, en relación con los consumos que los seres humanos pueden hacer de ellas, son inagotables y su propio consumo no afecta al medio ambiente. Ellas son: la energía solar, la eólica, la biomasa, la geotérmica, las pequeñas centrales hidráulicas y la oceánica.

Sólo como un ejemplo de la abundancia de las fuentes de ER, baste decir que la energía solar recibida cada diez días sobre la Tierra equivale a todas las reservas conocidas de petróleo, carbón y gas. En México tenemos un potencial energético de ER realmente enorme, particularmente solar. Con sólo una superficie aproximadamente de 4 225 kilómetros cuadrados (un cuadrado de 65 kilómetros de lado), que bien podrían ubicarse en los estados de Sonora o Chihuahua (los de mayor insolación), y usando las tecnologías termosolares de potencia y fotovoltaicas existentes, considerando sus factores de planta de 25%, se podrían instalar los aproximadamente 50 GW

de los casi 75 GW que actualmente tiene el país para satisfacer las necesidades del fluido eléctrico. Después del solar, el eólico, la biomasa, la geotermia y la oceánica son los recursos que se consideran más abundantes en el país.

Varios países del mundo han reconocido lo anterior, y ya desde hace varias décadas vienen trabajando en la investigación científica y tecnológica para aprovechar las ER, así como en la implementación de políticas y programas para su uso masivo. Gracias a ello, el costo de las tecnologías que usan las ER se han reducido significativamente y se ha generado un mercado mundial creciente de dichas tecnologías, que en 2016 fue de 241 mil millones de dólares estadounidenses. Sin embargo, todavía hay muchísimo por descubrir y desarrollar en este campo.

#### SITUACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MUNDO

En el año 2016 continuaron bajos los precios de los combustibles fósiles, pero se dio también una dramática disminución en los precios de varias tecnologías renovables. El año 2016 mostró un crecimiento en capacidad instalada y en producción, principalmente en el sector de potencia que creció en 161 GW, llegando a un total 2 017 GW (REN 21, 2016). La potencia fotovoltaica creció en forma impresionante, llegando a valores del 47% del total de ER instalados; una cifra impresionante es que en promedio se instalaron en el 2016, 30 mil paneles fotovoltaicos cada hora (REN 21, 2017), el resto se cubrió básicamente con eólica e hidráulica que contribuyeron con 34% y 15.5%, respectivamente. EN 2016 predominaron las plantas de gran capacidad operadas por empresas eléctricas, y el tamaño de las mismas también crecieron.

En lo que se refiere al transporte, los combustibles líquidos siguen aportando la mayor parte de la ER en el sector, pero la electrificación para el uso de autos eléctricos sigue creciendo. En hidráulica se tiene ya una capacidad total instalada de 1096 GW, de eólica 487 GW y de generación fototérmica 4.8 GW. La producción de etanol se mantuvo estable y los demás biocombustibles crecieron moderadamente.

En el año 2016 las energías renovables contribuyeron con 19.3% de la energía final global y continuará creciendo año con año; destacan, como ya se mencionó, la energía fotovoltaica y viento. Recientemente, la energía solar térmica de potencia también ha tenido incrementos importantes. Este porcentaje de contribución se ha incrementado debido a tres razones principales:

- Preocupación por el cambio climático.
- Preocupación por el decremento en las reservas de los combustibles fósiles (o por su incremento de precio se acabó el petróleo barato).
- La impresionante reducción en el costo de varias energías renovables, como la fotovoltaica y la eólica.

La gran mayoría de la nueva capacidad instalada de renovables se dio en los países en desarrollo y en China, que se ha convertido por los últimos ocho años en el principal desarrollador de potencia y energía térmica con renovables. Este desarrollo existe porque ha habido constancia en las políticas energéticas en muchos de los países que se han fijado metas de participación de las energías renovables, continuándolas aun con la crisis económica. Las energías renovables, principalmente la fotovoltaica como energía distribuida, se presentan como una opción económica para los más de mil millones de personas que carecen de electricidad.

El mundo se mueve hacia un mayor uso de ER y las perspectivas mundiales de uso de fuentes primarias de energía indican que en 2050 el mundo dependerá más de fuentes renovables que de no renovables (Shell International Limited, 2003; REN 21). Desde el punto de vistas de costos de inversión y de generación de la energía eléctrica, en la tabla 1 se muestra cómo las tecnologías renovables tienen costos de inversión y producción muy abordables, cercanos a los costos de tecnologías no renovables.

