

TRANSFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS: COMPONENTE FUNDAMENTAL DE UN NUEVO CRECIMIENTO Y DE LOS ESFUERZOS PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

ÁNGEL DE LA VEGA NAVARRO*
DANIEL ALEJANDRO PACHECO ROJAS**

UN NUEVO MARCO DE ANÁLISIS PARA REPENSAR
LOS PROCESOS DE CRECIMIENTO

Las conexiones entre los temas energéticos, económicos y ambientales, se hacen cada vez más evidentes y estrechas. Los servicios energéticos son insumos indispensables de los procesos de crecimiento y desarrollo de las economías y generan al mismo tiempo emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que contribuyen a la aceleración del cambio climático. Por ello se habla ahora de reorientar el crecimiento hacia trayectorias “bajas en emisiones”, “de bajo carbono”. Un crecimiento “verde”¹ basado en los siguientes pilares: 1) mejor y más eficiente utilización de las energías fósiles; 2) impulso a las energías renovables; 3) equidad energética; 4) desarrollo de nuevas tecnologías energéticas (“No green growth without innovation”, Aghion *et al.*, 2010).

Encaminarse hacia un “crecimiento verde”, “bajo en emisiones”, requerirá necesariamente cambios en el sistema energético: su composición deberá cambiar, independizándose progresivamente de las energías fósiles y haciendo un lugar cada vez más importante a las renovables y a otras menos intensivas en carbono.

* Profesor-investigador del Posgrado de Economía, del Posgrado de Ingeniería en Energía y del Posgrado de Ciencias de la Sustentabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

** Maestro en Economía por la UNAM, actualmente realiza su doctorado en el Posgrado de Ingeniería en Energía en esta misma universidad.

¹ Como en otros casos, la noción de “crecimiento verde” se ha generalizado sin definiciones precisas. Su origen se encuentra en *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World* (PNUMA y OIT, 2008). Para la OCDE es la vía a seguir para: “pasar de la economía actual a una economía sustentable [...], reduciendo al mismo tiempo la contaminación y las emisiones de GEI, limitando lo más posible la producción de desechos y el desperdicio de recursos naturales, preservando la biodiversidad y reforzando la seguridad energética”.

La crisis que estalló en 2007-2008, que fue también una crisis energética y ambiental, reveló bajo sus expresiones financieras inmediatas, problemas profundos relacionados con las preferencias por el presente respecto al futuro, que obstaculizan la toma de decisiones en la perspectiva de largo plazo que requieren los procesos de crecimiento. Algunos ejemplos: 1) la preferencia por rendimientos excesivos y a corto plazo de productos financieros afectan los tiempos que requieren la inversión y el desarrollo energético, así como el cambio tecnológico necesario para el paso a una economía de bajo carbono, y 2) el impulso al consumo excesivo de los recursos naturales por las generaciones actuales.

¿Se aprovecharán en México las perspectivas que ha abierto la crisis global para promover una economía “baja en carbono”, transitando hacia fuentes renovables de energía e innovaciones tecnológicas favorables al ambiente, encaminándose además hacia nuevos patrones de consumo? En esto consiste precisamente la “descarbonación” de una economía, una de cuyas condiciones es la transformación de su sistema energético, el cual comprende el conjunto de actividades y actores que se encuentran desde la producción hasta la utilización de la energía, pasando por actividades de transformación, transporte y distribución. Estos sistemas se fortalecieron en condiciones de abundancia de las energías fósiles, de precios bajos y de restricciones ambientales casi inexistentes. Se han caracterizado, además, por grandes inercias de instituciones, estructuras y comportamientos, así como por grandes desigualdades.

La descarbonación de la economía involucra incrementar la eficiencia energética; es decir producir una mayor cantidad de producto con menos recursos energéticos y, por ende, eliminar o reducir emisiones de GEI. También consiste en realizar importantes acciones en los procesos industriales, orientadas al ahorro y uso eficiente de la energía. Escenarios de descarbonación apuntan a una creciente electrificación del sistema energético, con una electricidad que provendrá mayormente de fuentes renovables. La transición hacia una mayor participación de energías renovables que permitan ofrecer un futuro bajo en emisiones, tecnológicamente es posible, con nuevos esquemas de negocio y regulatorios y redireccionando los flujos financieros hacia una vía baja en emisiones y medidas orientadas a influir sobre la demanda.

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) y proyectos como el Deep Decarbonization Pathways Project (DDPP),² han mostrado que es

² Reúne a equipos de investigación de 16 de los países más grandes emisores para diseñar senderos de reducción de emisiones coherentes con límites de incremento del calentamiento en 2°C o menos. Lo impulsan The Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI) y el Sustainable Development Solutions Network (SDSN). Ha elaborado varios

posible orientarse económica y tecnológicamente por senderos de bajas emisiones hasta reducirlas por completo hacia la mitad de este siglo. Para ello, la coherencia institucional y de las emergentes o en desarrollo. Antes de la COP21 (París, diciembre 2015), la OCDE publicó un informe³ que puso en evidencia las contradicciones entre la voluntad de construir un acuerdo sobre reducción de emisiones para limitar el calentamiento global y las políticas que favorecen los combustibles fósiles y actividades fuertemente intensivas en carbono. No sólo eso, el informe señalaba que las políticas de subsidios y subvenciones de los Estados y el funcionamiento del sistema financiero se contraponían a los objetivos de la reunión de París, la cual desembocó en el acuerdo del mismo nombre. El problema central que se ponía de manifiesto era precisamente la ausencia de alineación de las políticas públicas con los objetivos del combate al cambio climático. El informe mostró también que dos tercios de las inversiones energéticas van a las fósiles, que las subvenciones y gastos fiscales favorecen la producción y utilización de esas energías, que las políticas urbanas y la planeación de los transportes están mal coordinadas y favorecen la utilización intensiva del automóvil.

