

Mayo / 2013

ANÁLISIS POLÍTICO

La transformación
energética de México
como productor de petróleo.
Perspectivas de
un nuevo crecimiento

Angel de la Vega Navarro

Una democracia social consolidada requiere mejorar la calidad de la política y desarrollar instituciones abiertas y cercanas a la ciudadanía. Su funcionamiento necesita de actores sociopolíticos capaces de representar la diversidad de intereses de toda la sociedad. En este sentido, la Fundación Friedrich Ebert en México ofrece plataformas de diálogo, talleres para el fortalecimiento de las capacidades públicas de actores progresistas, asesoría institucional, consultorías y análisis político.

Análisis Político responde a una necesidad de observar lo que sucede en la política nacional de México y su relación con la economía, la sociedad y las relaciones internacionales. Tiene el objetivo de contribuir a las fuerzas sociopolíticas progresistas en su tarea de desarrollar estrategias y políticas sobre temas relevantes para la sociedad mexicana a través de recomendaciones para la acción y los escenarios posibles.

Las opiniones vertidas en los documentos que se presentan, las cuales no han sido sometidas a revisión editorial, así como los análisis y las interpretaciones que en ellos se contienen, son de exclusiva responsabilidad de sus autores y pueden no coincidir con las opiniones y puntos de vista de la Fundación Friedrich Ebert.

ISBN: 978-607-7833-42-0

Diseño y formación: Enrico Gianfranchi

Mayo / 2013

ANÁLISIS POLÍTICO

La transformación energética de México como productor de petróleo. Perspectivas de un nuevo crecimiento

Angel de la Vega Navarro*

Introducción

Los sistemas energéticos experimentan transformaciones de manera permanente. Algunas de ellas son efímeras, inciertas o no tienen la relevancia con la que se presentan en determinadas coyunturas. En el momento actual no es posible analizar las transformaciones en curso con la misma linealidad con la que se estudian las transiciones energéticas del pasado: abunda la incertidumbre en cuanto a la dirección de los cambios, así como a los tiempos que tomará una transición que desemboque en un cambio radical del actual sistema energético en cuanto a su composición y organización.

Las transformaciones en curso están estrechamente relacionadas con la innovación tecnológica:

- De manera muy cercana, en el marco de integración en el cual se desenvuelve México, se ha dado en los últimos cinco años lo que algunos califican ya de “*North American Energy Revolution*” (Morse Edward L., 2013) con posibles implicaciones susceptibles de cambiar radicalmente la escena energética, en particular para los países exportadores de petróleo.
- En otras latitudes, también, la exploración de petróleo y gas ha tenido resultados espectaculares desde 2004: el *subsalt* brasileño (yacimientos bajo formaciones salinas que abren la posibilidad de ampliar drásticamente las reservas de ese país, asegurar su autosuficiencia y convertirse en un exportador importante); nuevas provincias gaseras en África del Este (Mozambique y Tanzania) e incluso en el mediterráneo (Israel, Chipre). Solamente

* Profesor e investigador del Postgrado de Economía (Facultad de Economía) y del Postgrado de Energía (Facultad de Ingeniería) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En este trabajo se aprovechan investigaciones que el autor ha realizado (ver bibliografía), con el propósito de darles continuidad y nuevas perspectivas. Se agradece la revisión de los datos estadísticos y los comentarios recibidos de parte de Jaime Ramírez Villegas (Maestro en Economía por la UNAM), en el entendido que el autor asume plenamente la responsabilidad de este trabajo. adelaveg@unam.mx

los descubrimientos de nuevas reservas de petróleo convencional en los últimos cinco años representan alrededor de 40% del consumo mundial actual.¹ Con todo ello, al mismo tiempo se multiplican las perforaciones profundas y extracciones cada vez más contaminantes y costosas en energía y otros recursos.

- El regreso del carbón de la mano con una metamorfosis en los fundamentos tecnológicos, industriales y organizacionales (Martin-Amouroux J.-M., 2008) de un energético que parecía relegado a la historia. A pesar de esto, ahora se ve con cautela ese retorno, por las perspectivas que ofrece el gas y por consideraciones ambientales.

- La energía nuclear que parecía recuperarse de *Three Miles Island* y *Chernobil* e incrementar su presencia a lo largo de este siglo, se ha visto cuestionada de nuevo por el accidente de la planta nuclear *Fukushima Daiichi*. Alemania, un país que desde los años 90 venía evaluando la utilización de esa energía para generar electricidad, ha decidido eliminarla de su matriz energética hacia 2022, al tiempo que otros países revisan a fondo sus instalaciones y proyectos de expansión y deciden no construir nuevas centrales nucleares, como España y Suecia.

- Los costos de diversas energías renovables que parecían seguir de manera ineluctable una tendencia ascendente, se mantienen estables o descienden bajo los efectos del progreso técnico.

No es posible, en las dimensiones de este trabajo, explorar a fondo las implicaciones y perspectivas de esos hechos y tendencias para un país como México. Por lo menos es

posible ponerlas de relieve y explicitar los principales desafíos, posibilidades, inercias y carencias con las que México enfrenta una nueva situación energética que se caracteriza por una aceleración de los cambios. Restricciones básicas están presentes: ni su economía ni su base energética pueden abstenerse del petróleo y del gas en un horizonte previsible. El primero porque el lugar que ocupa actualmente se relaciona con una determinada estructura industrial y tecnológica y un determinado sistema urbano y de transportes, así como con la gestión de los equilibrios macroeconómicos. El segundo por su participación creciente en la generación de electricidad. Sin embargo, por el carácter finito de esos recursos fósiles y sus impactos ambientales, se hace necesario un cambio progresivo en su matriz energética con una mayor presencia de las energías renovables. Los plazos deben ser considerados de manera ineludible: en el corto/mediando plazo el gas natural ampliará seguramente su papel, pero es posible que en un plazo más largo las energías renovables reemplacen a combustibles intensivos en carbono. Una mayor presencia de esas energías, así como su integración en el actual sistema energético, requerirá fuertes inversiones, modificaciones institucionales, construcción de capacidades, nuevas políticas. Dificultades y barreras no estarán ausentes, relacionadas en parte con las industrias energéticas existentes, sus infraestructuras y sus intereses.

De lo anterior se deriva un planeamiento inicial: la diversidad e incertidumbre de las transformaciones energéticas en curso, obliga a un país como México a mantener abiertas

1. IFP Énergies Nouvelles, "Le renouvellement des réserves de pétrole et de gaz", *Panorama* 2013. www.ifpenergiesnouvelles.fr

todas sus opciones. Sin embargo, una estrategia energético-ambiental, debería plantear con toda claridad la siguiente pregunta: ¿Hasta dónde y hasta cuándo es aceptable la expansión de un sistema basado en combustibles fósiles? Una vez definido un horizonte, será necesario plantear prioridades para la inversión, la Investigación y Desarrollo (I&D), la formación de recursos humanos. Hacia adelante la capacidad de inversión será crucial para la transformación del sistema energético, una condición para orientarse hacia un nuevo crecimiento.

¿En qué sentido se orienta esa transformación? ¿Qué factores juegan? ¿Qué riesgos son aceptables para la sociedad? El dilema energético-ambiental para México se puede resumir de la siguiente manera: ¿cómo enfrentar el aumento ineludible de las necesidades de servicios energéticos (transporte, educación, elevación de los niveles de vida), reduciendo las exigencias cuantitativas sobre el sector energético y mejorando al mismo tiempo la calidad del medio ambiente? Todo ello en el momento en que es necesario reiniciar una trayectoria de crecimiento a tasas importantes y que estará basado ampliamente aún en recursos no renovables.

En la actualidad, para avanzar, es indispensable ubicarse en la crisis global, en cuyo trasfondo las transformaciones energéticas en curso toman roles y significados particulares. Algunos de ellos son inéditos, pero otros recuerdan lo sucedido en “grandes crisis”² del pasado. Se abordarán así, de manera sucesiva, los siguientes aspectos:

1. Las transformaciones energéticas, su relevancia en la actual crisis y su lugar en la búsqueda de nuevas vías para el crecimiento.

2. México como productor y exportador de petróleo ante la transición energética.

3. Diversificación de la matriz energética con una mayor participación de las energías renovables: realidades y posibilidades.

4. Las políticas en el campo de las renovables. Análisis y propuestas en un marco integral que propicie un nuevo crecimiento bajo en carbono.

1. Las transformaciones energéticas, su relevancia en la actual crisis y su lugar en la búsqueda de nuevas vías para el crecimiento

Como en otras grandes crisis del pasado, se están procesando transformaciones en diversos niveles: productivos, tecnológicos, industriales, institucionales. Surgen también análisis y propuestas, que combinan enseñanzas de la historia y una crítica del pensamiento heredado

2. En contraposición a las crisis cíclicas más o menos periódicas que tienen lugar en el marco del desenvolvimiento normal de economías capitalistas caracterizadas por su inestabilidad, las grandes crisis abren un período en el que se pone en juego la continuidad del proceso de acumulación y exigen cambios radicales para que pueda darse esa continuidad, de manera particular en los procedimientos de regulación. Véanse los trabajos de G. Destanne de Bernis (1928-2010), en particular uno que publicó en México [1978] y una entrevista realizada por el autor de este trabajo [1987].

con nuevos planteamientos para enfrentar situaciones inéditas y “cambiar el curso”³ que condujo a la actual crisis. Se expresan propuestas para una política de relanzamiento de la actividad económica para el corto y mediano plazo –que se han reflejado en paquetes fiscales desde el inicio de la crisis⁴– y también propuestas de mayor alcance y duración alimentadas con las experiencias y lecciones del pasado. Estas se refieren a las transiciones energéticas que acompañaron a las sucesivas revoluciones industriales y tecnológicas generando oleadas de innovación, fuertes inversiones y nuevas vías para el crecimiento.

1.1. Las transformaciones energéticas, su relevancia en la actual crisis

Es preciso analizar el papel y perspectivas de las industrias energéticas en la actual crisis, así como la posibilidad de que surjan en ellas innovaciones y nuevas formas de organización que contribuyan al crecimiento de la economía, al mismo tiempo que apunten a un nuevo paradigma energético-ambiental para el cual está ya disponible conocimiento científico, técnico e industrial. Todo ello se puede concretar en una nueva política industrial y tecnológica que favorezca el crecimiento, el empleo y que, al mismo tiempo impulse el aparato industrial existente y la creación de nuevas industrias y tecnologías.

Los asuntos energéticos y sus implicaciones ambientales no son nuevos, pero han adquirido una relevancia particular en la presente crisis. Preocupaciones por los recursos ya habían aparecido en otras

épocas, como también por los impactos ambientales, pero ahora este tema se ha hecho presente con nueva fuerza, como una manifestación crucial de la crisis global y de restricciones ineludibles para la formulación de nuevas vías para el crecimiento. En este sentido, uno de los rasgos específicos de la actual crisis, que estalló en 2007/2008, es la de ser al mismo tiempo una crisis energética y ambiental. En efecto, bajo sus expresiones financieras inmediatas, esa crisis ha revelado:

- conexiones con las crisis energética y ecológica, relacionadas con modalidades del crecimiento (predominio de los combustibles fósiles, cambio climático, deterioro de la biodiversidad y de los ecosistemas). De esta manera, la actual crisis, no solamente cuestiona la viabilidad de determinados modelos de crecimiento o la recomposición de los mecanismos de la acumulación en sus aspectos productivos, financieros e institucionales, sino que plantea incluso problemas de sobrevivencia, si continúan creciendo las economías como lo han hecho hasta ahora, con determinados patrones de consumo energético y de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- problemas profundos relacionados con las preferencias por el presente respecto al futuro; es decir:
 - preferencia por rendimientos excesivos y a corto plazo de productos financieros que afectan los tiempos de la inversión y el desarrollo energético.
 - El consumo excesivo de recursos acompañado de un acceso a los servicios energéticos y calidades ambientales desiguales.

3. El tema central del reciente Congreso Internacional de IG Metall, el principal sindicato industrial de Alemania (Berlín, 5-7 de diciembre 2012), fue *Changing Course for a Good Life*. Este evento convocó a académicos, sindicalistas y representantes de asociaciones ambientales y patronales de más de 60 países para analizar la viabilidad de un cambio del curso que condujo a la crisis, relacionando una reestructuración energético-ecológica de la economía, con una expansión de oportunidades en una sociedad más democrática e igualitaria.

4. De manera particular en 2009, algunos países confeccionaron paquetes de estímulos que concretaron un compromiso con el desarrollo de las energías renovables y el ambiente. Destacó Corea del Sur que dirigió 80% de su paquete a las “tecnologías verdes” orientadas hacia una economía “baja en carbono” y a la conservación, reciclaje y desarrollo energético limpio. México dirigió a esos rubros 10% de su paquete, ese mismo año. Cf. “A Climate for Recovery. The colour of stimulus goes Green”, HSBC Global Research, 25 de Febrero, 2009.

