

Energías renovables en México dentro del marco de APEC: estado actual y perspectivas. Formación de recursos humanos

Emma Mendoza Martínez

En el presente artículo se hace una descripción de los procesos que en los últimos años han llevado al reconocimiento de las fuentes de energías renovables como una de las alternativas que permitirán el desarrollo sostenido de la región de APEC en el nuevo milenio. México, como economía-miembro de APEC, es uno de los países más ricos en estas fuentes de energía, cuyo uso, pese a larga historia, ha sido minimizado por la presencia de reservas explotables de combustibles fósiles. No obstante, en años recientes el uso de estas fuentes ha recobrado su importancia. Nuestro trabajo menciona algunas medidas que en el futuro pudieran permitir integrar mejor las energías renovables en la vida cotidiana, mediante la formación de recursos humanos especializados y mediante la cooperación dentro del marco del APEC.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, se consideran energías renovables (ER) las obtenidas de fuentes naturales capaces de regenerarse que, administradas en forma adecuada, pueden explotarse ilimitadamente, ya que el volumen disponible no disminuye a medida que se aprovechan.

El interés por estas fuentes de energía, alternativas a las convencionales, se ha ido convirtiendo de un asunto de expertos a un tema de interés público y de un tema de orden interno ha pasado a ser de escala mundial. Primero fue la conciencia de la escasez de energías no renovables que quedó de manifiesto durante la crisis del petróleo de 1973 y posteriormen-

te, en los años ochenta, la conciencia del daño ecológico irreversible que provoca el uso indiscriminado de los combustibles fósiles, petróleo, carbón y gas natural. La preocupación por reducir los gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático, llevaron a los países a discusiones que culminaron con la firma del Protocolo de Kyoto en 1997 y a colocar sobre la mesa el tema de la importancia y urgencia de implementar el uso de energías renovables. Luego, a mediados del año 2000 cobró fuerza la noción del tránsito de una sociedad industrial, basada en un alto consumo de energía a otro tipo de sociedad basada en el conocimiento, el capital humano y las tecnologías no masivas, que considera también el límite de las energías fósiles y el recomendable uso de las tecnologías amables con el ambiente.

Los beneficios de la seguridad energética explican el tratamiento especial que le han dado las economías desarrolladas.

El reconocimiento de los múltiples beneficios económicos, sociales, ambientales de la seguridad energética explica el tratamiento especial que han dado las economías más desarrolladas a las energías renovables en su política energética. Aparte de un notable presupuesto dedicado a la investigación, desarrollo y a la difusión de estas tecnologías, otras medidas consideradas son la promulgación de leyes

favorables para estimular la producción de energía a partir de fuentes renovables, la aplicación de un conjunto de incentivos fiscales y financieros que atraiga a los inversionistas y a los consumidores, y la necesidad dominante de formar recursos humanos para implementar su uso.

IMPORTANCIA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Entre las ventajas generales que aportan las energías renovables se pueden mencionar las siguientes: contribuyen a la seguridad en el suministro mundial de energía, reducen la dependencia de los recursos combustibles fósiles y ofrecen oportunidades de mitigación de los gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento global del planeta.¹

Las ventajas específicas del uso de energías renovables son: estabilidad a largo plazo de tarifas competitivas, reducción de la vulnerabilidad ante interrupciones en el abastecimiento de combustible, flexibilidad del suministro de energía a los hogares de las zonas periféricas y rurales, minimización de la emisión de contaminantes que producen el efecto invernadero, reducción de los contaminantes en el plano local, incluyendo contaminantes del agua y del aire, atracción de inversiones destinadas a proyectos de infraestructura local, creación de empleos en el sector de la alta tecnología y posibilidad de expansión en función de la demanda, ya

¹ IEA/OCDE, *Renewables in Global Energy Supply*, 2006, p. 1.

que muchos de los sistemas de generación tienen una estructura modular.²

Los combustibles fósiles y la energía nuclear proveen más del 80% de la energía que requiere actualmente el mundo.

Los combustibles fósiles y la energía nuclear proveen más del 80% de la energía mundial requerida actualmente, y más del 70% de esa energía es consumida por los países desarrollados, que dependen en gran medida de las importaciones de estas fuentes de energía, y en consecuencia se encuentran expuestos a la inestabilidad de los precios del petróleo y a la vulnerabilidad de los sistemas de transporte y almacenamiento de combustibles, ya sea ante un ataque terrorista o ante los cada vez más frecuentes y destructivos fenómenos naturales provocados por el cambio climático. Por otra parte, en los países en desarrollo, la alta dependencia de los combustibles fósiles contribuye también directamente a la contaminación del ambiente y a los crecientes niveles de gases de efectos invernadero en la atmósfera. Si bien estos países consumen solamente de 25 a 30% del total de combustibles fósiles, una creciente cantidad de bosques es talada para producir leña, lo que implica no solo la pérdida de

hábitat y biodiversidad silvestres, sino la reducción de las posibilidades de eliminar el dióxido de carbono mediante la fotosíntesis, principal productor del efecto invernadero, con su consiguiente acumulación en la atmósfera.³

Aunque los combustibles fósiles fueran totalmente amables con el ambiente, no hay disponibilidad suficiente para satisfacer las crecientes demandas de energía. Por eso, pese a que en el futuro se continúe utilizando combustibles fósiles, es esencial introducir fuentes de energía renovables como alternativa a los actuales modelos de consumo de esa clase de combustibles.

LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MARCO DEL FORO DE COOPERACIÓN ECONÓMICA ASIA-PACÍFICO (APEC)

Como una de las amenazas principales para el desarrollo económico de los países miembros de APEC en el nuevo milenio fueron consideradas la alta dependencia de la región de las importaciones de petróleo, ya que la mayoría de ellos carece de reservas de este recurso natural, y la inestabilidad de los precios de dicha fuente de energía. Para contrarrestarlas, en septiembre del 2001 el APEC Energy Working Group (EWG)⁴ propuso

² OEA, «Reforma de políticas sobre energía renovable en América Latina y el Caribe», *Serie sobre Elementos de Políticas*, N° 5, diciembre 2004, p. 1, <<http://www.oas.org/usde>>

³ APEC, *APEC 21st Century Renewable Energy Development Initiative*, Febrero 2004, p. 1.

⁴ <<http://www.apecenergy.org.au>>. Uno de los 11 Grupos de Trabajo que operan bajo el auspicio de APEC. El objetivo del EWG es facilitar la formación del mercado de energía e inversiones, y asegurar que la energía contribuya al crecimiento económico, bienestar social y el mejoramiento del ambiente en la comunidad de APEC, <<http://www.reegle.info/apec-energy-working-group.12.2369.13.htm>>.

la Iniciativa de Seguridad Energética⁵ (ESI, por su sigla en inglés) que comprendía una serie de medidas de corto plazo para responder a casos de alteración del suministro de petróleo, y de largo plazo, incluida la creación del entorno para un marco legislativo favorable que permitiera enfrentar las adversidades del suministro energético de la región. Entre estas últimas medidas se determinó la necesidad de facilitar las inversiones, y establecer el mercado y la cooperación tecnológica en el tema de las energías renovables, por el Expert Group on New and Renewable Energy Technologies (EGNRET), subgrupo del EWG.

Se compilaron las mejores prácticas legislativas para facilitar la transferencia y adopción de tecnologías limpias.