Hay países que están creciendo y de ellos provendrá buena parte del consumo energético: los llamados “países emergentes”. Como sucedió en su momento con países desarrollados, esos países se encuentran en una fase de elevada intensidad energética por las características de su desarrollo industrial, la construcción de infraestructuras y el auge del transporte que acompaña esos procesos.⁴ Están poniendo ahora, sin embargo, el énfasis en: 1) la utilización de los recursos fósiles de los que se pueda disponer domésticamente o a los que se pueda acceder en otros territorios, con una mayor preocupación por la eficiencia, el progreso técnico y los impactos ambientales; 2) el desarrollo de las energías renovables combinando los desafíos propiamente energéticos con el impulso a nuevas industrias energéticas y ambientales y con la innovación tecnológica.

El crecimiento de esos países, como es el caso de China, no se ha limitado a un incremento del PIB a tasas importantes y sostenidas: se ha visto acompañado de profundas transformaciones estructurales. La población urbana

informes sobre “descarbonación profunda”, incluido uno sobre México: Tovilla, J. *et al.* (2015), *Pathways to deep decarbonization in Mexico*, SDSN-IDDRI.

³ OCDE (2015), *Aligner les politiques au service de la transition vers une économie bas carbone*. Informe elaborado con la participación de la IEA, la Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) y el Forum international des transports (FIT), París.

⁴ Según la *BP Energy Outlook 2030*, el crecimiento del uso de energía primaria provendrá, en ese horizonte, en un 93% de los países no miembros de la OCDE, pero se dará también en una caída de la intensidad energética.

ha aumentado, el incremento de la riqueza ha traído consigo nuevos modos de consumo, nuevas necesidades energéticas. ¿Es posible cubrirlas y al mismo tiempo mejorar el ambiente con el tipo de crecimiento que se está dando? Encaminarse a una economía “más baja en carbono” también significa aumentar progresivamente el lugar de actividades de mayor valor agregado, pero menos consumidoras de energía. En el caso de “países emergentes”, cuyo crecimiento se ha basado en gran parte en las exportaciones, buena parte ellas son intensivas en energía, con un bajo valor agregado y elevadas emisiones.

Crecimiento, consumo de energía y emisiones todavía se encuentran en una relación estrecha en esos países. Una contracción drástica del consumo no es realista en un corto/mediano plazo: a causa de la composición del producto y de estilos de desarrollo que toma tiempo cambiar. Por ello, un país como China no ha aceptado reducciones absolutas sino relativas, consistentes en reducciones de intensidad energética (energía consumida por unidad de PIB).⁵ La razón obvia es su voluntad de preservar el crecimiento, lo cual implica un mayor uso de energía, pero con una menor intensidad energética.

Los sistemas energéticos. Factores y perspectivas de su transformación

Un resultado central de la COP21 (París, 2015) es el acuerdo de “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C, y seguir esforzándose por limitar el incremento de la temperatura a 1.5 °C”. En el marco de los trabajos del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), se ha mostrado que para mantenerse en niveles cercanos al 1.5 °C debe haber cero emisiones relacionadas con la energía hacia 2050. *Emisiones relacionadas con energía* significan básicamente emisiones relacionadas con energías fósiles (petróleo, gas natural, carbón), las cuales representaron 80% del consumo mundial de energía en 2015, según la IEA. Estas energías se han desarrollado masivamente en un mundo convencido que siempre se necesitarán, que continuarán estando presentes en todos los ámbitos de la economía y la sociedad y que, en todo caso, no se podrán reunir las fuerzas sociales y factores políticos capaces de enfrentar el lugar masivo que ocupan.

En América Latina, México ocupa el segundo lugar en generación de emisiones de GEI, después de Brasil y antes de Argentina y Venezuela. Sus

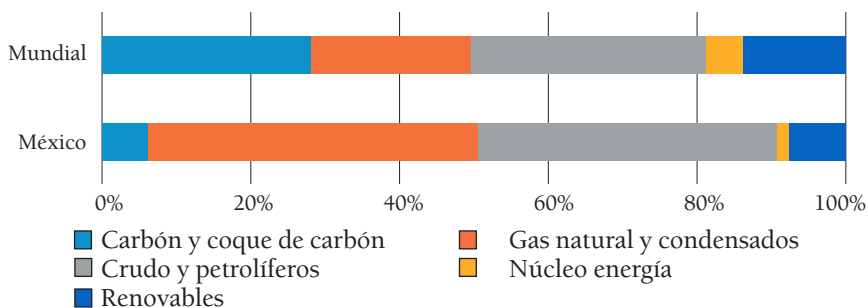
⁵ A partir del acuerdo con Estados Unidos, del 12 de noviembre de 2014, y de su participación en la COP21, China ha reorientado sus posiciones. Se comprometió, por ejemplo, a que sus emisiones alcanzarían un pico hacia 2030 y a que su aprovisionamiento energético provendría ese mismo año de fuentes de cero emisiones. Parece decidida incluso a alcanzar un liderazgo en el tema del cambio climático ante las posiciones del actual presidente de Estados Unidos.

emisiones continúan aumentando debido al creciente consumo de combustibles fósiles. Aproximadamente 60% de las emisiones provienen de la combustión para usos energéticos de esos combustibles, siendo las principales fuentes de emisiones el transporte (23%) y la generación eléctrica (17%). A partir de esa situación se plantea la necesidad —por lo menos— de un uso más eficiente de los combustibles fósiles y de una mayor participación de las energías renovables en el consumo final, el cual era de 4.4% del total en 2010.

Los servicios energéticos son insumos indispensables de los procesos de crecimiento y desarrollo; su naturaleza y las modalidades de su aprovisionamiento se consideran fundamentales para alcanzar el desarrollo sustentable. Sin embargo:

- 1) Se hace cada vez más evidente la necesidad de cambios en el tipo de aprovisionamiento energético que ha predominado hasta ahora, ya que en México (91.2 %) y en el mundo (81.4 %) se usan energías fósiles (véase la gráfica 1), contaminantes y no renovables, consumidas muchas veces de manera ineficiente y no sustentable.