- Frenos al cambio tecnológico necesario para el paso a economías de bajo carbono, debidos en parte a los apoyos privilegiados a la producción y utilización de combustibles fósiles.

Esas manifestaciones de la crisis deberán ser tomadas en cuenta si se busca salir de ella en la dirección de un nuevo crecimiento. En particular es indispensable recuperar, con otros criterios que los financieros de corto plazo, la inversión productiva para una transformación radical de los sistemas energéticos, un requisito básico para lograr que las economías se orienten hacia un nuevo crecimiento.

Es necesario también tomar en cuenta elementos nuevos que han aparecido, relacionados con una mayor participación de la ciudadanía. Varios asuntos la requieren, entre otros, la eliminación de subsidios que favorecen la utilización de combustibles fósiles en el transporte o la reducción del uso del automóvil a favor de una mayor utilización del transporte público. El tema de los subsidios se ha convertido en objeto de particular preocupación: existen estimaciones de su monto⁵ y se han presentado planteamientos críticos y algunas propuestas que van de su supresión total a un mantenimiento focalizado de algunos de ellos.⁶ También se ha planteado que los montos que se obtendrían de su supresión podrían coadyuvar al financiamiento de una transición hacia una base energética más limpia.

1.2. Las transformaciones energético-ambientales y su lugar en la búsqueda de nuevas vías para el crecimiento

Orientarse por senderos de crecimiento “bajos en carbono”, no se limita a cambios en el sector energético o de los transportes, aunque estos cambios son cruciales, sobre todo si se toma en cuenta la responsabilidad que tienen en las emisiones globales. Son las modificaciones en los modelos de producción y de consumo que han prevalecido hasta ahora las que irán configurando el sentido de una transición a una matriz energética radicalmente diferente a la actual. Algunos países están avanzando en esa dirección, incluso entre los que producen y exportan combustibles fósiles, lo cual hace que sus emisiones tiendan a ser más elevadas (PBL NEAA, 2012). Otros, como es el caso de China, continúan creciendo en el contexto de la presente crisis, lo cual ha incrementado su consumo energético, especialmente de carbón (que en generación eléctrica representa actualmente 80%). Al mismo tiempo, este país se encuentra en la punta en el desarrollo de energías renovables como la eólica y la solar.

1.2.1. Factores que orientan el desarrollo energético contemporáneo

Pareciera que el cambio climático se ha convertido en el factor más destacado de transformación de los sistemas energéticos, pero en realidad también otros factores están presentes, no siempre

5. Según estimaciones de CIDAC (2012), utilizando datos de SENER, los subsidios a la energía en México en 2010 se elevaron a más de 200 mil millones de pesos, incluyendo electricidad, Gas LP, Gasolinas y diesel. En 2011, según datos de la Secretaría de Hacienda, Pemex y la CFE (referidos por De Buen Odón R., 2012), los subsidios a combustibles, gas LP y electricidad sumaron 289 mil 562 millones, cifra que corresponde a 7.5 veces el monto asignado en 2012 a Educación Superior y 210 veces el monto asignado al Fondo para la Transición Energética. Toda evaluación de los subsidios debe verse con cuidado, no solamente porque no existe una definición universalmente aceptada, sino porque su cálculo plantea numerosos problemas, tanto para cuantificar su tamaño como sus efectos y eficacia real.

6. Un ejemplo de subsidio focalizado es el que implementó el Gobierno Federal, en 2007 (Componente Energético del Programa de Desarrollo Humano Oportunidades), a las familias en pobreza extrema para compensar el aumento en los precios del gas y la electricidad y lograr así impactos positivos en la salud, en la promoción de fuentes de energía menos contaminantes y en la reducción de riesgos para la salud.

actuando en la misma dirección. Puede haber elementos de planeación, en los que actúan diferentes agentes sociales con diferentes horizontes de tiempo e intereses; políticas y regulaciones gubernamentales; estrategias de las empresas que invierten y toman riesgos; desarrollos tecnológicos que surgen con la participación de actores diversos en el marco de nuevas redes, etc. Un ejemplo es lo que ha sucedido con el *shale gas* (“gas en lutitas”) ⁷ en Estados Unidos: el gobierno apoyó de manera notable el *fracking* ⁸ con inversiones en I&D, demostraciones piloto, técnicas de mapeo que contribuyeron al desarrollo de la perforación horizontal, imaginología micro-sísmica y técnicas modernas de fracturación hidráulica (Trembath Alex *et al.*, 2012). A esos esfuerzos le dieron continuidad diversos actores en el plano industrial hasta hacer realidad la presencia masiva de un gas que ha cambiado la escena energética de América del Norte.

En años recientes, en las economías desarrolladas, a las razones para tomar acciones en pro del desarrollo de energías renovables –ambientales en particular–, se han agregado otras relacionadas con factores geopolíticos y con el tema de la seguridad energética. El desarrollo de energías renovables no es ajeno, por ejemplo, al objetivo de reducir los riesgos relacionados con la inestabilidad del mercado petrolero y de alcanzar un abastecimiento energético más flexible. ⁹

Es preciso estudiar con atención lo que está sucediendo en otros países, a partir de los desafíos que han enfrentado en años recientes y los logros alcanzados

en la transformación de sus sistemas energéticos. Dos casos se pueden contrastar, el de Alemania y el de Estados Unidos que tiene un interés particular para México. Se presentarán brevemente con algunos complementos para los países en desarrollo, en particular los exportadores de petróleo.

1.2.2. Alemania: enfrentar el desafío tecnológico e industrial relacionado con el desarrollo de las energías renovables y una reestructuración ecológica de la economía

En Alemania, la transición energética se ha convertido en un concepto que fundamenta y orienta la política en este campo (“*Energiewende*”), basada en un paquete legislativo completo y con efectos que ya empiezan a ser visibles en la estructura del sector energético alemán. No puede ser de otra manera, cuando este país, hacia 2050, deberá reducir las emisiones de GEI en 80% respecto al nivel de 1990, disminuir drásticamente su consumo energético y obtener más de 80% de su electricidad de fuentes renovables. Solamente podrán alcanzarse esas metas con una transformación completa del sistema, que se fue desarrollando durante décadas. Adicionalmente, la decisión de cancelar la opción nuclear ha apresurado la necesidad de diseñar una nueva arquitectura energética en un período relativamente rápido, ya que las centrales nucleares existentes deberán estar cerradas en 2022 (en la actualidad cubren 18% de la oferta eléctrica). En esa perspectiva la eficiencia energética y las energías renovables adquirirán una importancia cada vez mayor, pero necesariamente deberá

7. Gas extraído de rocas sedimentarias en yacimientos con porosidad muy baja. Los avances tecnológicos (fracturas artificiales –*hydraulic fracturing*– y perforación horizontal) han hecho posible su extracción comercial.

8. Proceso que consiste en fracturar hidráulicamente las rocas en donde se encuentra gas, para extraerlo a elevadas presiones con mezclas de arena, agua y sustancias químicas, lo cual provoca fuertes impactos ambientales.

9. IEA, *Contribution of Renewables to Energy Security*, Paper, 74 p.

redefinirse el lugar del gas natural y del carbón, los cuales se mantendrán aún varias décadas.

La transición energética en Alemania es un proyecto de gran envergadura que deberá realizarse a lo largo de cuatro décadas. Se sostiene en una visión de largo plazo que enfrenta diferentes intereses en la actual coyuntura y que puede incluso tener, según algunos de sus críticos,¹⁰ impactos económicos y ambientales indeseables en el corto y mediano plazo.

1.2.3. Estados Unidos: enfrentar el desafío de la seguridad energética, al mismo tiempo que se mantiene una hegemonía en los campos económicos, tecnológicos y político

La producción de petróleo crudo de Estados Unidos subió 1.16 millones de barriles diarios (MMb/d) durante el 2012, situándose a lo largo de ese año en un promedio de 6.4 MMb/d y, probablemente, en un promedio de 7.3 MMb/d durante 2013, según la US Energy Information Administration (EIA). Como resultado de ese aumento y de la caída del consumo, las importaciones netas de ese país cayeron en 6.5 MMb/d, del nivel máximo que alcanzaron en 2006 (13.4 MMb/d) para situarse en menos de 6.7 MMb/d en 2012. Sólo en febrero de este año cayeron en 1.2 MMb/d respecto al mismo mes del 2012 (EIA). En cuanto al gas natural, se prevé que dentro de cinco años, su producción alcanzará a la demanda, sobre todo por la participación del *shale gas*, dando paso incluso a exportaciones netas, además de nuevas utilidades en el transporte y en varias otras actividades.

En ese mismo lapso, según previsiones de la Agencia Internacional de Energía (IEA), la producción de crudo puede crecer 3.3 MMb/d, lo cual situaría a ese país en el nivel de Arabia Saudita. Lo sorprendente es que en el periodo 2008-2012, durante el cual cambió de manera radical el panorama de los hidrocarburos en ese país, el total de la generación eléctrica con base en renovables, sin contar a la hidro, creció anualmente 354 mil millones de KWh, en detrimento de la generada con petróleo y carbón.

Lo que ha sucedido en Estados Unidos no solamente tiene implicaciones internas, sino que también impacta la escena energética internacional y, muy especialmente a México, sobre todo de manera inmediata, en el campo del petróleo y el gas. Se crea una nueva situación que debe ser evaluada, en lo que se refiere de manera particular a las exportaciones de crudo y a las importaciones de gas natural y petrolíferos. En otro plano, así como México toma en cuenta la vecindad con el país al cual exporta petróleo y del cual importa gas, no puede ignorar el potencial de ese país en el campo de las renovables. Es posible pensar en nuevas políticas y acciones de cooperación en ese campo, así como el reforzamiento de las ya existentes. Se entiende que en Estados Unidos sea importante la aprobación por el Congreso del “Acuerdo sobre Yacimientos Transfronterizos de Hidrocarburos en el Golfo de México” (al cual llegaron los gobiernos de los dos países en febrero del 2012), ya que suponen que sus compañías petroleras podrán acceder al potencial de esos yacimientos. Con el mismo nivel

10. Véase, por ejemplo, “The sun is giving us time to come up with smarter solutions for the Energiewende”, *European Energy Review*, 2 May 2012.

de prioridad podría plantear México el beneficiarse de un mejor acceso al potencial científico y tecnológico del vecino país en el campo de las renovables.

Tanto México como Canadá y el propio Estados Unidos enfrentan la necesidad de reducir sus emisiones de carbono cuando ninguno de ellos tiene un marco sólido de políticas de mitigación y menos aún de colaboración trinacional. Los tres se beneficiarían si profundizan una cooperación en temas como eficiencia energética, energías renovables, combustibles fósiles más limpios e infraestructura energética. Ya no es posible pensar que cada país pueda resolver todo por su cuenta: como el propio Barack Obama ha dicho: *“We know that we can’t afford to tackle these issues in isolation”*. El reto es crear o reforzar instituciones en el plano regional y sectorial, capaces de desplegar iniciativas de cooperación que combinen conocimientos, tecnologías y financiamientos. En esa cooperación podrían participar no solamente dependencias gubernamentales o empresas, sino también centros de investigación, universidades, asociaciones relacionadas con las energías renovables y el ambiente, etc.