Las actividades de este Grupo de Trabajo se relacionaban principalmente con el intercambio de información sobre proyectos exitosos en el área y la evaluación de los recursos energéticos de las economías-miembros, así como la organización de talleres y proyectos. No obstante, la experiencia obtenida de este tipo de eventos demostró sus limitaciones para obtener una amplia y rápida adopción de tecnologías en materia de energías renova-

bles⁶, recomendada en la V Reunión de ministros de Energía, celebrada en México D.F. el 2 de julio de 2002. Así, se adoptó la Iniciativa Siglo XXI (21th Century Initiative) que permitía al EGNRET centrar la atención en el potencial de desarrollo de las ER en las economías-miembros, en las aplicaciones tecnológicas, en el desarrollo sustentable y el crecimiento económico y que apuntaba a que en el seno del EGNRET, los miembros de APEC realizaran una serie de esfuerzos comunes del uso de las ER a fin de lograr el desarrollo sustentable. El objetivo de la Iniciativa era promover tecnologías limpias y el uso eficiente de la energía para obtener beneficios tanto para las economías como para el medio ambiente. En el marco de esta Iniciativa el EWG realizó una recopilación de las prácticas legislativas más exitosas para facilitar la transferencia y la adopción de tecnologías limpias y de eficiencia energética, la adopción de las cuales fue recomendada a los países-miembros del APEC. Posteriormente, esta línea de apoyo al fomento del uso de las ER fue respaldada por los ministros de energía en su VI reunión, en la que se señaló la necesidad de facilitar las inversiones en todo el rango de proyectos de energía, incluyendo a las ER, mediante la atracción del sector privado y de las instituciones financieras, y la creación de políticas para disminuir el riesgo de las inversiones en pro-

⁵ APEC, Energy Security Initiative, APEC Energy Site <<http://www.ewg.apec.org/index.cfm?event=object.showContent&display=Energy%20Security%20Initiative>>.

⁶ APEC, Energy For Sustainable Development. The Contribution and Role Of The APEC Energy Working Group. A Case Study Attachment To The Energy Working Group's Type 2 Partnership Initiative Submission To The World Summit On Sustainable Development, agosto 2002.

yectos de este tipo⁷. En la misma reunión se subrayó la importancia de las innovaciones tecnológicas y de las inversiones en el área, sobre todo para el desarrollo de combustibles alternativos para el transporte y de las celdas de combustible, en los que más tarde se hizo énfasis en la elaborada Iniciativa CAIRNS⁸ para reforzar la ESI, promoviendo una mayor interacción con el sector empresarial y académico en el área de las energías renovables que son los temas trabajados en la actualidad por el EWG-EGNRET⁹. Para esto, este último ha creado varias líneas de aplicación de los esfuerzos comunes, dentro de las cuales los países-miembros proponen proyectos para su financiamiento y realización conforme a las necesidades particulares¹⁰.

Virtualmente todas las economías del APEC tienen experiencia con algunas de las tecnologías de energía renovable, y muchas están explorando las posibilidades y los requisitos para utilizar estas energías en gran escala¹¹. En el cuadro 1 se

Cuadro 1

Proyectos de aplicación de las energías renovables en gran escala

Tipo de proyecto	Países miembros del APEC realizadores de los proyectos
Cogeneración de la biomasa	Tailandia, Malasia, Estados Unidos
Aprovechamiento de la energía eólica	China, Estados Unidos, Canadá
Obtención de gas natural a partir de rellenos sanitarios	Estados Unidos
Electrificación de consumidores aislados de la red convencional de suministro mediante módulos fotovoltaicos	Australia, Chile, China, Filipinas, Indonesia

Fuente: APEC, *Wide-Spread Implementation of Renewable Energy Projects in APEC Member Economies: Road Maps for Success*, noviembre de 2000.

muestran algunos proyectos de este tipo, realizados por las economías del APEC. Japón, Australia y Estados Unidos son líderes mundiales en la aplicación integral de la energía fotovoltaica a los edificios. (Ver Cuadro 1).

Actualmente, Corea y Japón son los países que poseen mayor experiencia en la creación de la infraestructura de las energías renovables, y en ambos hay al menos una localidad en que se ha aplicado un modelo de desarrollo sustentable que incluye el abastecimiento energético mediante el aprovechamiento de energías renovables.

⁷ APEC, *Sixth Meeting of APEC Energy Ministers. Energy Security in APEC: Cooperation for a Sustainable Future*, Manila, Filipinas, 10 de junio de 2004.

⁸ APEC, *Comprehensive Action Initiative Recognizing the Need for Strengthening the APEC Energy Security Initiative – Energy Security, Sustainable Development and Common Prosperity* (CAIRNS), EWG, 16th APEC Ministerial Meeting, Santiago de Chile, 17-18 de noviembre de 2004.

⁹ APEC, *Third Report on Implementation of the Energy Security Initiative, preparado por la Secretaría del EWG para la XXIX reunión del EWG*, Hanoi, Vietnam, 16-17 de marzo de 2005.

¹⁰ APEC, *Report of the Chair of the APEC Experts Group on New & Renewable Energy Technologies* (EGNRET) to the 30th APEC Energy Working Group (EWG) Meeting, Ulsan, Corea, 22-26 de agosto de 2005.

¹¹ APEC, *Wide-Spread Implementation of Renewable Energy Projects in APEC Member Economies: Road Maps for Success*, noviembre de 2000.

Mediante estas aplicaciones se piensa aumentar la participación estratégica de las energías renovables en el suministro de energía primaria en los países-miembros del APEC. El cuadro 2 presenta la participación de las energías renovables en el APEC, de acuerdo con los planes actuales de reestructuración gradual del suministro de energía, orientada a aumentar el uso de energías renovables hacia el año 2020. A modo de comparación, el cuadro 3 muestra los tiempos estimados de incremento de la demanda energética en la región de APEC. (Ver Tabla 2).

CASO DE ESTUDIO: MÉXICO

Perfil energético actual. Energías renovables: estado actual y potencial de crecimiento

En la actualidad, la principal fuente energética de México son los hidrocarburos nacionales a los que corresponde el 90.6% del suministro total de energía primaria (básicamente, el petróleo crudo y el gas, que constituyen 72% y 18% del STEP, respectivamente)¹². Las demás fuentes de energía que componen el STEP se ubican de la siguiente forma: hidroeléctrica, 2.5%, carbón, 1.9% y energía nuclear, el 1.0%. Las energías renovables proveen alrededor del 4% del STEP, principalmente mediante el uso de biomasa en forma de leña (2.5%) y de bagazo de caña (0.5%), y en menor medida por la explotación de recursos geotérmicos (0.6%). Actualmente, la contribución de otras fuentes de energía renovable (eólica y otras) representa menos del 0.01% del

Tabla 2

Situación actual y perspectivas de la participación de las energías renovables en el suministro total de energía primaria en el APEC

Año	Energías Renovables, Mtoe	Total, Mtoe *
1999	477.5	5,658.7
2005	510.2	6,365.9
2010	539.1	7,073.9
2015	567.1	7,883.3
2020	594.8	8,776.7

Tabla 3

Situación actual y perspectivas del consumo final de energía proveniente de fuentes renovables y no renovables en el APEC

Año	Energías Renovables, Mtoe	Total, Mtoe *
1999	369.1	3,760.0
2005	378.8	4,286.9
2010	389.0	4,786.8
2015	397.0	5,339.0
2020	404.6	5,947.7

* Total de energía consumida, proveniente de fuentes renovables y convencionales.
Fuente: APERC, APEC Energy Demand and Supply Outlook, 2002.

¹² SENER, Balance Nacional de Energía, México, 2006, p. 34.

STEP. La electricidad generada se obtiene en un 68% de hidrocarburos; del carbón, en 5.7%, de la energía nuclear, 3% y la hidroelectricidad aporta más del 21% del total de la generación. La energía geotérmica y eólica son las fuentes de energía renovable que más contribuyen a la generación de electricidad, con 2.1% y 0.005% del total, respectivamente¹³.