GRÁFICA 1
OFERTA INTERNA BRUTA POR TIPO DE ENERGÉTICO,
MÉXICO Y EN EL MUNDO, 2015



FUENTE: elaboración propia con datos de: SENER (2016), Balance nacional de energía 2015; IEA (2017), Key World Energy Statistics.

- 2) Además, con los datos disponibles hoy en día (véase tabla 1), no parece razonable pensar que con una producción creciente de energías fósiles se podría cubrir la demanda que se prevé en los próximos años. Por ello, las decisiones que se tomen en el momento actual para apoyar tecnologías que conducen a fuertes emisiones, pueden tener profundos efectos negativos en las próximas décadas.

TABLA 1
RESERVAS DE RECURSOS FÓSILES, MÉXICO Y EL MUNDO 2016

Reservas	México			Mundo		
	Millones barriles	Millones toneladas	Relación R/P	Millones barriles	Millones toneladas	Relación R/P
Petróleo	8.1	1.1	8.9	1 706.7	240.7	50.6
Carbón		1 211.0	151.0		1 139 331.0	153.0
Gas	0.2*	8.6 ^o	5.2	186.6*	6 588.8 ^o	52.5

Notas: * Trillones de metros cúbicos, ^o Trillones de pies cúbicos.

Relación (R/P) – Es el periodo que las reservas restantes duraría si la producción continuara a ese ritmo (años).

FUENTE: PB (2017), Statistical Review of World Energy, junio.

- 3) El crecimiento económico y la satisfacción de necesidades humanas fundamentales (salud, educación, etc.) implica necesariamente una expansión de los servicios energéticos; si no se encuentra la manera de que esa expansión de los servicios no impacte cuantitativamente el sector energético, puede haber consecuencias graves para la población y el ambiente, en particular cuando predominan en él los combustibles fósiles.

Una mayor presencia de las energías renovables y el ahorro y uso eficiente de la energía puede contribuir a romper esa relación y a orientar el desarrollo hacia la sustentabilidad, mejorando el acceso a la energía y reduciendo los impactos negativos sobre el ambiente y la salud. Por las razones anteriores, el objetivo es dirigirse hacia sistemas energéticos en los cuales las energías fósiles disminuyan cuantitativamente y se utilicen mejor, dando entrada a las energías renovables.

Esto ya ha empezado a suceder, tan sólo en 2015 la producción mundial de electricidad en base a renovables fue de 5500 TWh, cifra que representa el 23 % de los 24 mil TWh producidos, de los cuales destaca China con 1 398 TWh, Estados Unidos con 568 TWh y Brasil con 430 TWh. Cabe destacar que México produjo un total de 260 TWh (incluyendo renovables y no renovables).⁶

La *BP Energy Outlook 2030*, por su parte, considera que el incremento de la diversificación de las fuentes energéticas, con una mayor participación de combustibles no-fósiles (nuclear, hidráulica y renovables), constituye una tendencia que se afirmará en los próximos años. Sólo la contribución de las

⁶ IEA, (2017), Key World Energy Statistics 2017.

renovables (solar, eólica, geotérmica y biocombustibles) al crecimiento del consumo energético, entre 2010 y 2030, pasará del 5% al 18 por ciento.

Los datos anteriores muestran tendencias hacia la transformación de los sistemas energéticos, sobre todo por los imperativos que provienen del carácter finito de las energías fósiles y por las consecuencias ambientales de su consumo. Desde la revolución industrial ha habido cambios en los sistemas energéticos, los cuales, vistos en perspectiva histórica, se han agrupado en épocas determinadas en lo que conocemos como transiciones energéticas, las cuales dieron lugar a oleadas sucesivas de innovaciones y de crecimiento económico.⁷ En el momento actual se perciben tendencias que parecen irreversibles, pero determinadas coyunturas muestran hechos que las frenan o parecen encaminarlas en sentido inverso. Deben tomarse en cuenta, entonces, factores de incertidumbre en los análisis de los cambios de los sistemas energéticos. Ejemplos recientes:

Primero: gas natural no convencional. En muy pocos años, prácticamente desde 2009, cambiaron las perspectivas del aprovisionamiento en gas natural de Estados Unidos. Este país pasó de una situación que llegó a calificarse de “déficit estructural”, a ser en la actualidad el más importante productor de gas natural gracias a avances tecnológicos que le permitieron la explotación de nuevos yacimientos no accesibles anteriormente, ni económica ni tecnológicamente (*sale gas*). Sin embargo, están aún pendientes de definir en su totalidad las consecuencias que una producción intensa de ese gas puede tener desde un punto de vista ambiental (utilización de agua, uso de químicos tóxicos, etc.), así como la posibilidad de replicar una explotación intensiva de ese gas en un país como México.

Segundo: caída de los precios de petróleo. Todavía hacia junio de 2014 se observaron precios del petróleo en 120 USD por barril, los cuales incentivaron las inversiones en energías renovables. Actualmente, esos precios se encuentran oscilando alrededor de 45 USD por barril, lo cual dificulta la competitividad de las energías renovables por el mecanismo de costos.

Tercero: evolución de los sistemas energéticos en América del Norte. Estados Unidos había iniciado con sus socios del TLCAN un proceso en una dirección coherente con los esfuerzos de la comunidad internacional para hacer frente al cambio climático,⁸ los cuales se han visto comprome-

⁷ Cf. Ángel de la Vega Navarro, “La transición energética en México como exportador de petróleo. Nuevas dimensiones del análisis y de las políticas energéticas”, en José Luis Calva (coord.), *Agenda para el desarrollo*, vol. 8, Política Energética, UNAM-Miguel Ángel Porrúa, México, 2007:345-359.