La relación Canadá-Estados Unidos tiene importancia en sus componentes energéticos y ambientales, tema central del primer viaje que hizo Barack Obama al extranjero, ya como presidente. En ese viaje anunció, conjuntamente con el primer ministro canadiense, el lanzamiento del “US-Canada Clean Energy Dialogue”, un esfuerzo de colaboración científica para desarrollar nuevas tecnologías dirigidas a la reducción de emisiones de GEI y a combatir

el cambio climático. ¿Se extenderá ese diálogo energético-ambiental a México o la relación continuará marcada por los temas relacionados con la seguridad, el narcotráfico y la migración? En cualquier caso no puede dejar de mencionarse que, en abril del 2009, los presidentes de México y de Estados Unidos firmaron el “US-Mexico Bilateral Framework on Clean Energy and Climate Change”, con el objetivo de promover la energía limpia y el combate al cambio climático.¹¹

1.2.4. Países en desarrollo: ¿sólo buenos seguidores tecnológicos? Los “emergentes”

En países en desarrollo se destacan varios beneficios posibles de las energías renovables, en particular sus impactos sobre el desarrollo regional y local. En cuanto a las actividades de investigación, se tiende a poner el énfasis en la transferencia y adaptación de tecnologías. Desde este punto de vista, México podría convertirse en un centro tecnológico especializado en la implementación de tecnologías ya probadas y en la adaptación de nuevas tecnologías, por ejemplo, en el campo de la geotérmica. También podría dedicar recursos a aspectos específicos como la integración de los sistemas, para aplicaciones remotas y las conectadas a la red, y desarrollos que además de proporcionar energía sean útiles para aplicaciones productivas, en particular en zonas rurales. En esa vía, que parece reservada a países en desarrollo, México se diferencia de algunos “emergentes”, los cuales se orientan desde hace tiempo por la vía de una mayor autonomía tecnológica. Pronto las nuevas

11. Sobre antecedentes y realizaciones de la cooperación entre Estados Unidos y México en el campo de las energías renovables y el ambiente, véase: WOOD Duncan [2010]. En el caso de Canadá, el Centro de Apoyo a la Decisión de Energía Limpia apoya la implementación de proyectos de energía renovable y eficiencia energética. Su Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen puede ser usado para evaluar la producción de energía, costos de ciclo de vida, reducción de emisiones, aspectos financieros y de riesgo de diferentes tecnologías de energía eficiente y de renovables.

tecnologías energéticas no provendrán sólo de Europa o de Estados Unidos: China, India o Brasil importan nuevas tecnologías energéticas, pero también son ya desarrolladores y exportadores. Como en las renovables, México parece seguir la misma vía que en su industria petrolera: Pemex se convirtió desde hace tiempo en un seguidor tecnológico abandonando el objetivo de cierta autonomía, por lo menos en algunos campos. Las experiencias de los países mencionados pueden ser fuentes de inspiración y también de cooperaciones inéditas.

1.2.5. La transición energética en los países productores/exportadores de petróleo

El progreso tecnológico y las preocupaciones ambientales podrían modificar radicalmente las perspectivas del consumo energético para los países exportadores de petróleo. De acuerdo con estudios como los del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), las economías desarrolladas se orientan hacia un menor uso de energía por unidad de producto, en particular de petróleo. En Estados Unidos, el principal cliente del crudo mexicano, el consumo de productos petroleros está declinando, con una tendencia que se presenta con rasgos de tipo estructural: mayor eficiencia en el uso de combustibles, sustitución de derivados del petróleo, acción de factores ambientales, así como demográficos y urbanos (reorganización de ciudades construidas alrededor del automóvil, desarrollo del transporte público, retorno de población de edad avanzada de los suburbios a las ciudades, etc.).

En ese contexto, a sabiendas de que no es posible modificar de manera inmediata las estructuras industriales, urbanas, de transporte, construidas alrededor de las energías fósiles, se mantiene una preocupación central de los países exportadores de petróleo: que continúe una demanda adecuada de petróleo a precios convenientes. No está en su interés que se sustituya el petróleo, no sólo porque se quedarían sin una fuente vital de ingresos, sino porque no han construido una base económico-energética viable para una era post-petróleo. En ellos sigue predominando una visión rentista: es necesario defender la propiedad del recurso, los ingresos por su exportación, la captación de renta petrolera, en espera de que el tiempo en el cual será todavía necesaria su utilización se alargue indefinidamente y que el desarrollo de sustitutos y competidores sea lo más difícil posible.

2. México como productor y exportador de petróleo ante la transición energética

En México, octavo productor en el plano mundial, el petróleo continuará teniendo un lugar significativo, tanto desde el punto de vista energético como económico. Comparte

algunos de los rasgos y características de los países exportadores de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), sobre todo por la importancia de los ingresos petroleros en el gasto público (diferentes impuestos y derechos representan alrededor de 65% del total de las ventas de PEMEX, un monto que constituye a su vez más de un tercio del presupuesto federal). La economía mexicana no solamente es adicta al petróleo sino también a los ingresos generados por el petróleo. Como exportador no se ha distinguido por una mejor utilización de los ingresos petroleros, respecto a otros exportadores: los ha dirigido sobre todo a ampliar el gasto corriente del gobierno federal y de los estados y municipios, a expensas de la inversión. Cuando en años recientes ha llegado a exportar 40% de la oferta total de energía –de manera particular petróleo crudo–, han predominado las preocupaciones del corto plazo: el interés se centra en la evolución de los precios internacionales del petróleo, por razones macroeconómicas y por la fuerte presencia de los ingresos petroleros en el gasto público.

Para México se plantean además temas, dilemas y preguntas, relacionados con un crecimiento económico que ha significado más energía, sobre todo de combustibles fósiles.¹² Por ello, las políticas energéticas se han centrado en la expansión de la oferta de esos combustibles. Sin embargo, el creciente consumo energético conjuntamente con inversiones insuficientes¹³ ha conducido a importaciones crecientes, tanto de productos petrolíferos, como de gas natural. De hecho, algunos escenarios prevén que puede pasar de exportador a

importador de crudo, no solamente por las perspectivas de sus reservas, sino también por las tendencias del consumo interno, sobre todo relacionadas con el transporte. Ya la importación de petrolíferos alcanzó en 2010 un valor de US\$ 20,300 millones, según datos de PEMEX.

Los diagnósticos han abundado en años recientes y parece haber consenso en cuanto a la necesidad de una nueva organización del sector energético ¿Cómo será esa nueva organización? ¿Qué marcos institucionales para favorecer su surgimiento? ¿Qué opciones para el desarrollo tecnológico? Los siguientes hechos deben ser analizados previamente:

- El consumo energético interno es importante, con un ritmo creciente, basado en hidrocarburos y que pesa fuertemente sobre el futuro energético del país, no solamente por lo que concierne a las exportaciones sino, sobre todo, al aprovisionamiento energético en el largo plazo.
- De darse un vuelco al mercado interno, lo cual puede tener beneficios, es necesario tener presentes sus implicaciones. No solamente se dejará de percibir una renta proveniente de las exportaciones, sino también disminuirán los ingresos si no se modifica la política de precios internos y de subsidios.
- Si las tendencias se mantienen es previsible que el consumo interno sea atendido, en proporciones crecientes, por importaciones (de gasolinas, gas natural, GLP).
- Las urgencias del corto plazo pueden dejar en un segundo plano la necesidad de relacionar cada vez más la seguridad del abastecimiento energético con la sustentabilidad del uso que se dé a los

12. De la ENE-2013 se desprende un dato interesante relativo a la elasticidad del consumo energético en relación al producto. Según esa fuente, de 2000 a 2011 el consumo de energía en el país creció a un promedio anual de 2.08%, tasa superior a la del PIB, cuyo crecimiento anual fue de 1.82%. De ello resulta una elasticidad de 1.14, superior no solamente a la de países desarrollados, sino a la de países de un nivel similar de desarrollo. De confirmarse esta evolución (los datos disponibles divergen), eso significa que no se ha dado un desacoplamiento entre energía y crecimiento, lo cual ilustra las dificultades que enfrenta el país para orientarse hacia nuevas trayectorias más bajas en emisiones.

13. PEMEX tiene un bajo coeficiente de inversión en relación a sus ingresos, en comparación con el de otras NOCs –National Oil Companies–, como Petrobras.

recursos. Este es un punto crucial: *cubrir las necesidades energéticas del presente sin comprometer las del futuro.*

2.1. Un consumo de energía creciente en el que predominan los combustibles fósiles

En la matriz energética de México a los combustibles fósiles les corresponde un poco más del 93%, representando el petróleo 57% y el gas natural 32%. Escenarios y previsiones coinciden en que el consumo de energía continuará creciendo, globalmente y en términos per cápita, lo cual hará necesario un fuerte aumento de la oferta de energía primaria, en particular para hacer frente a una demanda interna de petróleo que puede llegar a alcanzar la producción actual. Esta producción está dirigida ahora tanto al consumo interno como a la exportación y ha caído desde 2004, cuando alcanzó su máximo nivel de 3.4 MMb/d (en 2012 se situó en alrededor de 2.5 MMb/d, en promedio).

Entre los sectores consumidores de energía destaca el transporte. El parque vehicular del país aumentó 43% en 6 años, al pasar de 18.4 millones de unidades en 2005 a 26.4 millones en 2011, sobre todo por la importación de autos usados de Estados Unidos, los cuales no cumplen con normas recientes de consumo de gasolina.¹⁴ La Secretaría de Energía (SENER) ha estimado que el parque vehicular crecerá hasta 2016 a una tasa de 6.3%, promedio anual, es decir llegará a 35.6 millones en 2016. La demanda de combustibles (gasolinas y diesel sobre todo) que acompañará ese

crecimiento del parque vehicular, según estimaciones de esa misma fuente, será inferior al del parque vehicular (alrededor del 4%), pero a esa tasa las emisiones relacionadas con CO₂ mantendrán su ritmo ascendente.

Respecto a 1990, las del sector transporte pasaron en 2010 de 32.7% a 39.6% del total de las emisiones correspondientes al consumo de combustibles fósiles en CO₂ eq.¹⁵

Una electrificación más intensa de la economía es una de las tendencias fuertes que pesan también sobre el consumo energético. Si en el momento actual no se puede hablar de una transición energética, sí puede afirmarse que el país se encamina desde hace algunos años a un importante cambio en la generación de electricidad. Una suerte de transición al interior de los fósiles, al darse una mayor utilización de gas natural y una disminución en la utilización de combustibles derivados del petróleo. Hacia fines de 2012 (datos de SENER), la capacidad efectiva de generación de electricidad se distribuye de la siguiente manera: 72.6 % alimentadas con combustibles fósiles (gas natural, combustóleo, diesel y carbón); 21.7% hidroeléctricas; 3.0% energía nuclear y 2.7% energías renovables (geotermia y eólica). Consecuentemente, la electricidad generada proviene también de esos combustibles, entre los cuales el gas ha adquirido una mayor presencia. Este fenómeno se explica, sobre todo, por la disponibilidad de tecnologías de mayor eficiencia y menor impacto ambiental, como la del ciclo combinado,¹⁶ en comparación con las plantas convencionales que emplean combustóleo. Concretamente,

14. Según el Instituto Nacional de Ecología, la mayoría de las unidades importadas de Estados Unidos no son eficientes, pues consumen en promedio 3 mil 333 litros de gasolina cada año por unidad, contra mil 543 litros de gasolina de los nuevos modelos.

15. Para el año 2010, el transporte contribuyó con el 33.0% del total de las emisiones de GEI en unidades de CO₂ eq. generadas en la categoría de Energía, elevándose a 166,412.0 Gg. En esta cifra el 94.5% provino de automotores. En cuanto al tipo de combustibles, la gasolina aportó el 69.2% de las emisiones del sector y el diesel, 26.1% (43,466.9 Gg). Datos provenientes de: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático [2012].

la generación bruta de esas tecnologías pasó de 15,526 GWh¹⁷ a 119,978 GWh entre 1999 y 2011 (SENER, 2012). Si bien el gas representa una mejor alternativa ambiental, plantea problemas sobre todo cuando una proporción cada vez más importante del gas consumido en el país es importada. La determinación de los precios también es una fuente de incertidumbre ya que tienen como referencia las cotizaciones en mercados al norte de la frontera, las cuales se trasladan al país impactando toda la cadena. Esos precios se utilizan para hacer comparaciones de proyectos de generación considerando que se mantendrán necesariamente bajos. Esta hipótesis puede verse desmentida por los hechos, tomando en cuenta la evolución que podría tener en pocos años la demanda de gas en Estados Unidos, en usos diferentes a los industriales o a la generación eléctrica (como el transporte) y la producción misma, por las restricciones que podrían imponerse al gas no convencional por razones ambientales.

La gráfica 1, en la siguiente página, presenta el consumo de combustibles fósiles para generación eléctrica por tipo de combustible. En ella se puede apreciar claramente cómo ha ido creciendo el del gas natural: no parece fuera de lugar entonces que la ENE-2013 prevea que en el escenario 2027 la generación eléctrica con gas podría llegar a ser de 72% (un porcentaje similar al que hoy ocupan todos los combustibles fósiles), cuando en 2012 fue de 47%.