La presencia de reservas de petróleo en el país y la accesibilidad de su explotación han sido las razones de su utilización como principales fuentes de energía. No obstante, según datos de Petróleos Mexicanos, la tasa de consumo actual¹⁴ de estos recursos alcanzarán para no más de 38 años, por lo que se puede considerar que México será uno de los primeros países-productores de petróleo que enfrentarán las consecuencias de su agotamiento tanto en la economía (ya que el petróleo es una de las principales fuentes de ingreso), como en la industria energética (el petróleo y sus derivados son la principal fuente energética del país). Esta situación ha condicionado la búsqueda de medidas para asegurar el abastecimiento energético y para mantener la competitividad de la economía mexicana. La necesidad de diversificar la canasta energética nacional, así como el hecho de que alrededor de cinco millones de personas residan en poblados rurales, cuyo abaste-

cimiento eléctrico a través de redes de suministro convencionales no resulta económicamente posible¹⁵, han sido determinantes para que las fuentes de energías renovables se hayan elegido como una de las alternativas más viables a las fuentes de energía convencionales.

El potencial de energías renovables que posee México es uno de los más grandes a nivel mundial, tanto por la diversidad de las fuentes (son económicamente viables las energías solar, eólica, minihidráulica y de la biomasa), como por el potencial de generación que presentan. A continuación se describe brevemente la situación actual de cada tipo de energía.

La necesidad de diversificar la canasta energética ha llevado a elegir las energías renovables como alternativa viable a las fuentes de energía convencionales.

Energía solar

El aprovechamiento de la energía solar se realiza mediante la utilización de dos tipos de sistemas: fotovoltaicos, que permiten la conversión directa de la luz solar en electricidad a través de celdas, principalmente de silicio y termosolares,

¹³ Elvira Quesada Juan Rafael, «Perspectiva del Mercado de la Energía Renovable en México», Ponencia presentada en la Reunión Trinacional de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Hacia un mercado de energía renovable en América del Norte, Montreal, Québec, 28-29 de octubre de 2004.

¹⁴ El total de las reservas mexicanas de petróleo al 1 de Enero del 2005 son de 46,914 millones de barriles (incluyendo reservas probables y posibles). La tasa de explotación actual es 3,383 millones de barriles por día, <http://www.pep.pemex.com/reporteannual2004/webreporte/index_reporte.htm>.

¹⁵ SENER, *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*, 2006, p. 39.

que se basan en el aprovechamiento del calor solar.¹⁶

El país posee uno de los mayores potenciales del mundo en energía solar.

El potencial de energía solar del país es uno de los mayores del mundo. Alrededor de tres cuartas partes del territorio tienen una insolación media de 5 kWh/m² al día. De 1993 a 2003, la capacidad instalada de sistemas fotovoltaicos se incrementó de 7 a 15 MW, con una generación de 8,000 MWh/año para electrificación rural, bombeo de agua y refrigeración. Para sistemas termosolares, hasta el 2003 se tenían instalados más de 570,000 m² de calentadores solares planos.¹⁷

Energía eólica

El potencial eólico del país no ha sido evaluado con precisión. Sin embargo, las mediciones puntuales o de pequeñas redes anemométricas, realizadas principalmente por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), indican un potencial superior a los 5,000 MW, técnica y económicamente aprovechable en las siguientes zonas: sur del Istmo de Tehuantepec (con potencial de 2,000 a 3,000 MW); penínsulas de Baja California y Yucatán; región central de Zacatecas y hasta la

frontera con Estados Unidos; en la región central del altiplano y costas del país.¹⁸

En el Istmo de Tehuantepec las condiciones eólicas se cuentan entre las mejores del mundo. En Oaxaca hay zonas en que la velocidad del viento medidas a 50m de altura supera los 8.5 m/s, con un potencial de 6,250 MW, y otras en que ella es de 7.7 a 8.5 m/s, con un potencial de 8,800 MW.¹⁹

Biomasa

El potencial técnico de la bioenergía en México se estima entre 2,635 y 3,771 Petajoules al año, pero su uso actual es 10 veces menor. Del potencial estimado, un 40% proviene de los combustibles de madera, 26% de los agrocombustibles y 0.6% de los subproductos de origen municipal. Actualmente, la bioenergía representa el 8% del consumo de energía primaria y los principales bioenergéticos empleados son el bagazo de caña (usado para la generación eléctrica y/o térmica en la industria azucarera) y la leña (fundamentalmente usada para calefacción y cocción de alimentos).²⁰

Entre los proyectos en marcha cabe mencionar la producción de biogás en un relleno sanitario para la generación de energía eléctrica, en Monterrey, Nuevo León, con una capacidad de 7 MW; la producción de biodiesel a partir de grasa animal de desecho de rastros. Además,

¹⁶ SENER, *Prospectiva del sector eléctrico 2004-2013*, p. 93.

¹⁷ SENER, *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*, 2006, p. 22.

¹⁸ SENER, *Prospectiva...*, *op. cit.*, p. 92.

¹⁹ SENER, *Energías...*, *op. cit.*, p. 23.

²⁰ *Ibid.*, pp. 24-25.

existen 49 permisos autorizados para generar electricidad con sistemas híbridos (combustóleo-bagazo de caña) con capacidad total de 445 MW y 814 Gwh de generación.

dráulicas-gas natural) en los estados de Veracruz y Durango.

Energía geotérmica

En capacidad de generación de electricidad de fuentes geotérmicas²¹, México ocupa el tercer lugar en el mundo –después de Estados Unidos y Filipinas. Actualmente, cuenta con 960 MW instalados, que generan más de 6,500 GWh/año. Los proyectos geotérmicos en etapa de factibilidad son: Cerro Prieto, en Baja California Norte, Cerritos Colorados, 1^a y 2^a etapa, en Jalisco, y Los Humeros II y III, en Puebla. A esto hay que agregar otros que ya están en operación: Las Tres Vírgenes, en Baja California Sur, y Los Azufres, en Michoacán.²²

Hasta 2004 la participación de las energías renovables en la oferta de energía fue mínima (gráfico 1). No obstante, para el período 2005-2014 se espera un incremento, principalmente mediante la instalación y puesta en marcha de proyectos de hidroelectricidad (2,254 MW), eoloelectricidad (592 MW) y geotermia (125 MW), tanto vinculados con la expansión de la CFE, como no vinculados a esta (proyectos de abastecimiento en pequeña escala) y proyectos de electrificación en comunidades rurales aisladas²³. Se planea que para el año 2014 estas y otras medidas permitirán que el 8% del total de elec-

México ocupa el tercer lugar del mundo en capacidad de generar electricidad de fuentes geotérmicas.

Energía hidráulica

En 2005, la Comisión Nacional de Ahorro de Energía estimó el potencial hidroeléctrico nacional en 53,000 MW, de los cuales, en el caso de centrales de capacidad inferior a 10 MW, el potencial es de 3,250 MW. Se han identificado más de 100 sitios para el aprovechamiento de este recurso, dentro de una región que comprende los estados de Veracruz y Puebla, con una generación potencial de 3,570 GWh/año, equivalente a una capacidad media de 400 MW.

En los estados de Veracruz y Jalisco funcionan actualmente tres centrales minihidráulicas con una capacidad instalada de 16 MW, que generan un total de 67 GWh/año. Adicionalmente, están en operación tres centrales híbridas (minihi-

²¹ Se refiere al proceso de generar energía en sitios llamados yacimientos geotérmicos donde el calor y el agua se concentran en el subsuelo.

²² CFE, *La Energía Geotérmica en México*, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Morelia, Michoacán.