⁸ Véase, por ejemplo, el documento emitido luego de la reunión de los presidentes de Estados Unidos y de México y el primer ministro de Canadá (*North American Climate, Clean Energy, and Environment Partnership*, Ottawa, Ontario, 29 de junio, 2016). Para avanzar en los compromisos

tidos por las definiciones y acciones de la nueva administración dirigida por el presidente Donald J. Trump. Desde su campaña anunció su apoyo a las energías fósiles y a las industrias intensivas en energía.⁹ En el plano internacional, se ha comprometido a revertir los compromisos y las acciones tomadas en la lucha contra el cambio climático, adquiridos por la administración del presidente Obama. Su nuevo lema (“dominación energética”), sobre el que hasta ahora orientaba las estrategias y políticas de Estados Unidos (“independencia energética”),¹⁰ tendrá implicaciones para los intercambios energéticos en América del Norte y muy posiblemente sobre el futuro del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), calificado por el presidente Trump como el peor compromiso comercial firmado en la historia de Estados Unidos.¹¹ Elementos de incertidumbre se han presentado en la renegociación de algunos aspectos de ese tratado, como el referente a la protección de las inversiones (capítulo 11)¹² y sobre el destino del tratado mismo.

Cuarto: riesgos, accidentes y acontecimientos inesperados que pueden impactar determinadas evoluciones. Por ejemplo:

- El Huracán Harvey y el cierre de refinerías en Texas (agosto 2017). Texas procesa la tercera parte del petróleo de Estados Unidos, pero debido al huracán Harvey se detuvo la producción de 2.3 millones de barriles de petróleo diarios, provocando impactos en el incremento de precios y abastecimiento. Aunque paulatinamente las refinerías comenzaron a

adoptados (en particular producir la mitad de la electricidad a partir de fuentes limpias de energía, reducir las emisiones de metano en esa misma proporción y aumentar la eficiencia energética) los tres países debían encaminarse a una mayor armonización entre sus políticas energéticas y ambientales.

⁹ Ángel de la Vega Navarro (2017), “Trump y México: ¿Fossil Energy Connection?”, *Energía a Debate*, vol. 14, núm. 79, CDMX.

¹⁰ Ángel de la Vega Navarro (2017), “La ‘dominación energética’ del presidente Trump y la renegociación del TLCAN”, *Briújula Ciudadana*, núm. 92, nueva época, 9 de octubre.

¹¹ *Proceso* (2017), “Sepulta Trump el TLCAN: pide iniciar el proceso de terminación del acuerdo”, 28 de agosto, disponible en <<http://www.proceso.com.mx/500799/sepulta-trump-tlcan-pide-iniciar-proceso-terminacion-del-acuerdo>>.

¹² En ese marco, un inversionista extranjero que considera afectados sus intereses por decisiones de un gobierno, puede atacarlo directamente y llevar su caso ante tribunales especiales compuestos por árbitros privados. Parece que el gobierno mexicano no sólo prefiere no replantear ese tema en las negociaciones, sino que buscaría incluirlo en el marco legal del país, según lo expresó el embajador de México en Estados Unidos, Jerónimo Gutiérrez, en un foro organizado por el centro de estudios Wilson Center en Washington, D.C.: “Mexico understands the necessity of providing certainty, both on NAFTA and the energy sector. We will make sure investments are secure”. Mexico would prefer an updated trade agreement that preserves investor protection clauses: “If that is not the case, Mexico can pass an investment protection law that will accomplish the same thing”. Argus (2017), “Mexico offers to match oil groups’ Nafta wish”, 27 de septiembre, disponible en <<http://www.argusmedia.com/news/article/?id=1542543>>.

reanudar actividades, este acontecimiento generó el incremento en el costo de las gasolinas de 17% en esa región de Estados Unidos;¹³ un dato importante para México ya que importa 64% de las gasolinas que consume y de ese total, 83% proviene de Texas. A ello se suma que nuestro territorio tiene una capacidad de almacenamiento de petróleo equivalente únicamente al consumo de tres días, contra los 30 días que posee la Unión Americana. Además, se consumen cinco mil 810 millones de pies cúbicos de gas natural al día, de los cuales se importan 4 683, es decir, 81%, en su mayor parte también de Texas, principalmente para la generación de electricidad.

- El accidente de la central de Fukushima (marzo 2011). La energía nuclear para generar electricidad está presente en los sistemas energéticos, pero no de manera generalizada. Solamente 30 países la desarrollan para generar electricidad, con porcentajes que van del 2% al 76.3%¹⁴ (caso de Francia). El accidente tuvo consecuencias en algunos sistemas energéticos, introduciendo incertidumbre acerca del futuro de la energía nuclear con impactos sobre el conjunto de la matriz energética. Antes del accidente, Japón dependía en un 82% de combustibles fósiles y para el 2016 en un 93%. Sin embargo, su consumo neto de energía ha disminuido durante ese periodo. Seis años después del accidente en Fukushima se han cerrado reactores nucleares con una combinación de políticas dirigidas al control de la demanda, adecuándola al racionamiento de la distribución de la capacidad disponible. En Alemania, después del accidente, Angela Merkel anunció el cierre de los reactores nucleares alemanes para 2022; en 2011 fueron detenidos ocho reduciendo su aportación de un 30% a un 13% del total de la producción de electricidad. Esta reducción no ha sido remplazada totalmente por la eólica y la solar; se reincorporó un porcentaje de carbón y se ha actualizado la construcción del gasoducto “Nord Stream 2”.¹⁵

¿HACIA UN NUEVO CRECIMIENTO? EL CASO DE MÉXICO

La definición de compromisos y sus implicaciones

En la Conferencia de las Partes (COP21, diciembre 2015), 195 países se comprometieron a limitar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

¹³ Daniel Pacheco (2017), “Probable aumento en las gasolinas por huracanes”, conferencia de prensa, *Gaceta-UNAM*, núm. 4902.

¹⁴ RTE (2016), *Annual Electricity Report 2015*. Réseau de transport d'électricité, France.