Ante ese escenario, es preciso tener presentes varios problemas que configuran una situación problemática: la

red de transporte de gas natural apenas si ha crecido (1% entre 1995 y 2010); el Sistema Nacional de Gasoductos se encuentra saturado y con problemas de mantenimiento, situación que ha provocado ya varias alertas críticas; la infraestructura de transporte que se ha construido es solamente la que ha sido licitada por Comisión Federal de Electricidad (CFE) para sus ciclos combinados; el número de nuevos usuarios de gas natural ha decaído a partir de 2003.¹⁸

Al estudiar el consumo energético y sus implicaciones ambientales, muchas veces el análisis se queda en los datos globales, en los relacionados con los sectores modernos de la economía o con el medio urbano. México es un país de grandes disparidades y desigualdades y eso se refleja también en el consumo energético. De acuerdo con cifras aportadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), al menos 27 mil 365 localidades tienen un grado de marginación muy alto. En estas comunidades viven 3.2 millones de personas, de las cuales 47 mil 239 habitantes tienen un grado de marginación alto, concretado en elevados porcentajes de analfabetismo, de estudios primarios no terminados, de carencia de energía eléctrica¹⁹ y un consumo energético no solamente bajo en relación al de los centros urbanos, sino uno en el que predomina la biomasa tradicional (leña, excrementos de animales y residuos agrícolas). Las disparidades en el consumo energético tienen consecuencias sobre los niveles de vida y también sobre el potencial de desarrollo relacionado con el capital humano (salud,

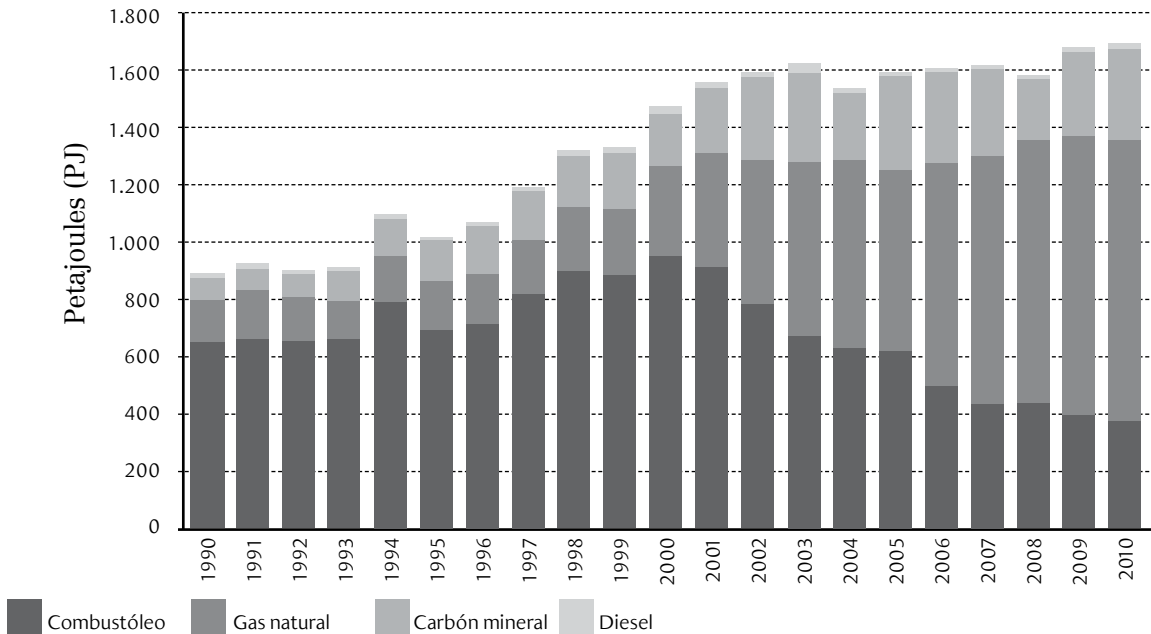
16. En 2011, la aportación de las plantas de ciclo combinado fue de 46.3% del total de la electricidad generada (SENER, 2012d). Ese porcentaje se explica sobre todo por la participación de los PIE (Productores Independientes de Energía), cuya participación ha aumentado de manera significativa por la apertura de la generación y los apoyos que han recibido. La aportación de esos productores en la generación de energía eléctrica fue de 0.7% en 2000 y de 29% en 2011 (*ibídem*).

17. Gigavatio hora (10⁹ Wh)

18. Entre 2006 y 2010 creció a una tasa promedio anual de 2.5%, cuando lo hizo en 19.9% entre 1999 y 2002 (Comisión Reguladora de Energía "Sistemas integrados", Presentación, 10 noviembre 2011).

19. A nivel nacional la cobertura del servicio de energía eléctrica aumentó 2.8% entre 2000 y 2010, cubriendo este último año al 97.8% de las viviendas particulares habitadas. INEGI, 2010

Gráfica 1. Consumo de combustibles fósiles para generación eléctrica (1990 - 2010)



Fuente: Comisión intersecretarial del cambio climático (2012), con datos de Sener.

educación, etc.).

2.2. Un consumo de energía con fuertes consecuencias ambientales

Por el volumen de sus emisiones de GEI, México ocupa el 12° lugar en el mundo, con una contribución de alrededor de 1.6% de las emisiones globales. Las emisiones de GEI en la categoría de energía aumentaron en 2.3% anual de 1990 a 2010, siendo el CO₂ el principal de ellos (en 2010 le correspondió el 80.4% del total de esa categoría).

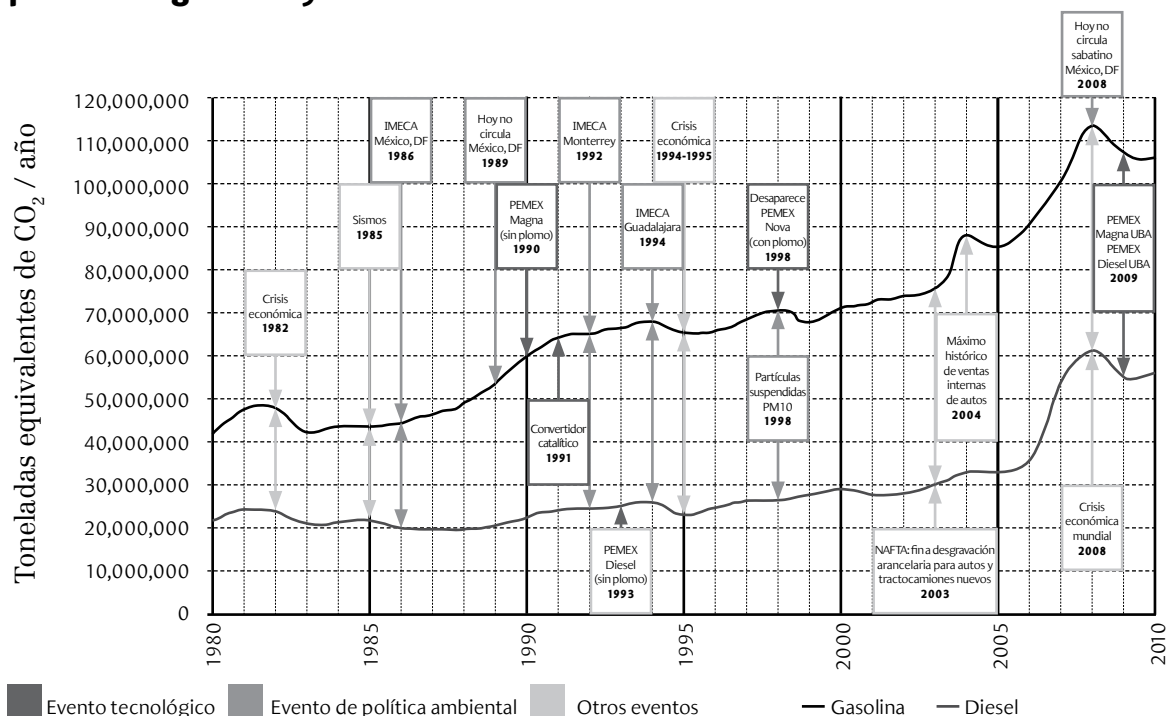
En el caso del sector transporte a pesar de las regulaciones ambientales

y mejoras en los combustibles, el efecto del aumento en el parque vehicular y del consumo de combustibles –ya mencionado arriba– es el que se ha impuesto, como se puede ver en la Gráfica 2.²⁰

En cuanto a la generación de electricidad basada en energías renovables no ha tenido avances significativos, a pesar del potencial que existe en campos como la solar, eólica y biomasa. Las inversiones de los PIE (productores independientes de energía) y las del sector público, no la han impulsado. La SENER (2012b), espera para 2026 una capacidad instalada de energías renovables y grandes hidroeléctricas que

20. Elaborada por Carlos Álvarez Maciel, ingeniero químico, egresado del programa de maestría del Postgrado de Energía (Facultad de Ingeniería) de la UNAM.

Gráfica 2. Emisiones anuales de gases de efecto invernadero (GEI) por uso de gasolina y diesel en México



Fuente: Sistema de Información Energética-SENER 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 2 Balances Nacionales de Energía 2005-2011, Anuarios Estadísticos de Pemex 1988-2010, SEMARNAT y secretarías locales de medio ambiente, INEGI/AMIA

según sus escenarios puede situarse entre 18,505 MW²¹ y 22,788 MW. Queda por concretarse la parte que efectivamente será reservada a la llamada “electricidad verde” (eólica, mini-hidro, geotérmica, solar fotovoltaica, solar térmica),²² cuyo desarrollo tiene implicaciones especiales en términos ambientales, tomando como referencia las emisiones de los combustibles utilizados en la generación convencional, entre los que se encuentra el gas natural.²³ Aquellas formas de generación podrían colaborar a hacer realidad el compromiso de la Ley General de Cambio Climático que entró en vigor el 10 de octubre 2012

y que establece como meta reducir 30% las emisiones hacia 2020 y 50% hacia 2050, en relación con las emisiones de 2000.

2.3. Las reservas disponibles para hacer frente al consumo energético

En una situación en la que predominan los hidrocarburos en el abastecimiento energético, es importante saber de qué base de reservas dispone el país y su evolución previsible. Esto es indispensable para la toma de decisiones, como lo muestra el caso del *shale gas*. Aunque en este campo ya se realizan estudios y se recaba y procesa

21. MW: Megavatios (1 MW = 1 millón W)

22. En la Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (LAFRE), se creó un Programa para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía. Como meta para el 2012 se definió un porcentaje mínimo de participación de las energías renovables equivalente a 8% de la generación total de electricidad, sin incluir las grandes hidroeléctricas.

23. Algunos datos que la caracterizan (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, 2012): las emisiones por generación de electricidad crecieron 72.8% en el periodo 1990-2010, al pasar de 66,856.6 a 115,537.4 Gg de CO₂ eq. y en 2010 la participación en las emisiones generadas por el uso de combustibles fue: gas natural, 47.7% (55,140.2 Gg); combustóleo, 25% (28,928.5 Gg); carbón, 26.3% (30,386.5 Gg), y diesel, 0.9% (1,082.2 Gg).

información sísmica 3D, se está aún en el nivel de los recursos prospectivos. A pesar de ello, la ENE-2013, avanza planteamientos que distan mucho de tener fundamentos sólidos en el momento actual: “El gas natural de lutitas podría ser una aportación significativa para cubrir las necesidades de México a largo plazo” (p. 45).

A ese respecto, preocupa la evolución reciente de las reservas. A pesar del aumento en las inversiones en exploración y producción, las cuales pasaron de 77,860 millones de pesos a 251,900 millones en el periodo 2000 a 2012,²⁴ ese esfuerzo no ha podido traducirse en una evolución favorable de las reservas totales de hidrocarburos, ya que éstas han declinado hasta situarse en 43, 837.3 MMbpce.²⁵ En ese total, las reservas probadas representaron 31.5%, las probables 28.2% y las posibles 40.3% (SENER, 2012; PEMEX, 2012).²⁶

2.4. Inversiones en las fuentes existentes (hidrocarburos) y en fuentes alternas

La autosuficiencia en hidrocarburos a la cual se orienta Estados Unidos, el principal cliente de México puede ser una oportunidad para reconsiderar el futuro del petróleo y el papel que puede tener en la transición. Por ahora, la estrategia oficial para un futuro cercano parece clara: mantener los niveles de producción, aunque con un petróleo más costoso, difícil y de menor calidad. En ese sentido, Pemex se ha propuesto:

- Aumentar la capacidad de producción
- Optimizar la producción en las zonas

maduras

- Desarrollar *offshore* profundo y ultra profundo (Golfo de México)

Todo ello requerirá no solamente inversiones, sino importantes esfuerzos para el desarrollo y administración del conocimiento. Según estudios realizados por PEMEX, se encuentran en el Golfo de México alrededor de 30 mil millones de barriles de “recursos prospectivos”,²⁷ los cuales requieren un gigantesco esfuerzo financiero y tecnológico para ser convertidos en reservas y, posteriormente en barriles producidos. Aún si PEMEX diera continuidad a un intenso programa de inversiones en exploración en aguas profundas los resultados en términos de nueva producción no podrán verse sino hasta dentro de varios años.