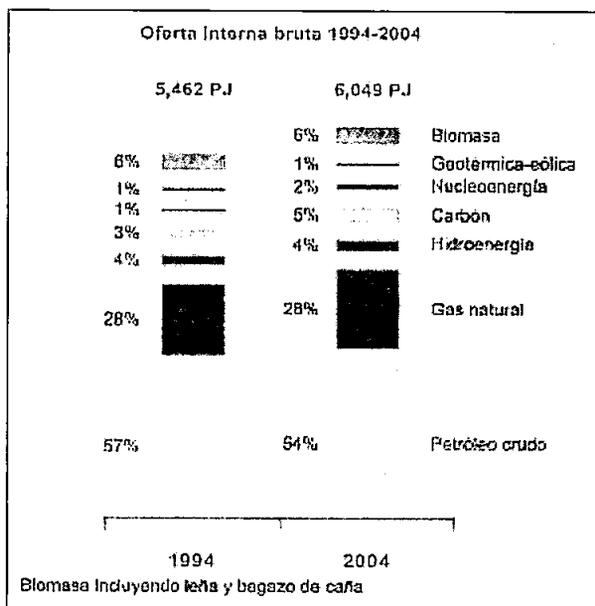
²³ SENER, *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*, 2006, p. 19.

tricidad generada provenga de fuentes de energía renovables (gráfico 2). Hasta el momento, estos planes de desarrollo no contemplan un incremento en el uso de la biomasa, que, por lo visto, seguirá aprovechándose para los mismos fines, aunque esta situación podría cambiar a raíz de la necesidad de utilizar biocombustibles para sustituir parcialmente los hidrocarburos en el sector de transporte, de acuerdo con lo contemplado en el proyecto de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía²⁴. (Ver Gráfico 1).

En caso de aprobarse esta Ley, deberá establecerse un fideicomiso que elaborará un programa para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables. De

ser este el caso, México entrará en una nueva etapa en el uso de las energías renovables que permitirá su mayor integración al suministro nacional de energía. Uno de los objetivos del Programa es la recopilación y cuantificación de los recursos nacionales de ER (lamentablemente, en México todavía se desconoce el potencial exacto de los diferentes tipos ER), así como el apoyo al desarrollo de tecnologías específicas para su aprovechamiento. Sin estos datos, resulta difícil realizar un pronóstico de la participación futura de las ER en el suministro de energía y en la generación de electricidad, pero queda claro que en el futuro las ER adquirirán creciente importancia. (Ver Gráfico 2).

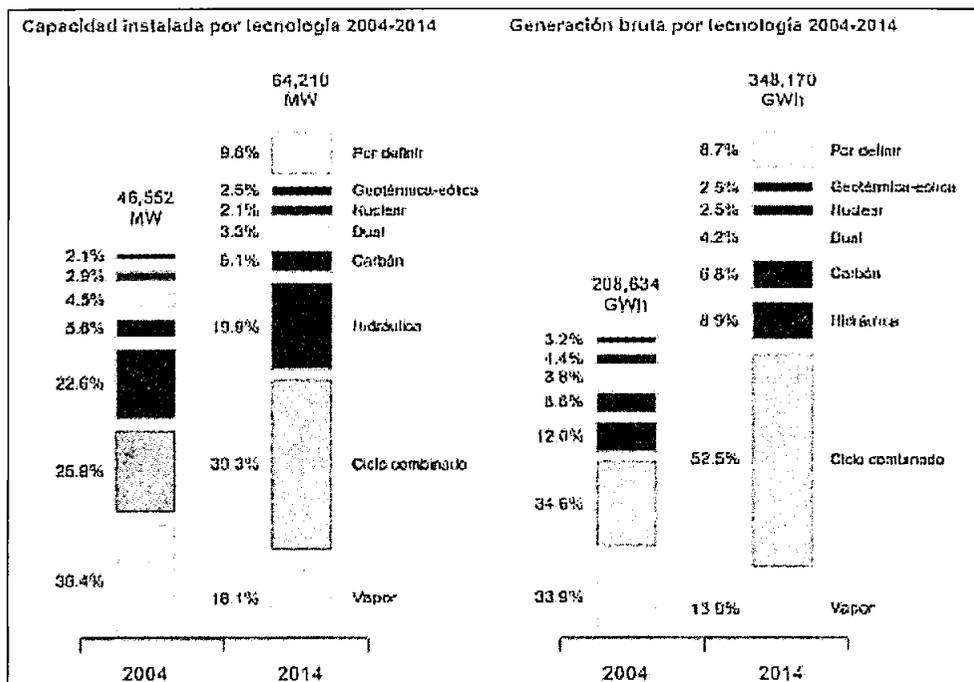
Gráfico 1



Fuente: SENER, Energías renovables para el desarrollo sustentable en México, 2006.

²⁴ Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía, Cap. V, art. 21, 22, y 15° transitorio, diciembre de 2005

Gráfico 2



Fuente: SENER, Energías renovables para el desarrollo sustentable en México, 2006

MÉXICO: PROGRAMAS RELACIONADOS CON FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Proyecto de Energía Renovable a Gran Escala (PERGE)

Es un proyecto encabezado por la Secretaría de Energía, conjuntamente con el Banco Mundial y el Global Environmental Facility (GEF). El objetivo general del proyecto es reducir las barreras para desarrollar las tecnologías y los mercados de energía renovable conectados a la red en México. Para lograrlo se requiere asistencia técnica, llevar a cabo un análisis detallado basado en el sistema para hacer frente con el menor costo posible a los

obstáculos para aumentar la disponibilidad de energías renovables para obtener recursos eléctricos en México, y otorgar incentivos de tarifa para la generación de energía renovable.

El proyecto se realizará en dos etapas. Para la primera se dispone de 25 millones de dólares, 20 de los cuales se destinarán a la realización de Venta III, un proyecto eólico (101 MW) y los 5 restantes a actividades de asistencia técnica. La CFE pagará costos evitados, y el incentivo se otorgará a los productores por conducto del Fondo Verde. El proyecto se licitará en 2006, y debe entrar en funcionamiento en 2008. Para la segunda etapa se dispondrá de 45 millones de dólares, que

se destinarán íntegramente al Fondo Verde. En abril de 2005, la SENER solicitó a la CFE que incluyera en el plan de expansión cinco proyectos eoloelectrónicos de 101 MW cada uno, considerando los estímulos económicos que recibirían del Fondo Verde del PERGE.

*Programa de energía renovable para México*²⁵

Fue administrado por los Laboratorios Nacionales SANDIA (SNL), con el financiamiento del Departamento de Energía de los Estados Unidos (USDOE) a través de su Oficina de Tecnologías de Energía Solar, y la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID).

La finalidad del programa era fomentar el uso apropiado y sostenible de las tecnologías de energía renovable para mejorar la calidad y reducir el costo de las tecnologías basadas en energías renovables, aumentar el aprovechamiento de fuentes de energía limpia para combatir el cambio climático global y elevar los índices económicos, sociales y de salud de las comunidades y hogares rurales alejados que carecen de acceso a la red eléctrica.

Se promovió el aprovechamiento de las tecnologías de energía renovable, principalmente de los sistemas fotovoltaicos y eoloelectrónicos, para su aplicación productiva en zonas remotas no conectadas a la red de servicio público. Estas aplicaciones brindan al usuario un beneficio económico, además de ayudarlo a financiar la compra

y el mantenimiento de su propio sistema de energía renovable. De esta manera, el uso de la tecnología se hace más sustentable, y más factible de reproducir.

Se promovió el aprovechamiento de tecnologías con energía renovable en zonas no conectadas a la red de servicio público.

Entre las aplicaciones productivas fomentadas y apoyadas se encuentran el bombeo de agua para la producción, su almacenamiento y distribución de productos agrícolas, para el ganado y la irrigación por goteo, el ecoturismo, el enfriamiento de productos lácteos y su refrigeración, la fabricación de hielo para refrigeración en la industria pesquera, la deshidratación solar de cosechas y hornos solares, la producción de textiles, la construcción de invernaderos, con bombeo y refrigeración de agua, y la piscicultura, con oxigenación de estanques. Otras actividades del programa en apoyo de los sectores social, de salud y educacional son: agua potable para la comunidad, que implica su bombeo, almacenamiento, purificación y distribución; educación a distancia, como las telesecundarias y el EDUSAT (educación por satélite); fuentes híbridas de energía eléctrica para la comunidad, sistemas de iluminación de viviendas, electrificación de centros de investigación y alojamiento de visitas en áreas protegidas, electrificación de clínicas de salud; la tele-

²⁵ Senado de la República, *Programa de Energía Renovable en México*, <http://www.senado.gob.mx/internacionales/assets/docs/relaciones_parlamentarias/america/foros/parla_latino/energia7.pdf>.

medicina, el calentamiento termosolar del agua y el uso de estufas mejoradas.