¹⁵ Edgar Ocampo (2017), “Activos energéticos de México y su desarrollo”, artículo por publicarse en un libro editado por el IIEc/El Colmex.

para contener el incremento de la temperatura debajo de 2°C, en comparación a los niveles preindustriales, y a mejorar la adaptación a los impactos adversos del cambio climático (ONU, 2015). México se comprometió a limitar sus emisiones a 762 MtCO₂e en 2030, un compromiso de reducción no condicionado de 22% de GEI (Gobierno de la República, 2015). Esa reducción se define respecto a una línea base (escenario Business As Usual, BAU) de proyección de emisiones basadas en un crecimiento económico sin políticas de cambio climático, iniciando en 2013 (primer año de ejecución de la Ley General de Cambio Climático). En la tabla 2 se aprecia la distribución de las emisiones, así como su tasa de crecimiento, respecto al BAU y también al año 2013.¹⁶

Los compromisos de mitigación, señalados en la tabla 2, implican dejar de producir 210 MtCO₂e, lo que es equivalente a desaparecer el sector transporte, residencial y comercial juntos o la generación de electricidad, agricultura y ganadería juntos en el año 2013. Como eso no va a suceder, para lograr estas ambiciosas contribuciones nacionales no condicionadas se pretende realizar acciones en los sectores energético, industrial, urbano y forestal (Gobierno de la República, 2015).

En el sector urbano, el objetivo es impulsar la construcción de edificaciones y la transformación de centros urbanos hacia ciudades sustentables, con eficiencia energética y bajo carbono; promover el uso doméstico de calentadores y celdas solares; y recuperar y usar el metano en los rellenos sanitarios municipales y las plantas de tratamiento de aguas residuales. Por lo que ve a los sectores forestal y agropecuario, el propósito es alcanzar en el 2030 la tasa cero de deforestación, mejorar el manejo forestal, impulsar la tecnificación sustentable del campo, promover biodigestores en granjas agropecuarias y recuperar pastizales. En el sector transporte se han analizado diversas alternativas: la opción de motor híbrido se consolida como la alternativa al motor de combustión interna en el corto plazo a pesar de los elevados precios; sin embargo, debido a las limitaciones de autonomía, representa una transición parcial ya que se seguirían consumiendo combustibles fósiles.

Además de señales claras e incentivos para invertir en tecnologías favorables al ambiente y ofrecer estímulos a la innovación tecnológica, las inversiones gubernamentales son indispensables, directamente o compartiendo riesgos con el sector privado: cofinanciamientos, créditos y colaboración pública-privada en proyectos de I&D, políticas relacionadas con las compras y proyectos gubernamentales; medidas para apoyar la innovación en pequeñas y medianas empresas, construcción de infraestructuras, particularmente en las áreas rurales.

¹⁶ Ángel de la Vega y Daniel Pacheco (2016), “Los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero”, *Energía a Debate*, México, vol. 13, núm. 77, México.

TABLA 2
EMISIONES DE GEI EN MÉXICO (MTCO_{2e})

	Inventario	BAU	TC.BAU 2030/ Inventario 2013	Compromiso	TC. Meta 2030/ BAU 2030	TC. Meta 2030/ Inventario 2013
Sector	2013	2030		Meta 2030		
Transporte	145.00	229.00	54.73	181.00	-20.96	22.30
Generación de electricidad	126.00	202.00	60.32	139.00	-31.19	10.32
Residencial y comercial	26.00	28.00	7.69	23.00	-17.86	-11.54
Petróleo y gas	87.00	137.00	57.47	118.00	-13.87	35.63
Industria	141.00	202.00	43.26	194.00	-3.96	37.59
Agricultura y ganadería	80.00	93.00	16.25	86.00	-7.53	7.50
Residuos*	31.00	49.00	58.06	35.00	-28.57	12.90
USCUSS**	33.00	32.00	-3.03	-14.00	-143.75	-142.42
Emisiones totales	672.00	972.00	44.64	762.00	-21.60	13.39

FUENTE: elaboración propia, con datos del Gobierno de la República, (2015).

*Sólidos urbanos y aguas residuales. ** Uso de suelo y cambio de uso de suelo y silvicultura (TC=Tasa de Crecimiento).

*La reforma energética y sus posibilidades*¹⁷

En México se han renovado entornos institucionales y regulatorios para el surgimiento de una nueva organización del sistema energético; se caracterizan ahora por centrarse en el mercado y por una apertura a nuevos actores en las diferentes industrias: petróleo, gas, electricidad y refinación. En el caso del petróleo se ha considerado que, con la entrada de capitales privados, técnica y organizacionalmente avanzados, y siempre en busca de nuevas oportunidades de negocio, se logrará uno de los principales objetivos de la reforma: incrementar la producción de crudo y con ello, eventualmente, incrementar las divisas emanadas de su exportación.

¹⁷ En este punto se retoma buena parte de lo expuesto sobre este tema en Ángel de la Vega Navarro, Y. Jimena Romero Herrera, Mónica Santillán Vera, Daniel Alejandro Pacheco Rojas (2017), “Las reformas energéticas en México: contenido, resultados preliminares, desafíos”, en *Energía a Debate*, vol. 14, núm. 82, México.

En los últimos años, México ha intensificado el uso del gas natural, principalmente en el sector eléctrico con una demanda de 43% con cifras correspondientes a 2015. De tal forma que para cubrir la brecha cada vez mayor entre la producción nacional y la demanda, ha sido necesario el incremento de las importaciones, originándose un déficit creciente en la balanza comercial de gas natural.