2.4.1. El lugar central de las inversiones energéticas en una perspectiva de diversificación

En una perspectiva de largo plazo la diversificación de la matriz energética tiene un interés estratégico, manteniendo una base firme en una más eficiente producción y uso de los hidrocarburos, pero al mismo tiempo con claridad sobre los desafíos y la magnitud de los esfuerzos necesarios para incrementar la parte de las energías alternas a los hidrocarburos. Las inversiones energéticas toman en cuenta los ritmos del consumo y del crecimiento económico. Sin embargo, se debe tener presente que esas inversiones, por sus tiempos de maduración e inercias, pesarán durante décadas sobre el futuro

24. Estrategia Nacional de Energía, 2013. Según PEMEX (www.pemex.com), la importancia de ese rubro continuará: la inversión destinada a Exploración y Producción en el periodo 2011-2015 representará el 75% del total, 21% a Refinación, 2% a Gas y Petroquímica Básica y el 1% a Petroquímica y al Corporativo.

25. PEMEX, 2011. MMbpce (Millones de barriles de petróleo crudo equivalente).

26. El 17 de marzo, el Presidente Enrique Peña Nieto informó “al 1 de enero de 2013 las reservas probadas [de hidrocarburos] ascienden a 13 mil 868 millones de barriles de petróleo crudo equivalente”, las cuales “aseguran la producción de hidrocarburos para México durante los próximos 10 años”. Se refiere, evidentemente, a las reservas de petróleo y gas. Las 3P, que ubica en 44 mil 530 millones de barriles de petróleo crudo equivalente “representan hasta 30 años de producción de hidrocarburos”.

27. Press Bulletin No. 024, March 5th 2007: “PEMEX maintains its evaluation of prospective resources in the Gulf of Mexico”.

energético y ambiental del país. En este sentido, ya no se puede hablar solamente de montos gigantescos de inversión para cubrir una demanda en expansión, como se podía hacer hasta cierto punto en un pasado reciente. Se trata de decisiones que tienen que ver con diferentes opciones tecnológicas y requerimientos específicos de combustibles, con restricciones ambientales, con diferentes modos de producción de energía que podrían desempeñar un papel importante en el futuro, con nuevos métodos de administración de la demanda. El objetivo ya no es satisfacer la demanda de energía a cualquier precio.

Las decisiones de inversión en la actual coyuntura son importantes, además, por sus posibles impactos en los procesos de recuperación de las economías: la manera como se construirán los sistemas energéticos se relaciona estrechamente con diferentes vías posibles de salida a la crisis y de una mayor o menor sustentabilidad de esos sistemas. Las inversiones energéticas que se deciden en un determinado momento pueden fortalecer trayectorias pasadas referidas al papel de determinadas fuentes, tecnologías y combustibles, o bien coadyuvar al desarrollo de un conjunto de industrias nuevas y la creación de nuevos empleos relacionados con fuentes de energía alternas a las existentes y con nuevas tecnologías. Estas últimas pueden conseguirse en campos como la infraestructura de transporte baja en carbono, los servicios urbanos, en especial el tratamiento de la basura y los desechos, en la promoción de edificios con consumo eficiente de energía, entre otros.

Un campo en el cual se concretan

decisiones que tienen que ver con energías fósiles y renovables es el de las inversiones en plantas e instalaciones eléctricas y la correspondiente selección de determinadas tecnologías y combustibles. Todo eso tiene lugar ahora en un contexto de restricciones ambientales, ya que la generación de electricidad con base en combustibles fósiles es una de las fuentes más importantes de las emisiones de CO₂.

En el mundo, se mantiene un esfuerzo importante de inversión en renovables, a pesar de la crisis. Según datos recientes (REN21, 2012), la inversión global total alcanzó en 2011 la cifra record de US\$257 mil millones, 17% por encima de la de 2010, y 94% más que la inversión total en renovables de 2007. Según datos de PEW Environment Group [2012], en la lista de los 10 países con más inversiones en energía limpia, los dos primeros eran Estados Unidos y China; en ella también figuran la India (6º lugar) y Brasil (10º). En otra clasificación, la de los países del G20, México ocupó el lugar 18 en inversiones en energías limpias, con sólo 46 millones de US\$ en 2011, cifra que representó el 0.02% del total de ese grupo. A pesar de esto, se ha establecido que la generación eléctrica a partir de energías limpias debe alcanzar una participación de 35% de la generación total en 2026. El esfuerzo de inversión deberá ser muy importante, tomando en cuenta, además, que las inversiones en capacidad en el campo de las renovables se traducen en una generación real con un bajo factor de planta, por la naturaleza intermitente de la mayor parte de ellas.

Un campo para las inversiones que menciona el Programa Especial de Cambio

Climático (PECC), dado a conocer en 2009, es el de la introducción de tecnología de punta a las plantas de generación eléctrica que permita alcanzar mayores niveles de eficiencia térmica y, en consecuencia, coadyuvar a la reducción de emisiones. En México esos niveles son bajos, en particular si se comparan con los de la mayoría de los países de la OCDE.

2.4.2. Diversidad de opciones tecnológicas en un contexto de restricciones ambientales y de una mayor conexión con los mercados internacionales

Las decisiones de inversión no pueden abstraerse de lo que sucede en los mercados regionales e internacionales, como es el caso del gas natural. La evolución de los precios hacia la baja es nueva, en relación a la que se veía hasta mediados del 2008 con un alza que parecía imparable. Ahora, el desarrollo de las nuevas fuentes de gas natural en Estados Unidos ha impactado la oferta, los precios y la trayectoria de éstos, la cual se ha transmitido directamente al mercado mexicano provocando un crecimiento acelerado de la demanda y de las importaciones.

Los cambios en los precios relativos es uno de los temas que es necesario atender en una evaluación económica, pero no se limitan a ellos. Otros factores, tanto o más importantes, están presentes en las decisiones de inversión y de selección de tecnología y combustibles. Por ejemplo:

- los impactos ambientales, que tienen ahora cierta relevancia, como puede verse en los documentos de planeación de CFE

desde hace algunos años;

- la seguridad de un aprovisionamiento energético basado en la diversificación, impactos sobre el crecimiento global, creación de empleos, formación de recursos humanos. La opinión pública y la movilización de la sociedad civil se han constituido también en factores en años recientes. Los casos de las centrales nucleares y de las unidades de regasificación en países desarrollados (“no en mi patio trasero”) lo atestiguan, como también en nuestro país (caso del Proyecto Hidroeléctrico “La Parota”).

En Estados Unidos, desde los años 90, las centrales eléctricas basadas en gas han representado la mayoría de la nueva *capacidad de generación* construida, hasta representar en el momento actual el más importante componente del parque de centrales.²⁸ Hacia adelante, se espera el retiro de varios proyectos de generación con base en carbón. El caso estadounidense tiene interés e implicaciones para México, ya que en este país el programa de expansión eléctrica se ha basado primordialmente en centrales cuya operación requiere gas natural bajo criterios de minimización de costos de inversión y operación. Es necesario tomar en cuenta, sin embargo, que los dos países se encuentran en situaciones diferentes respecto a reservas y producción de gas natural, sobre todo ahora con el incremento espectacular de la producción del *shale gas* en Estados Unidos.

28. S. M. Kaplan, “Displacing Coal with Generation from Existing Natural Gas-Fired Power Plants”, Congressional Research Service, 19 enero 2010.

3. Diversificación de la matriz energética. Realidades y posibilidades de las energías renovables

3.1. Las vías de la diversificación

Para la transformación del sistema energético se presentan dos orientaciones, cada una de las cuales acepta que hay que disminuir el lugar de las energías fósiles y utilizarlas de manera más eficiente mientras duren:²⁹

- La primera sostiene que es necesario ampliar el lugar de las “energías limpias”, concepto que incluye a la nuclear, cuya importancia debería ser incrementada de manera sustancial.
- La segunda se refiere solamente a las energías renovables y utiliza, en el caso de la generación eléctrica, la expresión “generación verde”, incluyendo solamente a la solar, eólica, geotermia y mini-hidráulica.

Esa diferenciación ha trascendido al ámbito de las políticas y decisiones, como se señaló más arriba en el caso de Alemania, país que ha decidido cerrar sus centrales nucleares. Otros no sólo

mantienen sino que además amplían sus programas nucleares (Francia, China, India, Corea del Sur, etc.), aunque después del accidente de Fukushima se proponen revisar y modernizar sus centrales e impulsar una nueva generación con diseños más avanzados que garanticen un mejor funcionamiento en el plano de la confiabilidad y la seguridad.

En la primera década de este siglo se vio un renacimiento de la energía nuclear en varios países, con base en argumentos como los siguientes:

- La diversificación energética como un imperativo, por razones de seguridad y para minimizar las emisiones de CO₂.
- La necesidad de un abastecimiento continuo y confiable que proporciona la energía nuclear.
- Los costos en términos de emisiones y las consecuencias sobre el calentamiento global que dejaría el no desarrollo o la cancelación de la alternativa nucleoelectrica, al no estar plenamente listas las renovables para tomar masivamente su lugar.
- Las ventajas de las renovables son claras sobre la energía nuclear y las fósiles, pero no pueden competir todavía en términos de precios. A ello se agrega su carácter intermitente, lo cual obliga a respaldarlas con otras modalidades de generación, en particular con combustibles fósiles.

En lo que respecta a México, la CFE incluye ya en su Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) acciones entre las que destaca el desarrollo de nuevas plantas para la generación de energía nuclear. En cuanto a la ENE-2013, aunque el titulado

29. Se retoman aquí planteamientos que el autor hizo en la Mesa Redonda sobre “El desastre de Fukushima y el futuro de la energía nuclear: aprendiendo de la experiencia”, organizada por El Colegio de México, la Universidad de Colima y la UPAEP, el 12 de junio de 2012.

del Tema estratégico número 16 (“Definir el alcance del programa nuclear si se opta por ampliar la capacidad nuclear en México”) refleja cautela, contiene orientaciones claras: “considerando que la energía nuclear no produce gases de efecto invernadero, es necesario considerar la implementación de un programa nuclear. La experiencia de México en la operación de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde permitiría realizar exitosamente un programa nuclear que contemple la construcción de otras centrales nucleoeeléctricas”.

En principio, la generación de electricidad con plantas nucleares es competitiva respecto a otras plantas, pero la inversión inicial es más elevada y representa riesgos que no han sido completamente disipados, además del problema de los desechos.

3.2. Energías renovables. Campo, posibilidades y requerimientos para su desarrollo

Las energías renovables, suministradas en forma adecuada, pueden explotarse de manera ilimitada, es decir no disminuyen a medida que se aprovechan. Su importancia se hace evidente en usos cada vez más diversificados, en particular para generación de electricidad.

Algunas de ellas se desarrollan preferentemente de manera descentralizada, en el lugar de su uso, por organizaciones de diverso tipo: municipios, asociaciones, organizaciones no gubernamentales, comunidades a las que proporcionan oportunidades diversas, etc. No se trata solamente de proyectos pequeños: más de la

mitad de la capacidad global de generación de electricidad basada en energías renovables se ha instalado en países en desarrollo, siendo China el país que añadió más capacidad en 2011 (REN21, 2012).

El IPCC ha definido esas energías como aquellas provenientes de fuentes como el sol o geofísicas y biológicas, las cuales pueden ser recargadas por procesos naturales a tasas por lo menos iguales a las de su uso (IPCC, 2011). En términos prácticos, esa definición incluye a la bioenergía, a la energía solar directa, a la energía geotérmica, a la energía hidráulica, a varias formas de energía oceánica (mareas, olas, corrientes marinas) y a la energía eólica. Aunque muchas veces se les menciona de manera agrupada, son diversas y cada una tiene su especificidad: pueden proporcionar electricidad, pero también energía térmica y mecánica, así como combustibles.

Las energías renovables, en sus formas modernas, es decir excluyendo a la biomasa tradicional, constituyen una pequeña fracción de la oferta total de energía primaria, pero ya en 2011 representaron cerca de la mitad de la nueva capacidad eléctrica instalada y el total de empleos en el mundo superó ese mismo año los 5 millones, concentrados sobre todo en bioenergía y en el calentamiento de agua con energía solar. En algunas regiones el desarrollo de las renovables modernas ha sido particularmente importante: en la Unión Europea, en 2011, el 47% de la nueva capacidad eléctrica vino de la solar fotovoltaica. En ese mismo año, fue en América Latina en donde se dio el más

importante crecimiento de la energía eólica: Brasil, Argentina, Chile, República Dominicana, Honduras y México agregaron capacidad a la ya instalada. Otro dato importante es que renovables modernas y biomasa tradicional ocupan el 16.7% del consumo final total de energía.³⁰

El avance tecnológico ha reducido costos y mejorado las perspectivas de las renovables frente a las fuentes convencionales. Existen, sin embargo puntos de vista diferentes a este respecto. Para algunos, la energía eólica es ya técnicamente madura y no es realista esperar reducciones importantes en los costos, salvo en materiales como el acero y otros utilizados para fabricar los aerogeneradores. En cuanto a las celdas fotovoltaicas, tampoco sería posible bajar más los costos de sus componentes. Para otros, por el contrario, los costos continuarán declinando, ya que el progreso técnico no se ha frenado, como puede verse en el caso de las turbinas, módulos solares y las instalaciones solares residenciales. El fondo de la discusión tiene que ver con los subsidios a las energías renovables, cuyo desarrollo depende fuertemente de ellos. Importa saber si en una perspectiva de reducción de emisiones, para lo cual es crucial el desarrollo de las renovables, son necesarias políticas de apoyo, sin olvidar que los subsidios explícitos e implícitos que reciben las energías convencionales de origen fósil desalientan el desarrollo de las renovables. Parecería que en nuestro país se ha impuesto la fórmula “quitar barreras, no poner subsidios”, sin que haya habido un real debate al respecto.