Se procuró aumentar la conciencia pública sobre los beneficios de las tecnologías de energía renovable.

El programa se inició formalmente en 1994, concentrando esfuerzos para facilitar a las organizaciones²⁶ asociadas en el país el desarrollo de su capacidad técnica, de tal forma que pudieran aprovechar bien las tecnologías de energía renovable. A la vez, se procuró incrementar la conciencia pública acerca de los beneficios ofrecidos por dichas tecnologías. Se recalcó la necesidad de desarrollar una infraestructura sustentable, vinculados con organizaciones mexicanas financiadas, llevando a cabo proyectos piloto como parte de sus actividades regulares. Asimismo, se brindó capacitación y asesoramiento técnico para el uso de tecnologías y sus aplicaciones, y para las distintas etapas de realización de los proyectos respectivos.

La Fase I se extendió hasta fines de 1997, y se centró en la realización de proyectos-piloto de costo compartido con las organizaciones asociadas, orientados a estimular una mayor preparación del mercado y su desarrollo. Durante esta fase, las organizaciones asociadas más importantes fueron organismos gubernamentales que tenían programas de desarrollo de largo plazo, como ser el FIRCO y el Gru-

po de Trabajo de Energía Renovable de Chihuahua, este último un consorcio compuesto por más de una docena de organizaciones privadas y públicas chihuahuenses. Además, se demostró, el uso de sistemas de energía renovable en el manejo de las áreas protegidas mediante las instalaciones conjuntas que realizaron las oficinas locales de The Nature Conservancy (TNC), World Wildlife Fund (WWF) y Conservation International (CI).

En su Fase II, entre 1997 y el año 2000, el programa siguió realizando proyectos de costo compartido, pero agregando un segundo énfasis en el desarrollo de la capacidad técnica de los programas y de las empresas. En 1998, el Programa de Energía Renovable llegó a convertirse en componente importante del Acuerdo Bilateral entre los Estados Unidos y México para la Cooperación en Energía. Se instalaron más de 400 sistemas de energía renovable de costo compartido.

La Fase III, entre 2000 y 2004, se concentró en dos áreas principales: 1) la réplica a gran escala de los sistemas, por las organizaciones mexicanas asociadas, y 2) el desarrollo de la capacidad programática y técnica de dichos asociados. Aunque el número de instalaciones de proyectos-pilotos de costo compartido realizadas es mínimo, siguen siendo implementados por socios del Programa.

Entre los logros obtenidos se pueden mencionar los siguientes: instalación de más de 400 sistemas-piloto de costo com-

²⁶ Asociación Nacional de Energía Solar, Comisión Federal de Electricidad, Fideicomiso de Riesgo Compartido, Secretaría de Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y el Gobierno de Chihuahua.

partido en los que participaron más de 50 compañías de energía renovable, tanto norteamericanas como mexicanas, que han beneficiado a más de 100.000 mexicanos, creando conciencia de las tecnologías de energía renovable, y contribuido a transformar el crecimiento del mercado de renovables; capacitación de personal local y desarrollo de capacidad en el lugar; realización de seminarios y talleres de capacitación, supervisión y seguimiento para más de 2.000 ingenieros, proveedores, usuarios y autoridades políticas en las tecnologías de energía renovable y sus aplicaciones.

El programa apunta a dotar de electricidad a las comunidades que viven en extrema pobreza.

Hasta el momento los socios del programa han instalado más de tres mil sistemas basados en energías renovables que no solo reproducen los proyectos de mayor éxito del Programa, sino que aplican la tecnología de manera nueva. Además, se ha logrado aumentar la popularidad de los objetivos del Programa, lo que se manifiesta en la compra e instalación de miles de sistemas por el sector privado.

Programas de electrificación rural

Secretaría de Energía (SENER). Tiene como meta electrificar 50,000 viviendas (250.000 personas) con energías reno-

vables entre 2005 y 2008. El objetivo del programa es dotar de electricidad a comunidades rurales e indígenas que viven en extrema pobreza en los estados del sures-te del país, mediante el uso de energías renovables y asociándolas a actividades productivas en localidades-piloto.²⁷

Aparte de la SENER, participan en los programas otros organismos públicos y privados nacionales e internacionales. Entre ellos cabe mencionar: el Banco Mundial, el Global Environmental Fund (GEF), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CONADEPI), la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional, y los gobiernos estatales y municipales de Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Veracruz. Se promueve la participación del sector privado, la academia y las organizaciones no gubernamentales.

IEE-CFE. El Instituto de Investigaciones Eléctricas, conjuntamente con la CFE ha instalado más de 60.000 sistemas fotovoltaicos en 20 estados del país con fondos aportados por el gobierno federal. También tiene experiencia en materia de sistemas híbridos solar-eólicos para la electrificación de comunidades en Baja California Sur.

Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). Los objetivos del programa relacionado con las ER del FIRCO son

²⁷ Mata Sandoval, Juan C., *Programa y Políticas del Sector Energía para la Promoción y Fomento de las Energías Renovables*, SENER, México, 10 de noviembre de 2004.

eliminar las barreras que han impedido el uso generalizado de tecnologías de energía renovable y reducir los costos de implementación, para impulsar el desarrollo de aplicaciones productivas en el sector agropecuario.²⁸

El FIRCO ha fomentado programas de electrificación rural a través de los siguientes convenios:

- Convenio de colaboración con los laboratorios nacionales SANDIA de Estados Unidos, que formó parte del Programa de Energías Renovables para México. Gracias a este convenio se instalaron 195 sistemas, y se prestó apoyo a más de 3.500 productores.²⁹

- Convenio de donación con el Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF, por su sigla en inglés) por conducto del Banco Mundial. Mediante este convenio la SAGARPA realizó una donación de 32 millones de dólares, el Gobierno Federal aportó 13.5; los productores 9.6 y el GEF 8.9.

Este último programa entró en vigor a fines de abril del año 2000, con un período de ejecución de cuatro años, y la posibilidad de ampliarlo al 30 de marzo del año 2006. Su sustento financiero se basa en una combinación de recursos que incluye apoyos directos del Gobierno mexicano («Alianza Contigo» y otros programas gubernamentales), contribuciones de los productores y los recursos de la donación del GEF. La inversión para la adquisición e

instalación de un Proyecto de Demostración, se realiza conforme a la siguiente mezcla de recursos: «Alianza Contigo» –hasta el 50%, el productor –mínimo el 30%, el GEF –máximo 30% (hasta 3,000 dólares).

El programa del FIRCO ha beneficiado a múltiples proyectos en diversas áreas productivas.

Las principales estrategias del programa son: 1. promover proyectos productivos utilizando los apoyos de «Alianza Contigo»; 2. llevar a cabo programas de conservación de suelo y agua, así como la construcción de infraestructura productiva mediante la participación decidida de los campesinos; y 3. elaborar proyectos demostrativos utilizando componentes de energía renovable, principalmente con paneles fotovoltaicos y componentes eólicos, que permiten demostrar esta tecnología y promover una cultura para el uso de los sistemas de energía renovable.

Son múltiples los proyectos de diversas áreas productivas que se han beneficiado con este programa. Entre ellos cabe mencionar los de bombeo de agua para abrevar ganado en Hermosillo, Sonora³⁰ la sustitución de bombas que utilizaban gasolina por otras que funcionan con sis-

²⁸ CONAE, «Proyecto de Energía Renovable para la Agricultura», 3 de julio, 2002, consultado el 10 de marzo, 2005, <<http://www.conae.gob.mx/vb/distribuidor.jsp?seccion=1493>>.

²⁹ SENER, *Energías Renovables...*, *op. cit.*, p. 39.