En el caso de la refinación de petróleo, el sector ha permanecido con bajos niveles de inversión; no hay una refinería nueva desde 1979; las refinerías existentes están diseñadas para refinar crudos ligeros, mientras que la producción mexicana es en su mayoría de crudos pesados; prevalece un bajo nivel de utilización de la capacidad instalada (43%); y en general hay un fuerte rezago y dependencia tecnológica. La industria de la refinación no ha mostrado cambio alguno a partir de la reforma energética, y lejos de mostrar señales positivas, su deterioro estructural ha continuado. La operación de las refinerías se ha visto incluso más limitada por los recortes al presupuesto para PEMEX Transformación Industrial, y la producción de petrolíferos ha mostrado una caída, mientras que la creciente demanda interna empuja a la importación de dichos productos.

Por lo dicho hasta aquí, puede decirse que un componente principal de las reformas tiene que ver con el impulso a las energías fósiles, aunque se espera que el gas tenga un lugar más importante, de manera particular en la generación eléctrica, al producir menores emisiones de GEI.

En cuanto a las energías renovables, en el marco anterior de la organización del sector energético se mencionaban usualmente diversas carencias de tipo regulatorio que frenaban su desarrollo, sobre todo por las restricciones legales que impedían la participación del sector privado. Aún sobre la CFE pesaban restricciones que no favorecían la posibilidad de participar en el desarrollo de la generación eléctrica con base en energías renovables.

Con la reforma del sector eléctrico se señalan de manera explícita objetivos ambientales: se unieron preocupaciones sobre el cambio climático con el desarrollo de las energías renovables en el marco de la instauración de un mercado eléctrico. Hasta el año 2005, los temas del cambio climático y de las energías renovables no parecían ser una prioridad y no tenían conexiones entre ellos; existían además deficiencias en diferentes niveles para implementar las acciones. Alrededor de 2008, una serie de factores se unieron para promover una mayor conciencia sobre el papel de las energías renovables, así como para impulsar un desarrollo más significativo de estas energías. Entre esos factores se pueden mencionar los siguientes: la caída de la producción y las exportaciones de petróleo, los problemas ambientales en las grandes ciudades, especialmente la Ciudad de México; intereses y las acciones de las agencias de cooperación internacional en la promoción de

proyectos de energía solar y eólica; nuevas oportunidades de inversión para empresas de países como España, Alemania y Estados Unidos. Una consecuencia del nuevo marco legal, junto con los factores mencionados, es que la generación de electricidad a partir de renovables (geotérmica, eólica, mini-hidráulica) aumentó, aunque todavía representa un lugar modesto: 1 924.8 MW, un 3.3% de la capacidad instalada en el año 2010.

A partir de 2013 la situación cambió en profundidad con las reformas que han abierto por completo el sector de la energía, al mismo tiempo que avanzaron en paralelo el marco jurídico y las políticas sobre el cambio climático con regulaciones orientadas al desarrollo de las renovables. Al menos en el papel, el gobierno de México ha buscado una coherencia entre los objetivos ambientales y energéticos, buscando también la reducción de emisiones en el sector energético y en otros sectores. En 2014, tras la reforma constitucional, entró en vigor una nueva Ley de la Industria Eléctrica. Esta nueva ley ha abierto totalmente la generación y comercialización, manteniendo el Estado el control de la transmisión y la distribución con fórmulas para la participación privada. El vínculo con los esfuerzos contra el cambio climático se establece con la introducción de “Certificados de Energías Limpias” (CELS) y las subastas de energía limpia. Una nueva Ley de Transición Energética completó el dispositivo mediante el establecimiento de varios instrumentos para lograr el propósito de la generación de energía basado en energías “limpias”: 35% en el año 2024. Además, en la Conferencia de las Partes en París (COP 21), México se comprometió a lograr una participación del 43% de la generación de electricidad con fuentes limpias en 2030.

Un nuevo actor tendrá un papel central: el CENACE, el cual tiene a su cargo el control operativo del sistema eléctrico, del mercado eléctrico y el seguimiento de la modernización y ampliación de las redes de transmisión y distribución. También debe garantizar el acceso a las redes de la generación limpia, así como las subastas para enfrentar los requerimientos de CELS.

Un CEL es un título emitido por la CRE que acredita la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias, amparando la generación de 1 mwh de energía generada de esa manera. Al ser un instrumento del mercado su precio no es fijo, sino que depende de la oferta y la demanda. Los participantes del mercado podrán presentar ofertas para vender CELS a cualquier precio, así como presentar ofertas para comprar CELS a cualquier precio. La compra-venta podrá realizarse a través del mercado de CELS, que se organizará por lo menos una vez al año.

En marzo de 2016 se realizó la primera subasta eléctrica de largo plazo; en ella resultaron ganadoras 11 empresas, comprometiéndose a incrementar la capacidad eléctrica en 2 085 mega watts: 1 691 de energía solar y 394 de

energía eólica, cuyos proyectos traerán inversiones de al menos 2.6 mil millones de dólares. La segunda subasta eléctrica se realizó en septiembre de 2016, en esta ocasión, se invertirán en los próximos tres años cuatro mil millones de dólares para la instalación de 2 871 megawatts de nueva capacidad. Las tecnologías solar fotovoltaica, eólica y geotérmica tendrán 15%, 11% y 2%, respectivamente. La energía limpia adquirida avanza, pero aún está lejos de la meta de 35% del total de la energía eléctrica. En México a partir de fuentes limpias para 2024.