3.2.1. El desarrollo de las energías renovables en México es muy inferior al potencial. Obstáculos y barreras

Trabajos del Centro de Investigación en Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México (desde este año Instituto de Energías Renovables) han mostrado que el desarrollo de energías renovables es muy inferior al potencial. En efecto, el país cuenta con altos niveles de insolación, con caudales fluviales no aprovechados, sitios geotérmicos importantes, zonas con alta intensidad de vientos y una gran cantidad de desechos orgánicos agrícolas y urbanos. Existe, además, un potencial de asimilación tecnológica y de integración nacional elevado que permitiría hacer frente a los requerimientos para el desarrollo de fuentes como la eólica, la solar, la hidráulica, la biomasa. Existe, en efecto, un desarrollo aceptable en el campo de la maquinaria eléctrica, los equipos de proceso térmico, los sistemas de instrumentación y control mecánico, eléctrico y electrónico. Desde diversos horizontes, se afirma que México tiene el potencial científico-técnico e industrial para adaptar tecnologías desarrolladas en otros lados e incluso para generar tecnologías propias. La ingeniería mexicana en sus diferentes campos puede participar en el diseño y construcción de plantas. Todo ello no debe hacer olvidar las carencias, tal como se asienta en la ENE-2013: “los equipos y tecnologías empleados, no sólo para consumir la energía, sino también para producirla y procesarla son mayoritariamente de origen extranjero. Son muy pocos los ejemplos que

30. Los datos de este párrafo provienen de REN21, 2012.

existen de equipos que dominen el mercado nacional y que hayan sido producto de nuestro avance científico y tecnológico o de nuestras patentes” (p. 8). Otros países, en particular asiáticos, están aprovechando que muchas de las actividades manufactureras relacionadas con las renovables se están desplazando hacia países en desarrollo adaptando, mejorando y creando tecnologías. En México, son la SENER y la Secretaría de Economía las dependencias que tienen atribuciones para promover capacidades nacionales en esos campos, pero parecen marcadas por el abandono desde hace años de las políticas industriales y tecnológicas. Éstas son necesarias para identificar, promover y desarrollar sistemas energéticos viables técnica y económicamente indispensables para la satisfacción de los requerimientos energéticos, al mismo tiempo que se favorece el desarrollo industrial y tecnológico del país.

Se encuentran otro tipo de obstáculos y barreras, tanto físicos como de otro tipo. Entre los primeros se encuentra un mallado (*grid*) nacional que no permite el desarrollo de proyectos de generación con base en energías renovables y su interconexión. Lo mismo puede decirse acerca de la insuficiencia de proyectos de generación distribuida, generalmente de pequeña escala. En el ámbito local, existe un conocimiento e informaciones insuficientes acerca de las diferentes opciones de energías renovables, sus costos y posibilidades de financiamiento, así como de sus múltiples co-beneficios: protección a la salud, elevación del nivel educativo, generación

de empleos, reducción de impactos ambientales, etc. Es el caso, en particular, de energías renovables descentralizadas para satisfacer necesidades energéticas locales como plantas mini-hidráulicas, varias opciones de biomasa moderna, solar fotovoltaica y eólica (IPCC, 2011; REN 21, 2012). En cuanto a los consumidores, no puede hablarse en México de un mercado energético que les permita seleccionar de manera voluntaria la electricidad, ya sea a partir de recursos renovables o no renovables. Sin embargo, a partir de la reforma de 2008 ha empezado a generarse un nuevo marco regulatorio al cual nos referiremos más adelante.

Por otro lado, los métodos de planeación económica y financiera evalúan sólo el costo económico de corto plazo de la generación de energía. Como la CFE está obligada por ley a adquirir la electricidad de terceros a ese costo, hacen falta incentivos económicos y fiscales, así como mecanismos financieros que permitan a las energías renovables ser competitivas frente a las convencionales. Las nuevas leyes contienen instrumentos que otorgan incentivos a proyectos que generen electricidad para el servicio público, mediante fuentes renovables. Asimismo, la SENER, el *Global Environment Facility*, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial han desarrollado un esquema de Fondo Verde para dar incentivos a productores independientes, apoyar proyectos de eficiencia energética y de energías renovables, de transporte sustentable y calidad del aire. También han participado en estos proyectos los gobiernos de Noruega y Alemania. Sin

embargo, organismos como el Centro Mexicano de Derecho Ambiental y la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente, al analizar los recursos que se han recibido a través de ese mecanismo, han puesto en evidencia las dificultades para obtener información sobre sus resultados, los cuales parecen ser más bien pobres.

Entre los problemas que más se mencionan para el desarrollo de las renovables, se encuentran algunos de tipo técnico como las insuficiencias en cuanto a una completa estimación del potencial de las mismas. No obstante, a pesar de la importancia de ese tipo de obstáculos, los más importantes parecen ser los relacionados con:

- *El marco regulatorio.* El actual beneficia sobre todo a empresas que cuentan con capitales para producir energía, sea o no renovable, dejando a otros grupos interesados fuera de dicha posibilidad (asociaciones de solidaridad social, cooperativas, organizaciones campesinas, ejidos, grupos comunitarios, etc.). En este sentido hace falta un marco regulatorio completo y con certidumbre. Invertir en el sector eléctrico en fuentes renovables de energía implica, por ejemplo, un gasto de instalación muy alto y un retorno de inversión a muy largo plazo, aunque los gastos de operación son menores en comparación con centrales que utilizan hidrocarburos.
- *Capital humano y construcción de capacidades.* Una de las barreras en países como México es la carencia en el plano local de recursos humanos calificados y con entrenamientos específicos para

la transferencia y apropiación de las tecnologías. En esos campos se encuentra una fuente de nuevos empleos (“*green jobs*”) para instalar, operar y mantener los equipos y en general para el éxito de los proyectos de energías renovables. A estas se les reconoce un elevado potencial de generación de ese tipo de empleos: desde la I&D hasta la instalación y mantenimiento, pasando por la ingeniería, la consultoría, el control de calidad, la educación y el entrenamiento. Aunque existe una polémica en cuanto a la creación de empleos, estudios señalan efectos positivos netos (Del Río Pablo, Burguillo Mercedes, 2009), además de muchos otros co-beneficios.³¹

3.2.2. Logros y realizaciones en el campo de las renovables

A pesar de las carencias y obstáculos, que no han ayudado al desarrollo de las renovables, en México ya existen algunas realizaciones y logros. No es posible hacer aquí una relación detallada de ellos, pero es importante proporcionar datos que permiten ver los campos en los cuales se ha avanzado. Es preciso señalar, sin embargo, que solamente en geotermia el país figura en un lugar importante en el plano internacional; en otros campos se sitúa muy atrás, incluso en relación con países de similar grado de desarrollo.

*Energía eólica.*³² En México se cuenta con un potencial considerable en varios Estados de la República como: Baja California Sur, Oaxaca, Durango, Zacatecas, etc., además de los 10,000 Km de litoral en

31. “The existing literature has mainly focused on the direct employment effects associated to renewable energy deployment as the most important contribution to local sustainability. Whereas this paper confirms that this is the most relevant benefit from RES projects, it has also shown that a wide array of other tangible and non-tangible benefits should be considered, including income generation which complements and diversifies the sources of income of the local population” (Del Río Pablo, Burguillo Mercedes, 2009).

32. En el Postgrado de Economía de la UNAM se encuentra en elaboración la tesis de Maestría de Mónica Santillán Vera cuyo título provisional es: “Energía eólica en México: impactos socio-económicos y políticas públicas para incentivar su desarrollo”.

los cuáles también hay sitios susceptibles de aprovecharse para la generación eléctrica. En años recientes, la capacidad instalada a partir de centrales eólicas se incrementó significativamente, al pasar de 2.2 MW en 2006 a 598 MW en diciembre de 2012³³ con lo cual su aportación a la generación de electricidad se situó en 0.14% del total en 2011. El país cuenta con al menos 50,000 MW con factores de carga superiores al 20% y se estima que de este potencial entre 10,000 y 20,000 MW serían competitivos, dependiendo de la evolución de los precios del gas natural. Tomando eso en cuenta, la Academia Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) ha propuesto la instalación de 12,000 MW lo cual haría una aportación significativa al PIB, al empleo, a incrementar el porcentaje de participación de las energías limpias y a la reducción de emisiones.³⁴

Las ventajas de la energía eólica se refieren sobre todo a que no produce gases de efecto invernadero, no emite contaminantes atmosféricos, no utiliza grandes cantidades de agua ni genera residuos peligrosos. Esos beneficios que se sitúan en la etapa de operación son reales y ponen a la eólica por encima de otras fuentes, pero no incluyen los impactos que resultan de la fabricación, transporte e instalación de los equipos, una evaluación más completa que intentan hacer, por ejemplo, los análisis realizados en el marco de los *Life Cycle Assessments*. Otro aspecto al que se comienza a prestar mayor importancia, por los conflictos potenciales y los que ya han empezado a darse, es el relacionado con las comunidades y los derivados de la tenencia de sus tierras. Sin

su participación, sin tomar en cuenta sus intereses y aspiraciones se verá frenado el desarrollo de una forma de energía con un fuerte potencial de desarrollo y múltiples beneficios y co-beneficios.

Mini y micro-hidroelectricidad. Si bien toda la hidroelectricidad puede considerarse renovable, la diferencia de estas formas es que mitigan los impactos en los ríos, favorecen la calidad del agua y el paso de los peces, protegen especies en peligro e incluso el acceso de la gente y sus posibilidades de recreación. A diciembre de 2011, la capacidad de generación hidráulica que opera la CFE, en plantas con una capacidad igual o menor a 30 MW, se ubicó en 286.6 MW. La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) estimó en 2006 el potencial hidroeléctrico nacional en 53,000 MW, de los cuales el de centrales con capacidades menores a 10 MW era de 3,250 MW.

Energía geotermoeléctrica. México ocupa el tercer lugar mundial en capacidad de generación de este tipo de energía. El Instituto de Investigaciones Eléctricas considera que existe un potencial aprovechable de esta fuente en 26 estados de la República y un total de reservas geotérmicas equivalentes a 10,644 MW, incluyendo las probadas, probables y posibles. De acuerdo con datos de la CFE, al 31 de diciembre de 2011 se encontraban en operación 38 unidades de generación con una capacidad instalada de 886.6 MW. Estudios promovidos por el BID indican que el potencial de recursos hidrotermales podría alcanzar varias veces esa capacidad instalada.

33. AMDEE (Asociación Mexicana de Energía Eólica), "Proyectos eólicos en operación en México", 2012.

34. AMDEE, "El potencial eólico en México y los beneficios de su aprovechamiento", versión preliminar, en colaboración con PWC, julio 2012, 31 p.

Energía solar. Las posibilidades de esta forma de energía renovable son inmensas en nuestro país, en las más diversas utilidades, incluida la generación de electricidad solar térmica (que no se ha desarrollado) y solar fotovoltaica. Hace cinco años se evaluaba en 30,000 las comunidades rurales electrificadas en los anteriores 40 años mediante sistemas tradicionales de distribución de energía eléctrica (líneas y redes de distribución). En el caso de comunidades aisladas o de difícil acceso cuando esa solución no es la más adecuada, se ha considerado el desarrollo de modelos autónomos e independientes basados en celdas fotovoltaicas, la cual si bien tiene ventajas, tiene también desventajas, tanto en las modalidades y calidad del suministro como en la capacitación de los usuarios y los requerimientos de servicio.

Bioenergía. Las líneas actuales de desarrollo de biocombustibles en México parten de dos materias primas con niveles altos de producción en el país: la caña de azúcar y el maíz, pero la producción no se ha desarrollado mayormente. Se ha planteado también la utilización de trigo, sorgo, yuca y betabel, además de algas verdes, así como el fomento a la investigación científica y el desarrollo tecnológico para bioenergéticos de segunda generación.