TABLA 1  
COSTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA  
DE VARIAS ENERGÍAS RENOVABLES

<i>Tecnología</i>	<i>Costo LCOE US\$/kWh*</i>
Eólica	0.065-0.083
Fotovoltaica	0.050-0.140
Fototérmica	0.184
Biomasa	0.050
Minihidroelectricidad	0.050
Geotermia	0.060

FUENTE: \* REN 21 (2017), disponible en <www.ren21.net>.

En el caso de las plantas eoloeléctricas, minihidroeléctricas y termoeléctricas con biomasa, los costos de la energía eléctrica llegan a ser menores que con plantas convencionales (aun en el caso de la fotovoltaica). Esto sin contar los precios actuales y futuros de los combustibles fósiles y, desde luego, sin considerar los costos asociados a las externalidades, es decir, los costos asociados a la reparación de los daños al medio ambiente provocados por todo el proceso de transformación de combustibles fósiles en energía eléctrica. Por ejemplo, un estudio reciente auspiciado por la CEPAL y la Semarnat estimó en más de seis pesos mexicanos el costo adicional que tendría cada kilowatt/hora, considerando las externalidades de las plantas termoeléctricas mexicanas; desde luego, estos costos no son actualmente considerados.

Tomando en cuenta estos costos de inversión y de generación eléctrica, ya se ha abierto —a través de la aprobación y publicación en el *Diario Oficial de la Federación* del 27 de junio del 2007, a partir del modelo de contrato de interconexión a la red eléctrica nacional para sistemas fotovoltaicos— la posibilidad de que las edificaciones puedan generar su propia energía eléctrica o al menos una buena parte de ésta, e incluso poder vender a la CFE la energía eléctrica producida empleando tecnologías renovables, lo que podría constituir uno de los elementos fundamentales de la llamada generación distribuida, donde el usuario pasa de ser un consumidor a un productor de energía eléctrica, logrando con esto evitar el crecimiento desmedido de las centrales eléctricas y, desde luego, evitando la necesidad de consumir combustibles no renovables. Bajo un esquema de este tipo, el consumidor y usuario, ahora productor, podría pasar de un papel pasivo a un papel activo; además le permitiría diversificar las tecnologías de generación eléctrica e implementar programas de ahorro y uso eficiente de energía para optimizar su sistema de generación eléctrica. Esta actitud puede también formar a un usuario más consciente del valor de los energéticos, de entender mejor la dificultad de generar la electricidad y de la necesidad de disminuir los impactos ambientales ocasionados por su generación.

#### SITUACIÓN ACTUAL DEL USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO

Con la situación que se ha planteado de los hidrocarburos, resultan importantes para México dos aspectos cruciales. Por un lado, el país no puede depender de un recurso que está declinando, el cual el día de mañana necesite importar masivamente a precios altos. Las consecuencias económicas, financieras y sociales para el país serían devastadoras. Por otro lado, el

país tiene la oportunidad de sacar más provecho de los bajos recursos económicos provenientes de la venta del petróleo para hacer inversiones inteligentes en el sector petrolero, en investigación y desarrollo, que prolonguen los beneficios de este recurso y permitan transitar hacia una matriz energética sustentable que contribuya al desarrollo nacional basada en las fuentes renovables de energía que, como ya se dijo, existen en abundancia en nuestro país.

México cuenta con abundancia de recursos en ER (mucho más que de hidrocarburos) y con recursos humanos capaces de generar investigación y desarrollo para apropiarse o crear las tecnologías necesarias y promover una industria nacional. Sin embargo, a pesar de lo ya dicho y del reciente debate nacional sobre la llamada Reforma Energética, sigue existiendo en el país una gran ignorancia en el tema, particularmente de los desarrollos y las investigaciones que se realizan en México.

La tabla 2 muestra la evolución de los años 2006 al 2016 sobre el uso de algunas de las tecnologías renovables en México, como son el calentamiento solar de agua y la generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos; esto permite afirmar que México posee una larga experiencia en el desarrollo de estos proyectos, que posee una experiencia acumulada de varios años y que además va desarrollando normas técnicas para el mejor uso y aplicación de varias tecnologías renovables (SENER, 2016).