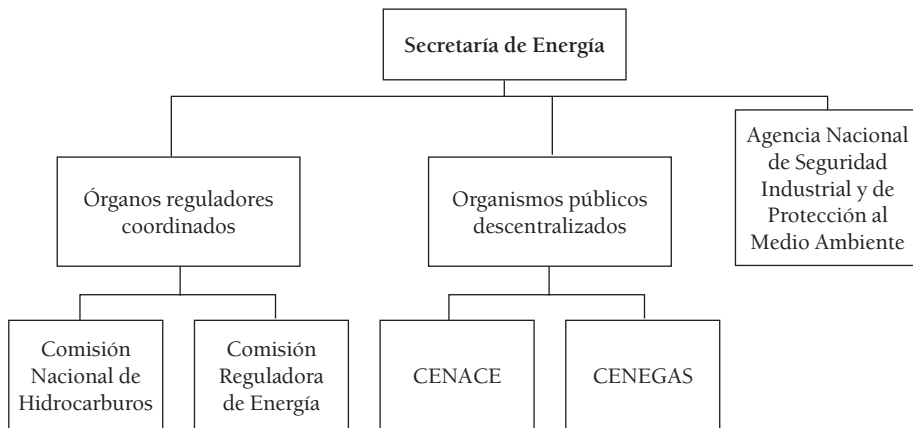
En México se trata de incentivar la participación de las energías renovables en los productores de energía y en grandes consumidores. La inserción de las renovables en los consumidores de menor tamaño, como familias o negocios pequeños, presenta retos. Uno de ellos es el subsidio a la electricidad: si bien es cierto que este subsidio permite controlar la inflación y asegurar el acceso a la electricidad a una gran parte de la población, al mismo tiempo se convierte en un desincentivo para que las familias produzcan la electricidad que van a consumir (“*prosumers*”). Otro reto que aún no está del todo resuelto, es garantizar la interconexión a la red.

Las reformas energéticas están orientadas a promover las condiciones para que el sector privado contribuya a la oferta de electricidad, y mediante la introducción de los CELS se logre por medio del mercado impulsar las energías limpias y la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En ese planteamiento no hay lugar para políticas de fomento de las energías renovables ni tampoco subsidios. Las reformas de mercado requerirán de una capacidad importante de regulación. En ese sentido se han creado instituciones y modificado las existentes (véase la gráfica 3). ¿Estarán a la altura de los desafíos?, ¿con regulaciones se podrá lograr lo que otros países están buscando con políticas industriales y tecnológicas? Este es el caso de China, que por esta vía se ha convertido en un líder mundial en el campo de las energías renovables: sólo en nueva capacidad de energía solar fotovoltaica le corresponde a este país más del 40 por ciento.

ACCESO A LA ENERGÍA. LA DESIGUALDAD Y SUS IMPLICACIONES PARA EL CRECIMIENTO

Uno de los objetivos principales de un nuevo crecimiento es asegurar que se continúe elevando el nivel de vida de su población, al mismo tiempo que contribuye a sacar de la pobreza a una buena parte de los que se mantienen en ella. En los bajos niveles de ingreso, las modalidades del acceso a los servicios energéticos se traducen en disparidades en el consumo, con

GRÁFICA 3
 ÓRGANOS REGULADORES EN EL SISTEMA ENERGÉTICO MEXICANO
 DESPUÉS DE LA REFORMA ENERGÉTICA 2013/2014



consecuencias sobre los niveles de vida y sobre el potencial de desarrollo relacionado con el “capital humano”. El crecimiento en los países emergentes, si bien ha reducido el número de pobres, ha mantenido una enorme concentración del ingreso.

El valor del Coeficiente de Gin¹⁸ en México, en 2016, para la distribución del ingreso por deciles de hogares fue de 0.448.¹⁹ La asimetría entre ricos y pobres en México es la más grande entre los países de la OCDE (después de impuestos y transferencias). El 10% más rico de la población en México gana 20 veces más que el 10% más pobre. Las reformas estructurales y las políticas macroeconómicas han logrado cierta estabilidad en las variables macroeconómicas; el crecimiento, sin embargo, no ha sido suficientemente incluyente para lograr mejores condiciones de vida para muchas familias mexicanas. Han aumentado las desigualdades entre una economía moderna y productiva en el norte y el centro, y una economía tradicional de menor productividad en el sur. México puede reactivar el crecimiento al replantear la prioridad del gasto público respecto de infraestructura, capacitación, salud y reducción de la pobreza.²⁰

¹⁸ El coeficiente de Gini es una medida de concentración del ingreso, que toma valores entre cero y uno. Cuando el valor se acerca a uno, indica que hay mayor concentración del ingreso; en cambio cuando el valor del Gini se acerca a cero indica que la concentración del ingreso es menor.

¹⁹ INEGI (2017), Comunicado de prensa núm. 392/17, 28 agosto, México.

²⁰ OCDE (2017), Estudios económicos de la OCDE, México.

En México, 1.8 millones de personas no cuentan con servicio eléctrico, para satisfacer esta demanda se creó el Fondo de Servicio Universal Eléctrico, que se ha propuesto funcione de dos maneras:²¹

- CFE ampliará la línea de distribución para quienes estén hasta 5 km de distancia de la línea de distribución local, CFE recibirá 569 millones de pesos para ampliar esa red.
- Para quienes se encuentren a una distancia mayor, se recurrirá al uso de electricidad fotovoltaica. Ya se lanzó la primera convocatoria para instalar sistemas aislados con una inversión de 438 millones de pesos. Se espera que para 2021, el fondo genere 12 mil millones de pesos que permita elevar la cobertura a 99.8% de los mexicanos.

La desigualdad es un tema moral, pero también económico, ya que constituye un freno, no solamente por razones de mercado interno, sino también por el desperdicio de “capital humano”, uno de los factores fundamentales de un nuevo crecimiento. Es necesario recuperar la “eficacia de la equidad”; es favorable a salud, educación, uso eficiente de la energía y también a la sustentabilidad.

CONSIDERACIONES FINALES

Quedan preguntas cuyas respuestas pueden todavía ser profundizadas: por el lado de la oferta, ¿qué trayectorias efectivas tomará el sistema energético de México para satisfacer el crecimiento económico y la reducción de emisiones? Por el lado de la demanda, ¿cómo evolucionará el consumo energético, vinculado a patrones de consumo de bienes y servicios que requieren para su producción combustibles fósiles? En cualquier caso, si se busca salir de la crisis en la dirección de un nuevo crecimiento, es indispensable recuperar en particular, con otros criterios que los financieros de corto plazo, la inversión productiva para la transformación de los sistemas energéticos.