Son conocidos los inconvenientes que plantean la utilización de materias primas de naturaleza alimenticia, así como el uso de tierras para ese fin. Estudios recientes³⁵ advierten que gran parte del potencial de bioenergía no es ni sustentable en términos de sus consecuencias ambientales y sociales (competencia con los sistemas alimenticios,

biodiversidad y conservación de los sistemas, etc.) ni como una fuente de energía baja en emisiones. Realizar ese supuesto potencial requeriría utilizar medidas altamente emisoras, como el incremento de cosechas en bosques, arrasarlos para crear espacios para bioenergía, utilizar superficies supuestamente “abandonadas” o “improductivas” cuando son en realidad secuestradoras de carbono.

En 2007, aproximadamente 28 millones de habitantes cocinaban sus alimentos con la quema directa de la biomasa (SENER, 2012b). Ésta, también, es utilizada como combustible en pequeñas industrias como las ladrilleras, panaderías, tortillerías y producción de carbón vegetal. Según esa misma fuente, para 2010, 14.5% del total de los hogares usaba leña o carbón como principal fuente de energía para cocinar y en localidades con menos de 2,500 habitantes el porcentaje aumentaba a 49.2%. Es sobre todo en este punto que se ubica el tema de la pobreza energética, el cual tiene implicaciones graves en el plano de la salud, de la educación y en general de niveles de vida cuya mejora pasa por acceder a un consumo basado en energías modernas y sustentables.

Maremotriz. A pesar de que actualmente México no cuenta con desarrollos piloto o comerciales de centrales de generación con base en las diferentes formas de energía oceánica, estudios realizados por la CFE indican que existen zonas con alto potencial para su aprovechamiento en el país, principalmente en la región del Alto Golfo de California. Se cree que en un área de embalse de 2,590 km², podría disponer

35. Véase, por ejemplo, para el caso de Estados Unidos, Searchinger T. et al. [2008]

de una potencia máxima instalada de 26 GW, con una producción de 23,000 GWh/año. De manera más general, México cuenta con alrededor de 11,000 kilómetros de costa donde, según el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IEE), se han reportado potenciales hasta de 40,000 MW.³⁶

4. Las políticas en el campo de las renovables. Análisis y propuestas en un marco integral que propicie un nuevo crecimiento bajo en carbono

Como en otros campos, en el de las renovables se enfrentan concepciones teóricas que tienen que ver con el papel del Estado, del mercado y de otras instancias y arreglos que se encuentran entre esos dos grandes mecanismos de coordinación de la actividad económica. En México ha habido una programación de las inversiones que puede considerarse exitosa, si sus logros se miden por indicadores como la cobertura del servicio de energía eléctrica. Ahora se requiere un nuevo tipo de planeación eléctrica, capaz, por ejemplo, de planear la red de transmisión, las capacidades humanas

necesarias, los apoyos financieros o el desarrollo de “redes inteligentes”; de impulsar también el desarrollo tecnológico con base en la elaboración de “mapas de ruta” de las diferentes tecnologías. Sin embargo, más que de planeación o de políticas industriales y tecnológicas se habla ahora de regulación.

Desde la economía convencional, el papel de los mercados competitivos es el de alcanzar objetivos posibles y deseables en todos los sectores de la actividad económica. Cuando tales mercados no existen o no pueden existir, la regulación busca controlar las fallas del mercado y producir los resultados deseados a través del uso de los poderes inductivos del gobierno (Bhattacharyya Subhes C., 2011). Los mercados energéticos son ahora objeto de un interés especial y de supervisión regulatoria, ya que no son realmente competitivos y no sirven por sí mismos el interés público. Con el creciente interés en temas como el cambio climático, la seguridad y la pobreza energética, se hacen presentes interrogantes acerca de la capacidad de los mercados y de los arreglos regulatorios para hacer frente a esos desafíos, entre los cuales se encuentran también accidentes como la explosión y derrame en el Golfo de México o el accidente de Fukushima. En ambos casos fallaron las regulaciones y los actores en diferentes niveles, de manera particular los órganos de regulación y las empresas.

Las políticas regulatorias intentan tomar en cuenta los costos ambientales, climáticos y los relacionados con la salud que resultan de la utilización de combustibles

36. Véase, “Generación de Energía a partir de la fuerza del mar”, 20 de diciembre 2012. <http://www.iie.org.mx/sitioIIE/sitio/control/06/detalle1.php?id=525> (consultado el 5 de abril 2013)

fósiles, a menudo subsidiados por los gobiernos, con el objetivo de promover la aceptación de sistemas bajos en emisiones de carbono. Aun cuando se toman medidas en esa dirección, los costos restringen todavía el crecimiento de las tecnologías renovables y requieren apoyos para asegurar su promoción: *feed-in tariffs* (FIT),³⁷ subastas públicas competitivas, obligaciones a los proveedores de electricidad de comprar o abastecer determinados porcentajes de electricidad proveniente de renovables,³⁸ incentivos financieros y fiscales, etc. Estas políticas deben vencer también varias barreras institucionales relacionadas con las industrias energéticas establecidas, las infraestructuras existentes, determinadas regulaciones y subsidios dañinos para el ambiente. Según la IEA (2010b), la eliminación de los subsidios al consumo de combustibles fósiles reduciría las emisiones de carbono relacionadas con la energía en alrededor de 6% (Ver también BRUVOLL Annegrete et al, 2011).

Desde la perspectiva de la regulación económica, una política energética que tome en cuenta el cambio climático, debe asegurar una internalización eficiente de las externalidades creadas por las emisiones de GEI. Sin embargo, el campo de la regulación es más amplio. Desde los 90, muchos países reformaron sus sectores energéticos, un proceso que condujo a la entrada de nuevos actores, sobre todo privados. En esta situación, aparecieron nuevos problemas para el abastecimiento energético en el mediano y largo plazo, en particular por lo que toca a las inversiones en centrales eléctricas, refinerías e infraestructura.

En lo que respecta a las renovables, el desarrollo y la utilización exitosa de las tecnologías dependen de un diseño adecuado de las políticas regulatorias, ya que muchas de esas tecnologías no pueden competir en los mercados energéticos actuales, tomando en cuenta que muchas de las externalidades no están incluidas en los precios de los energéticos. Aún en países en los cuales hay un desarrollo de tecnologías bajas en carbono, como la energía eólica para producir electricidad, se requieren apoyos adicionales como FIT, RPS y RES (Cf. Nota 38), certificados verdes y otros instrumentos regulatorios para asegurar un despliegue significativo. Entre éstos se encuentran: prioridad en el acceso a la red y el despacho, disposiciones particulares para la construcción, exigencias específicas para la inclusión de los biocombustibles, incentivos fiscales, diversos mecanismos financieros, impuestos al carbono e inversiones públicas específicamente dirigidas a apoyar actividades de I&D. En este último caso, el tema del financiamiento es crucial, así como el de la evaluación de las políticas y sus resultados (véase Anadon, Laura Diaz *et al.*, 2011).

En México, a partir de las reformas de 2008, se ha instaurado un nuevo marco jurídico para las energías renovables. El proceso no ha avanzado en profundidad, ya que esas reformas carecieron de una visión conceptual comprehensiva, indispensable para impulsar una transformación a fondo del sector energético: se enfocaron desde un inicio en el petróleo, en PEMEX y en la maximización de la renta petrolera, tanto en los diagnósticos previos, como en las propuestas y resultados.

37. *Feed-in tariffs* (Tarifas o primas garantizadas) son esquemas de apoyo que proporcionan incentivos a la generación de electricidad a partir de fuentes de energía o tecnologías seleccionadas.

38. En este caso entran los llamados *Renewable Portfolio Standards* (RPS) y *Renewable Electricity Standards* (RES), mecanismos que obligan a las compañías a proporcionar una determinada cantidad de electricidad proveniente de fuentes renovables, lo cual es certificado por algún organismo regulatorio. Varios países y por lo menos 30 estados de la Unión Americana los han adoptado.

De cualquier manera, ahora se tiene la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (Reglamento en 2009), la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética-LAERFTE (Reglamento en 2009), la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Reglamento en 2009). También se han abierto fondos de financiamiento entre los cuales destaca el Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética, el cual proviene de la reforma a la Ley Federal de Derechos en Materia de Hidrocarburos (2007). Esta ley establece la obligación de PEMEX de un pago anual del derecho para la investigación científica y tecnológica en energía, aplicando el 0.65% al valor anual del petróleo crudo y gas natural extraídos en el año. De ese total corresponde un 20% a energías renovables, eficiencia energética, tecnologías limpias y diversificación energética (1,050 millones de pesos en 2012). Otro Fondo interesante es el de la Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de Energía, establecido en la LAERFTE en 2008.

Con cierta continuidad se han introducido de manera paralela algunos programas, normas y estándares, así como dispositivos para la promoción de las energías renovables. Sin embargo, hacen falta medidas, como las siguientes que se han propuesto en diversos foros:

- Impulsar la transversalidad de las políticas climáticas en la ley y con medidas reales.
- Invertir en el desarrollo de “redes inteligentes”, un tema que apareció en la primera Estrategia Nacional de Energía,

pero sin que se hayan definido recursos, fechas, etc.

- Adoptar las mejores prácticas internacionales en materia de eficiencia energética en el sector energético mismo, en particular por parte de PEMEX y CFE.
- Impulsar un consumo energético más eficiente en todos los sectores de la demanda final, en particular en el transporte.
- Reforzar las facultades de la Comisión Nacional de Hidrocarburos para evitar el venteo y la quema de gas.
- Aprovechar mejor los mercados de carbono existentes, incluidos los regionales.
- Conectar el impulso a las energías renovables con programas de desarrollo regional y local.

Un marco indispensable para las diferentes leyes y medidas que componen una reforma es una arquitectura institucional coherente que impulse una transformación y garantice la gobernanza de un sector en su conjunto. Además, cuando nuevos actores privados deben cohabitar con compañías estatales, se necesitan entidades regulatorias fuertes e independientes. De la reforma del 2008 surgió un nuevo dispositivo institucional, en particular con la nueva Comisión Nacional de Hidrocarburos, cuyo objetivo es supervisar las actividades de exploración y producción, y de proveer de apoyos técnicos a la definición de políticas para el gas y el petróleo. También se otorgó mayor alcance y autoridad a la existente Comisión Reguladora de Energía (CRE) en el campo de las energías renovables y de la co-generación eficiente, con el objeto de regular actividades específicamente relacionadas con la

producción, la transmisión, el despacho y la venta de electricidad generada por fuentes renovables y con el acceso a la red del sistema eléctrico nacional.³⁹ Esta extensión de los poderes de la CRE en el campo de la regulación de las energías renovables es un paso importante, pero esa Comisión carece de autoridad suficiente para regular y controlar de manera exitosa a los dos entes paraestatales predominantes (PEMEX y la Comisión Federal de Electricidad) que no han manifestado interés real en favorecer el desarrollo de las renovables en su campo respectivo.

Consideraciones finales

La producción y consumo de energía en México están marcados por un predominio masivo de energías fósiles que ha provocado graves deterioros ambientales. El entorno institucional y regulatorio correspondiente tiene aspectos que se han convertido en restricciones y constricciones para la construcción de un sistema energético más diversificado, sustentable y eficiente.

El sector energético tiene un papel específico en la actual crisis: de él están surgiendo en varios lugares innovaciones que pueden contribuir a nuevas formas de crecimiento y desarrollo. Para un pleno despliegue de esas innovaciones es indispensable recuperar, con criterios diferentes a los financieros de corto plazo, la inversión productiva para una transformación radical de los sistemas

energéticos, un requisito básico para un nuevo crecimiento. Ciertamente es que las inversiones energéticas deben tomar en cuenta los ritmos del consumo y del crecimiento económico; sin embargo, por sus tiempos de maduración e inercias, pesarán durante décadas sobre el futuro energético y ambiental del país. En este sentido, no se trata solamente de calcular montos gigantescos de inversión para cubrir una demanda en expansión. El objetivo ya no debe ser satisfacer la demanda de energía a cualquier precio.

Las decisiones de inversión en la actual coyuntura son importantes porque la manera como se construirán los sistemas energéticos se relaciona estrechamente con diferentes vías posibles de salida a la crisis. Las inversiones energéticas pueden fortalecer trayectorias pasadas referidas al papel de determinadas fuentes, tecnologías y combustibles, o bien coadyuvar al desarrollo de un conjunto de industrias nuevas y la creación de nuevos empleos relacionados con fuentes de energía alternas a las existentes y con nuevas tecnologías.