TABLA 2  
EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO

<i>Tipo de energía renovable</i>	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Calentadores solares planos. Total instalados (miles de m <sup>2</sup> )	839.70	1 159.60	1 665.50	2 208.20	2 809.80	3 547.20
Módulos fotovoltaicos. Total de capacidad instalada (kW)	17 633.00	19 406.40	28 620.00	59 920.00	116 170.00	198 537.47

FUENTE: SENER (2016), *Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*, Secretaría de Energía (SENER), 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)>.

Quizá la tecnología solar más antigua y más utilizada en México sea la del calentamiento solar de agua, utilizando calentadores solares planos, fabricados con tubos y aletas de cobre, y también fabricados con plástico, cuya principal aplicación es el calentamiento de agua para albercas, así como para casas habitación. Recientemente se han introducido de manera muy exitosa los sistemas de tubos de vidrio al vacío fabricados en China; esta aplicación no es de extrañarse, dado que México posee uno de los potenciales de irradiación solar más altos del mundo.

En México, la capacidad instalada de producción eléctrica con energías renovables fue en el año 2016, de 25.2% del total. La principal energía renovable en el país es la energía hidroeléctrica; sin embargo, la energía eólica y solar han presentado el mayor crecimiento en la última década (del 2006 al 2016), la capacidad instalada de la energía eólica ha aumentado 110.3% y la energía solar ha aumentado 33.6% (SENER, 2017).

En la capacidad instalada de energías renovables al año 2016, el 17% del total corresponde a hidroeléctricas, las centrales eólicas representan 5%, geotermia 1.2%, biomasa 1.2 % y solar fotovoltaica 0.5 por ciento.

De acuerdo con la Prospectiva de Energías Renovables 2017-2031, las energías renovables que tienen el más alto potencial probado de generación eléctrica son la energía solar con 25 052 GWh/a y la energía eólica con 20 104 GWh/a. Las energías hidráulica, geotérmica y biomasa presentan energías con un menor potencial probado con 4 920 GWh/a, 2 610 GWh/a y 3 326 GWh/a, respectivamente. Se estima que en el periodo 2017-2031, la energía solar fotovoltaica incrementará la capacidad instalada, pasando de 388.6 MW en 2016 a 7 830 MW en 2031. En cuanto a energía eólica, en México se tenían 3 734 MW de capacidad instalada en el año 2016 y se prevé que incremente a 17 233 MW para el año 2031.

El potencial de la bioenergía en México se estima entre tres mil y 5 440 PJ por año, equivalente a 5480% de la oferta de la energía bruta primaria consumida en México, destacando el potencial energético de la biomasa proveniente del manejo y explotación de los bosques naturales, de las plantaciones forestales, de los subproductos agrícolas y de los cultivos energéticos. Con la entrada en vigor, en enero de 2008, de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, se inició la explotación de la primera generación de los llamados biocombustibles o biocarburantes (biodiesel y etanol carburante), que contrario a las energías arriba mencionadas, éstos han tenido un lento crecimiento.

Las principales fuentes de bioenergías utilizadas son de residuos orgánicos y en general biomasa. La capacidad instalada de biocombustibles en el año 2016 fue de 881.5 MW, de los cuales 798.3 MW corresponde a bagazo de caña y 83.1 MW a biogás; se prevé un incremento de generación eléc-

trica de combustible proveniente de biogás, bagazo y residuos sólidos de 141 668 TJ entre 2017 y 2031, en donde la capacidad instalada aumentaría a 2 239 MW en el año 2031.

La visión de largo plazo de la Secretaría de Energía prevé que, si continúa aprovechando las nuevas herramientas institucionales de regulación, para el año 2024 la capacidad de generación eléctrica con energías limpias (nuclear y ER), incluyendo grandes hidroeléctricas, podría llegar a 35% del total (Kessel, 2010). Estas previsiones se pueden cumplir o no, ya que el gobierno federal no ha fijado metas específicas, como sucede en otros países.

Por otro lado, es relativo que se diga que México se convertirá en el país más avanzado en energías renovables de América Latina si sólo se contempla la compra de tecnología extranjera, sea eólica, solar o de biomasa. Se requiere de una política energética de Estado que apoye que el país desarrolle y se apropie de las tecnologías a mediano y a largo plazo.