La Ley de Transición Energética (LTE) —uno de los instrumentos principales para la transformación del sistema energético en México— contiene aspectos que van en la dirección de un uso más eficiente de la energía y del desarrollo de las energías renovables; pero apunta sobre todo hacia una

²¹ Coldwell (2017), “Avances en la implementación de la Reforma Energética”, presentación en el Foro: Análisis de la Reforma Energética ¿Qué se ha hecho y que falta por hacer?, 17 de agosto, CDMX.

presencia más fuerte del gas en la generación de electricidad y a la cogeneración. Al centrarse en el sector eléctrico, deja de lado a otros como el transporte, que en México tiene particular importancia. No vincula el tema de la transición energética al de la descarbonización, ni se ubica en un país que puede aún considerarse productor y exportador de petróleo, y que ha definido prioridades en torno a la exploración y producción de hidrocarburos. En ese sentido no se ubica realmente en la transformación estructural que otros países han asumido con estrategias de desarrollo de largo plazo y sentido de planeación. Propone medidas que ya está integrando el mercado, como la búsqueda de una mayor eficiencia energética, de una mayor presencia del gas natural, de la sustitución de combustibles y de la cogeneración. Incluso, en este ámbito no se ha buscado una articulación coherente de la LTE con otros documentos, como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, la Ley de Cambio Climático o las INDCs presentadas por México antes de la COP21.

Sólo países que vinculen declaraciones en torno al cambio climático —e incluso promulguen leyes y elaboren documentos importantes— con una implementación efectiva de las condiciones y requerimientos que se derivan del Acuerdo de París podrán aspirar a presentarse como líderes en la lucha contra el cambio climático. Es decir, también deberán liderar una “profunda descarbonización” vinculada estrechamente a una estrategia de desarrollo de largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aghion Philippe, David Hemous y Reinhilde Veugelers (2009), “No Green Growth, without Innovation”, en *Bruegel Policy Brief*, ISSUE 2009/07, November.
- Argus (2017), “Mexico Offers to Match Oil Groups’ Nafta Wish”, 27 September, disponible en <<http://www.argusmedia.com/news/article/?id=1542543>>.
- British Petroleum (BP) (2017), *Statistical Review of World Energy*.
- California Council on Science and Technology (2009), “California’s Energy Future - The View to 2050”, *Summary Report*, May, p. 56.
- Coldwell, P.J. (2017), “Avances en la implementación de la Reforma Energética”, presentación en el Foro: Análisis de la reforma energética ¿Qué se ha hecho y que falta por hacer?, 17 de agosto, Ciudad de México.
- De la Vega Navarro, Ángel (2005), “Reforma energética: cómo rediseñar el modelo mexicano”, en *Energía a Debate*, año 2, vol. 2, núm. 7, febrero-marzo, México.

- De la Vega Navarro, Ángel (2010), “Energía, crecimiento y cambio climático en la perspectiva de Cancún”, en *Energía a Debate*, año 7, núm. 41, noviembre-diciembre, México.
- De la Vega Navarro, Ángel (2016), “It’s Decarbonisation, ... Transición energética: ¿hacia dónde apunta el Acuerdo de París?”, en *Energía a Debate*, núm. 73, marzo, disponible en <<http://energiaadebate.com/its-decarbonisation-transicion-energetica-y-el-acuerdo-de-paris/>>.
- De la Vega Navarro, Ángel y Daniel A. Pacheco Rojas (2016), “Los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero”, en *Energía a Debate*, vol. 13, núm. 77, México.
- De la Vega Navarro, Ángel; Jimena Romero, Mónica Santillán Vera y Daniel A. Pacheco Rojas (2017), “Las reformas energéticas en México: contenido, resultados preliminares, desafíos”, en *Energía a Debate*, vol. 14, núm. 82, México.
- Energy Information Agency (EIA) (2011), *Energy Annual Energy Outlook*
- Energy Information Agency (EIA), *International Energy Outlook, 2007, 2010*.
- Energy Information Agency (EIA), *Key World Energy Statistics, 2017*.
- INEGI (2017), Comunicado de Prensa núm. 392/17, 28 de agosto, México.
- Gobierno de la República, (2015). *Contribución prevista y determinada a nivel nacional de México*, México: Gobierno de la República.
- HSBC (2011), “The World in 2050, Quantifying the Shift in the Global Economy”, HSBC Global Research, Global Economics, enero, p. 42, disponible en <<http://www.research.hsbc.com/midas/Res/RDV?p=pdf&key=ej73gSSJv&n=282364.pdf>>, consultado el 27 junio de 2011.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2011), “IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation”, Working Group III, Mitigation of Climate Change, Final Release.
- North, Douglas C. (1993), *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Ocampo, Edgar (2017), “Activos energéticos de México y su desarrollo”, artículo por publicarse en un libro editado por el IIEc-COLMEX.
- OCDE (2011), *Tackling Inequalities in Brazil, China, India and South Africa The Role of Labour Market and Social Policies*, OECD Publishing (revised version).
- OCDE (2017), “Estudios económicos de la OCDE”, México.
- ONU (2015), “Accord de Paris”.
- Pacheco Rojas, Daniel A. (2017), “Probable aumento en las gasolinas por huracanes”, conferencia de prensa, *Gaceta-UNAM*, núm. 4902.
- Piveteau Alain, Rougier Éric (2010), “Émergence, l’économie du développement interpellée”, en *Revue de la régulation*, núm. 7, 1er. semestre, 3

junio, disponible en <<http://regulation.revues.org/index7734.html>>, consultado el 20 de julio de 2011.

RTE (2016), “Anual Electricity Report 2015”, Réseau de transport d’électricité, Francia.

SENER (2016), *Balance Nacional de Energía 2015*, Secretaría de Energía, México.

Strand Jon, Toman Michael (2010), “Green Stimulus, Economic Recovery, and Long-Term Sustainable Development”, *Policy Research Working Paper 5163*, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team, January.