Hasta ahora se ha hecho evidente una incapacidad estatal para articular e instrumentar una política energética de largo plazo con una clara dirección estratégica. Una transición no sólo requiere recursos o tecnologías; hacen falta sobre todo marcos institucionales renovados y coherentes para obtener una mejor producción, distribución y consumo de energía. Reformas parciales solamente han creado hasta ahora desconexiones e incluso contradicciones. Se requiere un andamiaje institucional y regulatorio fuerte y comprensivo apoyado por decisiones

39. Además, el 8 abril 2010, se estableció un marco regulatorio aun escasamente aprovechado por los usuarios. Por ejemplo, para generación en pequeña escala con renovables (capacidad menor a 30 KW): 1) no se requiere permiso de generación eléctrica ante la CRE; 2) se establece un contrato de interconexión con CFE para energía de respaldo y, 3) un banco de energía para colocar los excedentes, así como *netmetering* (equipos necesarios para medir la energía entregada por el generador al suministrador y la que entregue el suministrador al generador).

políticas, orientado a la transformación del sistema energético existente, altamente dominado por combustibles fósiles cuya producción y utilización se ve favorecido por los dos importantes entes públicos que dominan el sector: PEMEX y CFE.

El paso de estructuras monopólicas a una competencia regulada requiere intervenciones fuertes en términos de regulación y reforzar los organismos correspondientes. Uno de los problemas que se presentan es que la regulación, más orientada al mercado, no parece apoyarse de manera sólida en un marco de planeación con estrategias y objetivos de largo plazo. En ese sentido es necesario establecer una conexión con la definición de políticas tecnológico-industriales para el impulso a nuevas tecnologías relacionadas con las energías renovables y el ambiente, tal como se da en otros países en el contexto de la crisis global y de la búsqueda de nuevos senderos de crecimiento.

Nuestro país podría inspirarse de las experiencias de China, India o Brasil y establecer cooperaciones inéditas con ellos, además de las que se establezcan en el marco regional de América del Norte. El reto es crear o reforzar instituciones capaces de desplegar iniciativas de cooperación que combinen conocimientos, tecnologías y financiamientos. En esa cooperación deben participar no solamente dependencias gubernamentales o empresas, sino también centros de investigación, universidades, asociaciones relacionadas con las energías renovables y el ambiente, etc.

El futuro energético de México y su desarrollo sustentable no puede verse sin

considerar de manera seria y prioritaria las energías renovables. Como en otros países, desarrollados y en desarrollo, un despliegue significativo de las renovables y su inserción en el actual sistema energético no podrán realizarse sin apoyos y regímenes especiales.

De continuar las exportaciones de petróleo, una parte de los ingresos obtenidos podría dirigirse a financiar programas que reduzcan la dependencia de ese energético y apoyen una transición hacia una mayor presencia de los renovables. Para ello será necesario analizar en profundidad el destino de los ingresos obtenidos hasta ahora y buscar opciones, como las encontradas por Noruega. Este país, sexto exportador de petróleo y segundo exportador de gas en el mundo, es al mismo tiempo líder en reducción de emisiones de carbono y destina buena parte de su Fondo Petrolero a la eficiencia energética y a las energías renovables.

Referencias y bibliografía

- Anadon, Laura Diaz, M. Bunn, G. Chan, M. Chan, Ch. Jones, R. Kempner, A. Lee, N. Logar, V. Narayanamurti [2011], *Transforming U.S. Energy Innovation, a report of the Energy Technology Innovation Policy (ETIP) research group*, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School. Resumen Ejecutivo 48 p., documento completo 340 p.
- Becker Bastian, FISCHER Doris [2013], "Promoting renewable electricity generation in emerging economies", *Energy Policy*, February <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.01.004>
- Bhattacharyya Subhes C. [2011], *Energy economics: concepts, issues, markets and governance*, Springer London, 721 p. ISBN: 9780857292674
- Bruvoll Annegrete, Magne Skjelvik John y Vennemo Haakon [2011], *Reforming environmentally harmful subsidies. How to counteract distributional impacts*, Tema Nord, Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2011, 121 p. ISBN 978-92-893-2253-9
- CIDAC (Centro de Investigación para el Desarrollo A.C.) [2012], *¡No más subsidios injustos!*, México, 35 p.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático [2012], *Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, México, 441p.
- De Buen R. Odón [2012], *Subsidios a la energía en México: ¿Qué hacer con ellos?*, ENTE, S.C., julio, 25 p.
- De la Vega Navarro, Angel [2012], "Transformación de los sistemas energéticos: componente fundamental de un nuevo crecimiento", en: *Crisis Energética Mundial y Futuro de la Energía en México* (J.L. Calva, Coord.), Vol. 8, Colección "Análisis estratégico para el desarrollo", Juan Pablos Editor, México, pp. 40-58.
- --- [2012], "Transformación del sistema energético, ¿regulación vs planeación?", *Energía a Debate*, No 48, Enero-Febrero.
- --- [2010], "Energía, crecimiento y cambio climático en la perspectiva de Cancún", *Energía a Debate*, Año 7, No. 41, noviembre-diciembre.
- --- [2010b], "Inversiones energéticas y opciones de tecnología", *Energía a debate*, marzo-abril.
- --- [2009a], "Finanzas y economía, ¿por encima de la energía y del medio ambiente?", *Energía a debate*, Julio-Agosto.
- --- [2009b], "Crisis global, industria energética y medio ambiente", *Energía a debate*, Marzo - Abril.
- --- [2009c], "Transición energética: transformación de las industrias, nuevas fuentes y tecnologías, nuevos mercados", *Economía Informa*, Introducción al No. 359 (julio- agosto).
- --- [2006], "La transición energética en México como exportador de petróleo. Nuevas dimensiones del análisis y de las políticas energéticas", en el libro: *Agenda para el desarrollo*, J.L. Calva (Coord.), Vol. 8, Política Energética, UNAM-Miguel Angel Porrúa, México 2007, pp. 345-359.

34

39. Además, el 8 abril 2010, se estableció un marco regulatorio aun escasamente aprovechado por los usuarios. Por ejemplo, para generación en pequeña escala con renovables (capacidad menor a 30 KW): 1) no se requiere permiso de generación eléctrica ante la CRE; 2) se establece un contrato de interconexión con CFE para energía de respaldo y, 3) un banco de energía para colocar los excedentes, así como *netmetering* (equipos necesarios para medir la energía entregada por el generador al suministrador y la que entregue el suministrador al generador).

- --- [2002] "Hacia una política industrial y tecnológica para el sector energético. Las industrias de los hidrocarburos", en el libro: *Política económica para el desarrollo sostenido con equidad*, (J.L. Calva, Coord.), Casa Juan Pablos-UNAM, México.
- Del Río Pablo, Burguillo M. [2009], "An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1314–1325.
- Destanne de Bernis Gérard [1978], "Equilibrio y regulación: una hipótesis alternativa y proposiciones de análisis", *Investigación Económica*, Vol. 14, No.14, Facultad de Economía, UNAM, págs. 13-80. Véase también: Angel de la Vega Navarro, "La crisis y la teoría de las relaciones económicas internacionales".
- Entrevista con G. D. de Bernis, *Investigación Económica*, Tomo XLVI, No. 182, octubre-diciembre, 1987, pp. 11-35.
- Etcheverry José [2011], "New Climate Protection, Energy Security, and Employment Creation Strategies for Latin and North America Based on Renewable Energy Collaboration", *Latin American Policy*, Vol. 2, Issue 1, pp. 43–57, June.
- Estrada Gasca Claudio A., Islas Samperio Jorge, (Coord.) [2010], *Energías Alternas: Propuesta de Investigación y Desarrollo Tecnológico para México*, Academia Mexicana de Ciencias, México, 136 p.
- Fitoussi Jean Paul, Laurent Eloi [2008], *La nouvelle écologie politique. Économie et Développement Humain*, Seuil, Paris.
- IEA [2011a], *Wind. 2011 Annual Report*, ISBN 0-9786383-6-0. Especialmente: Cap.26 "Mexico", pp. 132-136.
- --- [2011b], *Energy Technology Perspectives 2010, Scenarios & Strategies to 2050*, ISBN 978-92-64-08597-8, 650 p.
- INEGI [2010], *Censo de Población y Vivienda*.
- --- [2008] *Encuesta de ingreso y gasto de los hogares*.
- IPCC [2011], *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (SRREN)*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Labandeira Xavier, Martín-Moreno José M.[2012], "Climate Change Policies after 2012", *The Energy Journal*, Special Edition, Climate Change Policies after 2012.
- Lajous Vargas Adrián [2013], Dilema del suministro de gas natural en México, *Serie Estudios y Perspectivas*, CEPAL, Sede Subregional En México, 50 p.
- Ledec George C., RAPP Kennan W., Aiello R. G., [2011], *Greening the Wind: Environmental and Social Considerations for Wind Power Development in Latin America and Beyond*, Energy Unit Sustainable Development Department, The World Bank, Full Report, 170 p.
- Martin-Amouroux Jean-Marie [2008], *Charbon, les métamorphoses d'une industrie. La nouvelle géopolitique du XXIe siècle*, Éditions Technip, Paris, 420 p.
- Melgar Lourdes [2012], "Energy Transition: A Path Towards Sustainable Development for Mexico", *Latin American Policy*, Vol. 1, Num. 1, pp. 98–113.
- Morse Edward L. [2013], *Energy 2020: Independence Day. Global Ripple Effects of the North American Energy Revolution, Citi GPS: Global Perspectives & Solutions*, February, 92 p.
- Pérez-Arriaga Ignacio [2009], *Regulatory Instruments for Deployment of Clean Energy*

- Technologies*”, Working Paper, MIT Center for Energy and Environmental Policy Research (MIT CEEPR WP 09-009, July). Publicado también por la European University Institute, Robert Schuman Centre for Advanced Studies (EUI Working Paper, RSCAS2010/25).
- PBLNEEA (Netherlands Environmental Assessment Agency) [2012], *Trends in global CO₂ emissions*; 2012 Report, The Hague/Bilthoven. Consultado el 11 de diciembre 2012 en: www.pbl.nl/en/oredgar.jrc.ec.europa.eu
 - PEW Environment Group [2012], *Who’s Winning the Clean Energy Race?* 2011 Edition, Washington, DC, 56 p.
 - PEMEX [2011], *Anuario Estadístico*, México, D.F. 75 p.
 - --- [2012], *Las reservas de hidrocarburos de México*, 2012.
 - RTE (Red por la Transición Energética) [2012], *Ejercicio del gasto público en energía: subsidios y cambio climático*, Memoria, 21 p.
 - REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) [2012], *Renewables 2012*. Global Status Report, junio.
 - Searchinger T., R. Heimlich, R.A. Houghton, F. Dong, A. Elobeid, J. Fabiosa, S. Tokgoz, D. Hayes, T. Yu [2008], “Use of U.S. Croplands for Biofuels Increased Greenhouse Gases Through Land Use Change”, *Science Express* (Feb. 7)
 - Segal Paul [2012], “Oil subsidies in Mexico” en *Oxford Energy Forum*, mayo, número dedicado al tema: “The Controversy over Energy Subsidies”, pp. 1-27
 - SENER [2012a], *Estadísticas de Electricidad*, Actualización 07/12/2012
 - --- [2012b], *Prospectiva de energías renovables 2012-2026*, México, 156 p.
 - --- [2012c], *Sistema de Información Energética*.
 - --- [2012d] *Prospectiva del Mercado del Sector Eléctrico 2012-2026*
 - --- [2013], *Estrategia Nacional de Energía 2013-2027*, sometida a la aprobación del H. Congreso de la Unión, febrero 27, 74 p.
 - Trembath Alex, Jenkins Jesse, Nordhaus Ted, and Shellenberger M.[2012], *Where the Shale Gas Revolution Came From. Government’s Role in the Development of Hydraulic Fracturing in Shale*, Breakthrough Institute Energy & Climate Program. Revisado el 31/03/ 2013 en http://thebreakthrough.org/blog/Where_the_Shale_Gas_Revolution_Came_From.pdf
 - Wood Duncan [2010], “*Environment, Development and Growth: U.S.-Mexico Cooperation in Renewable Energies*”, Working Paper, The Woodrow Wilson Center’s Mexico Institute, May.

The logo for Friedrich Ebert Stiftung, featuring the name in a bold, sans-serif font with a small globe icon integrated into the letter 'B' of 'EBERT'.

**FRIEDRICH
EBERT
STIFTUNG**

Yautepec no. 55, col. Condesa, 06140 México, D.F.
Tel +52 (55) 5553 5302, Fax +52 (55) 5254 1554
www.fesmex.org

ANÁLISIS POLÍTICO. Mayo 2013.

La transformación energética de México como productor de petróleo.
Perspectivas de un nuevo crecimiento

Angel de la Vega Navarro ISBN: 978-607-7833-42-0