En este contexto, el gobierno mexicano empezó a dar los primeros pasos hacia un cambio de paradigma energético en el año 2008, cuando se publicó la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE). Con dicha ley se institucionalizó la creación de un Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de Energía, con el objetivo de apoyar la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (ENTE), para promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables y la eficiencia energética. También se desarrollaron otros programas, como el Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua 2007-2012 (Procalsol) y el Programa de Hipotecas Verdes de Infonavit.

Aunque dichas acciones promovían la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el incremento de las energías renovables, la participación de los hidrocarburos en la matriz energética continuó en aumento.

A partir del año 2014, a raíz de la reforma energética, se aprobaron leyes que hoy en día rigen el aspecto legal de la energía en México. El marco legal que aborda los temas relacionados a las energías renovables se encuentra en la Ley de la Industria Eléctrica y en la Ley de Transición Energética, esta última entró en vigor en 2015 y abrogó las leyes para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. La Ley de la Industria Eléctrica tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la energía eléctrica y la reducción de emisiones contaminantes, establece que este objetivo se alcanza impulsando las energías limpias, las cuales contemplan: a la energía del viento, la radiación solar, la energía oceánica,

yacimientos geotérmicos, la bioenergía hidrógeno, la energía de hidroeléctricas, energía nucleoelectrica, centrales de cogeneración, la energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento de carbono, y tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono. Sin embargo, la definición de energías limpias parece ser un retroceso al avance hacia una mayor participación de energías renovables, debido a que se continúa promoviendo a combustibles fósiles, que aunque sus emisiones son relativamente menores, son combustibles no sustentables.

El marco legal en el que se aborda a más profundidad el aprovechamiento energético de los recursos renovables es la Ley de Transición Energética, que mediante la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpio, se establecen las metas para la reducción de emisiones contaminantes originadas por la industria eléctrica, bajo criterios de viabilidad económica, y reducir la dependencia del país de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía.

En las líneas de acción de tal estrategia, que entre sus propósitos tiene reducir la dependencia del país de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía en el mediano plazo, mediante el ahorro y uso eficiente de energía, así como el aprovechamiento de energías limpias y desarrollo de infraestructura integradora. Estos propósitos, aunque plantean acciones para incrementar el uso de las energías renovables tales como bioenergía, energía solar, eólica, geotérmica, del océano e hidráulica, le da preferencia a los combustibles fósiles, como el gas natural.

Incluso los programas Especial de la Transición Energética (PETE) y Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, que son los programas mediante los cuales se ejecutan las líneas de acción planteadas en la estrategia, están orientados a la promoción de gas natural.

Entre las líneas de acción del PETE —que explícitamente aborda a las energías renovables— se encuentran las siguientes: fortalecer el marco regulatorio y normatividad que permitan proyectos de geotermia, desarrollar programas y proyectos de bioenergía y fomentar la creación de programas de aprovechamiento de la tecnología solar con aplicaciones industriales. Mientras que las líneas de acción del PRONASE son fortalecer programas de uso de calentadores solares de agua en los sectores de consumo final. Aunque estas medidas son importantes para el fortalecimiento de las energías renovables, podrían plantearse acciones más ambiciosas.

Hay que reconocer que estas iniciativas han permitido el incremento de la participación de energías renovables en el sistema energético, pero se requiere doblar el esfuerzo. Esta visión de Estado debe de incluir necesariamente el diseño de un plan estratégico de investigación, desarrollo tecnológico y for-

mación de recursos humanos en el sector que esté a la altura de los retos del país.

#### ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

En el Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables (EAER) se incluye la Estrategia 6 de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Las líneas de acción planteadas en el documento son:

- Fomentar la cooperación internacional en investigación y desarrollo tecnológico en materia de las energías renovables, así como tratados y acuerdos de entendimiento.
- Establecer redes nacionales de colaboración entre centros de investigación, a nivel internacional e internacional, afines a temas de energías renovables.
- Fortalecer la orientación de los trabajos de investigación del sector energético en esta materia.
- Apoyar el desarrollo de soluciones y aplicaciones tecnológicas en materia de energías renovables a nivel local.
- Apoyar el desarrollo de recursos humanos capacitados en esta materia para la creación e implementación de proyectos de energías renovables, a través de las convocatorias que emita el Fondo Sectorial de Sustentabilidad Energética.