³⁰ Castillo Valdez, Manuel Roberto, «Experiencias de los equipos y durabilidad de los sistemas de bombeo de agua con energía solar», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.

temas fotovoltaicos, para la producción de forraje de maíz en pequeños ranchos ganaderos alejados de las líneas de electricidad convencionales en Mérida, Yucatán³¹. La misma tecnología se ha utilizado en otros lugares: para el cultivo del melón en Paila, Coahuila³²; para la producción de queso en El Carmen, municipio de Mazatlán, Chiapas³³; para el riego de hortalizas en invernadero en Hidalgo³⁴; para el cultivo de nopal en micro túneles, en San Luis Potosí³⁵ y otros. Los sistemas fotovoltaicos también han servido para proporcionar alumbrado a comunidades que se encuentran alejadas de la red de energía eléctrica convencional, como la de Huerachi, en Chihuahua³⁶.

Uno de los retos de la actual política energética es la diversificación de la canasta energética.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN EL ÁREA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

La diversificación de la canasta energética y la reducción de emisiones de CO₂ mediante el aprovechamiento de fuentes de energías renovables son unos de los retos inmediatos para la política energética actual de México. El gran potencial de los recursos renovables que posee México puede permitir su rápida inserción en el suministro energético del país. Para esto, el país cuenta hoy en día con varias instituciones y especialistas dedicados al desarrollo e investigación de las tecnologías basadas en energías renovables, y que juegan un papel importante en la formación de recursos humanos en el área de esta clase de energías.

Los campos en que actualmente México tiene mayor experiencia en materia de investigación y de formación académica de especialistas incluyen el diseño e ins-

³¹ Pérez Ayuso, Javier, «Utilización de la energía renovable en la producción de forraje de maíz para pequeños ganaderos», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.

³² Garza, Julio, «Desarrollo integral de parcela del melón con riego de bombeo accionado con energía solar», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.

³³ Barrientos, Roger, «Uso de la energía renovable por mujeres ganaderas chiapanecas productoras de queso», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.

³⁴ Ocaña Monroy, Gilberto, «Bombeo de agua con energía renovable para riego de hortalizas en invernadero», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.

³⁵ Ascencio Fernández, Marcela y Ulises Hernández del Ángel, «Proyecto productivo de energía renovable con mujeres campesinas», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.

³⁶ Parada Tarín, Jesús, «Sistemas de iluminación para vivienda rural, mediante un financiamiento: caso de Chihuahua, México», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.

talación de sistemas fotovoltaicos autónomos y sistemas fotovoltaicos de gran escala, con los programas elaborados por el Centro de Investigación en Energía de la UNAM y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y el desarrollo de sistemas eoloelectrónicos individuales (con programas elaborados por el IIE)³⁷. En la actualidad, esta clase de programas de capacitación están catalogados como de mayor prioridad por APEC³⁸. Tanto el Instituto de Investigaciones Eléctricas, como el Centro de Investigación en Energía tienen prolongada experiencia en el área de la investigación aplicada a las energías renovables. El primero se centra principalmente en el área de la aplicación de la energía eólica y es uno de los gestores principales del Plan de acción para eliminar barreras al desarrollo de la generación eoloelectrónica en México, encargándose del diseño, especificación, gestión, supervisión y puesta en funcionamiento del Centro Regional de Energía Eólica (CERTE), en La Ventosa, Oaxaca; por su parte, el CIE-UNAM se especializa en el área de desarrollo de materiales, tecnología y aplicación de las energías fotovoltaica y fototérmica, lo que se refleja en las especialidades del Posgrado en Energía que imparte como centro de investigación de la UNAM, y que antes formaba parte de la denominada Maestría en Energía So-

lar. Adicionalmente, en 1998 el CIE inició un programa de educación continua basado en cursos-talleres, en colaboración con Laboratorios Sandia y el SouthWest Technology Development Institute de la New Mexico State University (SWTDI-NMSU) y desde 2002 ha ofrecido un Diplomado en Sistemas Fotovoltaicos, programas que han permitido la capacitación de personal del FIRCO y de más de 2.000 productores en el área de la aplicación de la energía solar.³⁹ Aparte de estas líneas específicas de aplicación, tanto el CIE como el IIE están trabajando en el desarrollo de celdas de combustible y sus aplicaciones prácticas.

La investigación básica en especialidades técnicas y la capacitación han permitido avanzar en la introducción del uso de energías renovables.

Aparte de instituciones académicas vinculadas a la formación de especialistas en energías renovables, es preciso mencionar la importante labor de promoción, difusión de tecnología y capacitación que lleva a cabo FIRCO, dependencia técnica de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Alimentación y Pesca

³⁷ Global Sustainable Energy Solutions, APEC 21st Century Renewable Energy Initiative – Development and Implementation of a System for Accrediting Renewable Energy Training. Reporte para APEC Energy Working Group, junio 2004, p.16.

³⁸ *Ibid.*

³⁹ Sánchez-Juárez, Aaron, «Importancia de la formación de capital humano en renovables», ponencia presentada en el Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Energía Solar, Guanajuato, México, octubre 2004, p.3.

(FIRCO-SAGARPA). Mediante los convenios FIRCO/USAID-SANDIA y FIRCO/GEF, ambos con gran enfoque en la necesidad de la formación de recursos humanos para la continuidad de los programas de energía renovable, fue posible proporcionar capacitación a nivel medio a 49 técnicos del FIRCO en la aplicación de la tecnología fotovoltaica para el bombeo de agua. Posteriormente, mediante cursos cortos, talleres y días demostrativos, el personal capacitado difundió estos conocimientos a más de 5.000 productores a nivel nacional y permitió instalar más de 1.000 sistemas fotovoltaicos, cuyo diseño, dimensionamiento, implementación e instalación fue igualmente supervisado por personal del FIRCO⁴⁰.

Una amplia red de capacitadores promueve el uso de la energía solar y eólica.

De esta manera, la investigación básica en el área de las especialidades técnicas, en la que destaca la labor del IIE y el CIE-UNAM, así como la capacitación activa llevada a cabo por el FIRCO-SAGARPA, ha permitido un avance muy importante en la introducción del uso de las energías renovables en México, sobre todo promover su uso en el sector productivo-residencial. A largo plazo, estas experiencias permitirán aumentar la confiabilidad en las fuentes de energía

renovables y su mayor aceptación para establecer de nuevas aplicaciones. Además, la experiencia del FIRCO en la difusión a personas comunes de los aspectos del uso de la tecnología fotovoltaica para el bombeo de agua servirá para fomentar el uso de otros tipos de energía renovables y sus respectivas aplicaciones.

Otro aspecto importante de la formación de recursos humanos es la participación de varios organismos de asesoría y promoción de las energías renovables. Entre ellos cabe mencionar la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES)⁴¹, asociación civil que promueve el uso de la energía solar, y eólica, así como de la biomasa y de la microhidráulica mediante asesoría directa, cursos, congresos y publicaciones, para lo cual dispone de una amplia red de capacitadores tanto de instituciones académicas, como de empresas y de instituciones no gubernamentales.

La Red Mexicana de Bioenergía⁴² es el principal promotor del uso de la biomasa en el país y está integrada por científicos, tecnólogos, profesionistas, empresarios, y funcionarios públicos. Su objetivo es fomentar y apoyar el desarrollo de la bioenergía en México como medio para alcanzar el desarrollo sustentable, aportar alternativas sobre el uso eficiente de la energía y los recursos naturales y promover la capacitación y formación de recursos humanos en el área. Las actividades que realiza para ello son la participación en el curso anual de la ANES, la publica-

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ Asociación Nacional de Energía Solar <http://www.anes.org>

⁴² Red Mexicana de Bioenergía <http://www.anes.org/bioenergia>

ción de libros sobre la bioenergía en México y la organización y participación en un proyecto de promoción del uso limpio y sostenible de la energía en comunidades rurales de la región central de México, para el cual se destinaron estufas de leña eficientes.