Un paso importante en esa dirección ha sido la creación reciente de los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIE's), que son agrupaciones de centros de investigación públicos o privados, instituciones de educación superior, empresas y entidades gubernamentales que tienen el objetivo de trabajar en conjunto sobre proyectos dedicados a desarrollar tecnologías, productos y servicios, que permitan a nuestro país aprovechar su enorme potencial en las principales energías renovables. Impulsar la innovación a través de la adopción, transferencia y asimilación de tecnología novedosa. Sus objetivos son:

- Vincular a la academia y la industria.
- Formar recursos humanos especializados y consolidar capacidades en las áreas correspondientes.
- Fortalecer la infraestructura de investigación científica y tecnológica especializada.

- Medir detalladamente y publicar el potencial de las energías limpias disponibles en México.
- Fomentar el conocimiento y difundir información precisa sobre el uso y aprovechamiento de los recursos energéticos renovables.
- Contribuir a la mejora del marco legal y normativo en materia de estas fuentes de energía, además de la planeación del desarrollo y explotación de conocimiento.

Actualmente se cuenta con cinco CEMIE's: CEMIE Bio, CEMIE Eólico, CEMIE Geo, CEMIE Océano y CEMIE Sol.

Estas son acciones que permiten actuar con mayor rapidez y eficacia, apoyar y coordinar el trabajo en red de los centros y grupos de investigación y que contribuya con el desarrollo de la tecnología mexicana, la cual deberá dar soporte a la industria nacional emergente en el ramo de las ER, y fijar las metas cuantitativas de mediano y largo plazo que habrán de alcanzarse. El panorama de la energía solar y las demás energías renovables es cada vez más claro para México.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Nacional de Energía Solar (s/f.), disponible en <<http://www.anes.org/anes/index.php>>.
- DOF (2014), "Ley de la industria eléctrica", DOF11-08-2014.
- DOF (2015), "Ley de transición energética", DOF 24-12-2015.
- Estrada Gasca, C.E. y J.M. Islas Samperio (coords.) (2010), *Energías alternativas, propuesta de investigación y desarrollo tecnológico para México*, México, Academia de la Investigación Científica/Academia de Ingeniería/UNAM
- International Energy Agency (IEA) (2010), *World Energy Outlook 2010*, París, IEA.
- Kessel, Georgina (2010), "Discurso inaugural del Foro de Regulación de Energías Renovables", 5 de octubre
- Kreith, F y D. Yogi Goswami (eds.) (2007), "Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy", Londres, Taylor and Francis Group.
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (ren21) (2010), *Renewables 2010. Global Status Report*, disponible en <[www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21\\_GSR\\_2010\\_full\\_revised%20sep2010.pdf](http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR_2010_full_revised%20sep2010.pdf)>, París, ren 21.
- REN21, GSR (2017), disponible en <[www.ren21.net](http://www.ren21.net)>.

- SENER. (s/f.), *Programa especial para el aprovechamiento de las energías renovables*, México, SENER.
- Secretaría de Energía (SENER) (2011), “Estrategia Nacional de Energía”, México.
- Secretaría de Energía (SENER) (2010), *Balance nacional de energía 2009*, México, SENER.
- Secretaría de Energía (SENER) (2014), “Programa nacional para el aprovechamiento sustentable de la energía 2014-2018”, Secretaría de Energía, disponible en <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/224/PRONASE\\_pendt.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/224/PRONASE_pendt.pdf)>.
- Secretaría de Energía (SENER) (2016), *Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*, Secretaría de Energía, 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 (SENER) (2017), *Balance nacional de energía 2016*, México, SENER.
- Secretaría de Energía (SENER) (2017), “Programa especial de la transición energética 2017-2018”, Secretaría de Energía, disponible en <<https://www.gob.mx/sener/documentos/programa-especial-de-la-transicion-energetica-2017-2018>>.
- Secretaría de Energía (SENER) (2017), *Balance nacional de energía 2016*, México, SENER.
- World Energy Assessment (s/f), “Energy and Challenge of Sustainability”, Washington, D.C., ONU, disponible en <[content.undp.org/go/cms-service/download/publication/?...live....](http://content.undp.org/go/cms-service/download/publication/?...live....)>.