La coordinación general de los esfuerzos que realizan las entidades mencionadas para fomentar el uso de energías renovables y otros que apuntan al mismo fin corresponde al Consejo Consultivo para el Fomento de las Energías Renovables en México (COFER) constituido dentro de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). La creación del COFER persiguió satisfacer la necesidad de contar con un organismo colegiado que tuviera el peso suficiente para concentrar a los representantes nacionales de los sectores relacionados con el campo de las energías actual y potencialmente renovables, a fin de evitar la duplicación de esfuerzos y establecer los mecanismos, estrategias y bases adecuadas de la política gubernamental de utilización de las energías renovables. Entre los objetivos del COFER en el área de formación de recursos humanos cabe mencionar: la definición de estrategias de difusión, enfocadas a los usuarios potenciales; promover la capacitación y formación de recursos humanos especializados en los sistemas de aplicación de las energías renovables; identificar y canalizar apoyo para el campo de investigación aplicada al fortalecimiento del mercado y la aplicación masiva de las energías renovables. El Consejo

opera bajo la supervisión y coordinación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, en coordinación con la Asociación Nacional de Energía Solar y lo integran los representantes más importantes para el desarrollo de las energías renovables de los sectores industrial, comercial, académico, gubernamental y de la banca de desarrollo.

Aspectos futuros de la formación de recursos humanos en el área de las energías renovables en México

La aprobación por la Cámara de Diputados de la iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía es un paso para que México se una al grupo de países que cuentan con políticas públicas para fomentar el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable⁴³. A su vez, para México la dictación de esta Ley significa asumir el compromiso de introducir más ampliamente el uso de las energías renovables y su incremento en el suministro energético.

Mediante la experiencia adquirida hasta el momento en el uso de las diferentes fuentes de energía renovables se han logrado avances importantes en esta dirección, principalmente gracias al vasto potencial de estas fuentes de energía que posee el país y a que existe un gran interés científico-técnico en torno a su desarrollo. Sin embargo, el mayor aprovechamiento de estas fuentes solo es posible

⁴³ SENER, *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*, 2006, p. 14.

mediante la creación de la infraestructura adecuada en su entorno, que deberá incluir tanto el aprovechamiento conjunto mediante sistemas híbridos de varias fuentes de ER, que inicialmente servirán para disminuir el costo del uso de las energías individuales, como el desarrollo tecnológico, urbano y social desde el punto de vista de la utilización de estas fuentes. Actualmente México cuenta con varias instituciones académicas de investigación y formación de recursos humanos en el área de la ingeniería, tradicionalmente vinculada con la investigación en el campo de las fuentes de energía renovables. Sin embargo, el conocimiento de la forma de su aprovechamiento y de su integración con el usuario final se encuentra disperso entre los diferentes actores que participan en la materialización del uso de las ER (expertos y profesionistas del área, provenientes de empresas particulares, centros educativos y organismos gubernamentales o no gubernamentales⁴⁴). Para que las fuentes de energía renovables logren desempeñar un papel importante en la sociedad, es indispensable formar investigadores que reúnan en sí estas experiencias y que participen en la creación del ámbito futuro de las renovables, particularmente porque en su mayoría tienen un carácter descentralizado, por la diferencia en la actual interacción entre el gobierno y el abastecimiento energético mediante el uso de las ER (que tiene marcado aspecto social) y en el futuro, cuando su uso alcance niveles cercanos a aquellos de los energéticos convencionales, y por la capacidad y ca-

racterísticas del suministro mediante el aprovechamiento de las ER, que en el futuro apuntan a la creación de una compleja red de suministro combinado, que podría llegar a incluir el uso de la energía nuclear, de acuerdo con la evolución de la demanda del sector de consumo (residencial, transporte, industria-agropecuario).

Para que las energías renovables desempeñen un papel importante en la sociedad es preciso formar investigadores.

El aprovechamiento del potencial de energías renovables en México debería basarse en el avance tecnológico y en la formación de recursos humanos en los campos de la ingeniería y de la física aplicada. Esto permitiría desarrollar tecnologías adaptadas a las condiciones específicas de nuestro país y evitaría tener que comprar el equipo comercial ya existente, como sucede con el proyecto de aprovechamiento de la energía eólica en La Ventosa, Oaxaca y en las aplicaciones de la energía fotovoltaica para la agricultura.

Finalmente, es indispensable mencionar el aspecto de la cooperación internacional de México en el área de formación de recursos humanos. Las instituciones nacionales de investigación tienen un amplio repertorio de convenios internacionales de colaboración; aunque, importante para la capacitación y formación de recursos humanos en el campo de las ener-

⁴⁴ Sánchez-Juárez, Aaron, *op. cit.*, p. 2.

gías renovables lo más destacado ha sido sin duda la cooperación con Estados Unidos. No obstante, México está desaprovechando la iniciativa de cooperación que ofrece el APEC para promover el desarrollo de estas tecnologías. Actualmente, México no tiene convenios de cooperación en materia de asistencia y formación de recursos humanos con los países más avanzados a nivel mundial en el área de las energías renovables —Japón⁴⁵ y Corea⁴⁶, los únicos que cuentan con ciudades-modelo en el uso de energías renovables, Kuzumaki y la Ciudad Solar Daegu, respectivamente, para establecer un modelo de desarrollo sustentable que incluye el autoabastecimiento energético mediante el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables que poseen esas localidades. México no ha suscrito convenios de colaboración con Tailandia —uno de los miembros de APEC en que más ha aumentado el uso eficiente de energía y de las energías renovables⁴⁷—, y que cuenta con el International Institute for Renewable Energy⁴⁸, creado por 8 universidades de Australia, Canadá, China, Francia, Alemania, Japón, Nepal y Tailandia en reconocimiento de la necesidad de desarrollar los recursos humanos y la cooperación internacional para reducir la incertidumbre en torno al manejo de las fuentes

de energía renovables. Una mayor cooperación con los países de esta región, cuyo potencial de fuentes de energía renovables es muy similar al de nuestro país permitiría una transición más rápida al uso generalizado de estas fuentes no solo en una economía aislada, sino a nivel mundial.

La cooperación entre países que tienen similar potencial de energías renovables permitiría avanzar a su uso más generalizado.

CONCLUSIONES

El interés por desarrollar e implementar proyectos basados en el uso de energía renovable a nivel mundial se debe a que muchos gobiernos y empresas tienen clara conciencia de las perspectivas de «ganar-ganar» a corto, mediano y largo plazos que ofrecen estas fuentes de energía, en términos económicos, sociales, ambientales y de seguridad del suministro. Sin embargo, el costo y la expansión del mercado de energías renovables han estado limitados por tres factores: el volumen y disponibilidad de recursos energéticos naturales; la madurez de cada tec-

⁴⁵ Mendoza Martínez, Emma, «Las Políticas de Energía Renovable en Japón Orientadas al Incremento de su Uso», (en prensa) *Revista Estudios de Asia y África*, El Colegio de México.

⁴⁶ Mendoza Martínez, Emma, «Políticas de Promoción y Desarrollo de las Energías Renovables en Corea», (en prensa) *Vínculos Corea-México*, CUEICP, Universidad de Colima.

⁴⁷ APEC, *Thailand's Energy Efficiency Revolving Fund: a Case Study*. Preparado para el APEC Energy Working Group, julio 2005.

⁴⁸ International Institute for Renewable Energy, Tailandia <<http://www.iire.nu.ac.th>>, actualmente no disponible. Más información puede obtenerse en <http://www.nu.ac.th/english/research/location/i_iire.htm>.

nología de energía renovable y las reglas del mercado establecidas por los gobiernos. Por eso, para asegurar que los proyectos relacionados con esta clase de energía tengan éxito es indispensable garantizar un presupuesto especial dedicado a la investigación, un marco legal que provea incentivos fiscales y financieros —en forma de créditos y subsidios, y adecuadas estrategias de mercadeo y comercialización.

Pese a los estudios e investigaciones, el potencial de recursos renovables permanece subexplotado.

En México, los estudios e investigaciones sobre el tema de las energías renovables cuentan con una trayectoria de más de 30 años. No obstante, el tema sigue siendo desconocido para la gran mayoría de los mexicanos, y ello se traduce en la pérdida de beneficios económicos y sociales, ya que el enorme potencial que ofrecen los recursos renovables permanece subexplotado. Una de las razones del desconocimiento del tema en México, es la creencia generalizada de que nuestro país es rico en petróleo —pese a que los pronósticos indican que, según el optimismo o pesimismo de las proyecciones, basadas en los datos de las reservas probadas y las que pudieran ser explotadas en el futuro las reservas durarán entre 11 y 40 años. Ante estos datos es urgente reconocer la necesidad de adoptar políticas y medidas concretas que ofrezcan la posibilidad de un desarrollo futuro basado en fuentes de energía renovables.

El presente artículo indica algunas de las medidas que pudieran contribuir a un mayor avance de la incorporación de las energías renovables en nuestra vida cotidiana, centradas en la importancia de formar recursos humanos para alcanzar estas metas. Las medidas consisten en orientar la investigación y el desarrollo tecnológico hacia los recursos naturales que posee el país, formar especialistas en el área de infraestructura y legislación en materia de energías renovables y cooperar e intercambiar experiencias, sobre todo con los países de Asia, para la formación de recursos humanos, utilizando los mecanismos de facilitación que ofrece el APEC.

BIBLIOGRAFÍA

- APEC, *APEC 21st Century Renewable Energy Development Initiative*, febrero 2004.
- APEC, *Comprehensive Action Initiative Recognizing the Need for Strengthening the APEC Energy Security Initiative — Energy Security, Sustainable Development and Common Prosperity* (CAIRNS). EWG, 16th APEC Ministerial Meeting, Santiago de Chile, 17-18 de noviembre de 2004.
- APEC, *Energy For Sustainable Development. The Contribution And Role Of The APEC Energy Working Group. A Case Study Attachment To The Energy Working Group's Type 2 Partnership Initiative Submission To The World Summit On Sustainable Development*, agosto 2002.
- APEC, *Energy Security Initiative*, <<http://www.ewg.apec.org/index.cfm?event=object.showContent&display=Energy%20Security%20Initiative>>.
- APEC, *Report of the Chair of the APEC Experts Group on New & Renewable Energy Technologies (EGNRET) to the 30th APEC Energy Working Group (EWG) Meeting*, Ulsan, Corea, 22-26 de agosto de 2005.

- APEC, Sixth Meeting of APEC Energy Ministers. *Energy Security in APEC: Cooperation for a Sustainable Future*. Manila, Filipinas, 10 de junio de 2004.
- APEC, *Thailand's Energy Efficiency Revolving Fund: a Case Study*, Preparado para APEC Energy Working Group, julio 2005.
- APEC, *The APEC Energy Working Group Operational Plan 2005*, enero 2005.
- APEC, *Third Report on Implementation of the Energy Security Initiative*. Preparado por la Secretaría del EWG para la XXIX reunión del EWG, Hanoi, Viet Nam, 16-17 de marzo de 2005.
- APEC, *Wide-Spread Implementation of Renewable Energy Projects in APEC Member Economies: Road Maps for Success*, noviembre de 2000.
- Ascencio Fernández, Marcela y Ulises Hernández del Ángel, «Proyecto productivo de energía renovable con mujeres campesinas», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre, 2004.
- Barrientos, Roger, «Uso de la energía renovable por mujeres ganaderas chiapanecas productoras de queso», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre, 2004.
- Castillo Valdez, Manuel Roberto, «Experiencias de los equipos y durabilidad de los sistemas de bombeo de agua con energía solar», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre, 2004.
- CFE, *La Energía Geotérmica en México*, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Morelia, Michoacán.
- CIE, *Informe Anual 2005*, México, UNAM, 2005.
- CONAE, «Proyecto de energía renovable para la agricultura», 3 de julio, 2002, consultado el 10 de marzo, 2005, <<http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=1493>>.
- Elvira Quesada, Juan Rafael, «Perspectiva del Mercado de la Energía Renovable en México», ponencia presentada en la Reunión Trinacional de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Hacia un mercado de energía renovable en América del Norte, Montreal, Québec, 28-29 de octubre de 2004.
- EREA, «Antecedentes de EREA», Iniciativa de Energía Renovable en las Américas, Vol. 1, No. 1, julio 2001.
- Estrada, Claudio A., *Programa de Trabajo del Director del CIE*, D. F., México, CIE-UNAM, 2004.
- Garza, Julio, «Desarrollo integral de parcela del melón con riego de bombeo accionado con energía solar», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.
- Global Sustainable Energy Solutions*. APEC 21st Century Renewable Energy Initiative – Development and Implementation of a System for Accrediting Renewable Energy Training. Reporte para APEC Energy Working Group, junio 2004.
- IEA/OCDE, *Renewables in Global Energy Supply*, 2006.
- International Action Programme. *Internationale Konferenz für Erneuerbare Energien*, Bonn (Conferencia Internacional para las Energías Renovables, Bonn), 30 de agosto de 2004.
- Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía, diciembre de 2005.
- Mata Sandoval, Juan C., *Programa y Políticas del Sector Energía para la Promoción y Fomento de las Energías Renovables*, SENER, México, 10 de noviembre de 2004.
- Mendoza Martínez Emma, «Las Políticas de Energía Renovable en Japón orientadas al incremento de su Uso», (en prensa) *Revista Estudios de Asia y África*, El Colegio de México.
- , «Políticas de Promoción y Desarrollo de las Energías Renovables en Corea» (en prensa), Vínculos Corea-México, CUEICP, Universidad de Colima.
- Ocaña Monroy, Gilberto, «Bombeo de agua con energía renovable para riego de hortalizas en invernadero», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.
- OEA, «Reforma de políticas sobre energía renovable en América Latina y el Caribe», *Serie sobre Elementos de Políticas*, N° 5, diciembre 2004, p. 1, <<http://www.oas.org/usde>>.
- Parada Tarín, Jesús, «Sistemas de iluminación para vivienda rural, mediante un financiamiento: caso de Chihuahua, México», ponencia presentada

- en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.
- Pérez Ayuso, Javier, «Utilización de la energía renovable en la producción de forraje de maíz para pequeños ganaderos», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Energía Renovable, Guanajuato, México, octubre 2004.
- REN 21 Information Gateway for Renewable Energy and Energy Efficiency, <<http://www.reegle.info>>.
- Ruiz Mendoza, Belizza, *Análisis de los mecanismos que permitieron la inclusión de las fuentes de energía renovable en redes eléctricas de potencia de mercados reestructurados, y su posible aplicación en el caso de una industria verticalmente integrada como la mexicana*, tesis para obtener el grado de maestría en Ingeniería en el área de Energía, UNAM, México, 2004.
- Sánchez-Juárez, Aaron, «Importancia de la formación de capital humano en renovables», ponencia presentada en el Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Energía Solar, Guanajuato, México, octubre, 2004.
- Senado de la República, Programa de Energía Renovable en México, <http://www.senado.gob.mx/internacionales/assets/docs/relaciones_parlamentarias/america/foros/parla_latino/energia7.pdf>.
- SENER, *Balace Nacional de Energía*, México, 2006.
- SENER, *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*, México, 2006.
- SENER, *Prospectiva del Sector Eléctrico 2004-2013*, México, 2004.
- Sitios electrónicos*
- Asociación Nacional de Energía Solar, <<http://www.anes.org>>.
- International Institute for Renewable Energy, Tailandia, <<http://www.iire.nu.ac.th>>, actualmente no disponible. Se puede obtener más información en http://www.nu.ac.th/english/research/location/i_iire.htm
- PEMEX, <http://www.pep.pemex.com/reporteannual-2004/webreporte/index_repor-te.htm>.
- Red Mexicana de Bionergía, <<http://www.anes.org/bioenergia>>.