



MÉXICO

HACIA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

MÉXICO

HACIA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Editor

Konrad Adenauer Stiftung México

Autores

Alan Xavier Gómez Hernández
Atzayaelh Torres Hernández
Celeste Morales Santiago
Eduardo Núñez Rodríguez
Eduardo Alfredo Piquero
Eduardo Adrián Walsh Vargas
Eric Chun Sum Lee
Fernando Moreno-Brieva
Francisco Javier Mundo Ayala
Guillermo Ignacio García Alcocer
Guillermo Zúñiga Martínez
Hans-Hartwig Blomeier
Iván Islas Cortés
Jaime Tadeo Castelán Olguín
Jesús Antonio del Río Portilla
José Humberto Alarcón Torre
Judit Alonso Gonzalbez
María Isabel Ortiz Mantilla
María José Treviño Melguizo
Pablo David Necochea Porras
Peter Hefele
Rosanety Barrios Beltrán
Santiago Creuheras Diaz
Soffía Alarcón Díaz
Víctor Florencio Ramírez Cabrera

Jefe de Redacción

Eduardo Adrián Walsh Vargas

Compilador

Pablo David Necochea Porras

Corrección

D3 Ediciones, Pablo David Necochea Porras
y Eduardo Adrián Walsh Vargas

Diseño

D3 Ediciones

D.R. © Fundación Konrad Adenauer A.C.

© Fundación Konrad Adenauer A.C.
Río Gadiana 3
Col. Cuauhtémoc, C.P. 06500
Del. Cuauhtémoc, Ciudad de México.
Tel. 5566-4599
kasmex@kas.de
<http://kas.de/mexiko/es/>

Impreso en México, 2021.

Los textos que se publican son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresan necesariamente el pensamiento de los editores. Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido citando la fuente.

MÉXICO

HACIA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

ÍNDICE

- 17** INTRODUCCIÓN
Hans-Hartwig Blomeier
- 21** FINANZAS CLIMÁTICAS: APOYANDO LA ECONOMÍA DEL SIGLO XXI
Alan Xavier Gómez Hernández · José Humberto Alarcón Torre
- 33** BARRERAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA
Atzayaelh Torres Hernández
- 45** SEGURIDAD ENERGÉTICA Y POLÍTICAS PÚBLICAS EN MÉXICO
Eduardo Núñez Rodríguez
- 57** LA REFORMA ENERGÉTICA, EL SECTOR ELÉCTRICO Y SU RELACIÓN CON EL MERCADO DE CARBONO
Eduardo Alfredo Piquero
- 71** ALIANZAS ESTRATÉGICAS HACIA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA
Eduardo Adrián Walsh Vargas
- 81** DESCARBONIZACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE LA ELECTRICIDAD EN CHILE
Fernando Moreno-Brieva
- 95** EVOLUCIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL: ENERGÍAS RENOVABLES, COMBUSTIBLES FÓSILES Y EL PAPEL CENTRAL DEL GAS NATURAL
Francisco Javier Mundo Ayala
- 111** TOMAR EL CONTROL DE NUESTRA ENERGÍA: IMPACTO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO
Guillermo Ignacio García Alcocer
- 133** ENERGÍA FELDENKRAIS. NUEVA ARQUITECTURA ELÉCTRICA Y SURGIMIENTO DEL ESQUEMA DISTRIBUIDO
Guillermo Zúñiga Martínez
- 151** ACTUALIZACIÓN DE LA LEGISLACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO, EN MATERIA DE FUENTES RENOVABLES: CERTIFICADOS DE ENERGÍAS LIMPIAS Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA
Jaime Tadeo Castelán Olguín
- 165** EL ROL DE LA REFORMA ENERGÉTICA EN EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS SUSTENTABLES
Jesús Antonio del Río Portilla · Celeste Morales Santiago
- 179** CAMINO A LA COP25, COSTA RICA Y CHILE MARCAN EL RUMBO A LA DESCARBONIZACIÓN EN LA REGIÓN
Judit Alonso Gonzalbez
- 193** RETOS DEL GOBIERNO ANTE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA, 2018-2024
María Isabel Ortiz Mantilla · Víctor Florencio Ramírez Cabrera
- 207** REVOLUCIONANDO LA FORMA EN QUE LAS EMPRESAS EN MÉXICO COMPRAN ENERGÍA
María José Treviño Melguizo
- 217** GESTIÓN ELÉCTRICA Y SU RELACIÓN CON LA REFORMA ENERGÉTICA
Pablo David Necochea Porras
- 233** DECARBONISATION POLICIES IN ASIA-PACIFIC
Peter Hefele · Eric Chun Sum Lee
- 247** LOS PROBLEMAS SOCIALES QUE ENFRENTA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA
Rosanety Barrios Beltrán
- 259** DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL SECTOR ENERGÉTICO MEXICANO
Santiago Creuheras Díaz
- 271** EL DESPACHO DE RENOVABLES, ¿ALEGORÍA CLIMÁTICA O POSIBILIDAD REAL DE INVERSIÓN EN MÉXICO?
Soffía Alarcón Díaz · Iván Islas Cortés

AUTORES



Alan Xavier Gómez Hernández. Vicepresidente de sostenibilidad corporativa de Citibanamex (subsidiaria de Citibank México). En todo el país y en el Grupo Financiero Citibanamex, Alan es el principal defensor de abordar y asegurar la plena integración de la estrategia de sostenibilidad de Citibanamex a los objetivos comerciales que se centran en la gestión sostenible / verde de las finanzas, la gestión del riesgo ambiental y social (ESRM), las operaciones y la cadena de suministro.

Desde 2017, es Presidente del Comité de Sostenibilidad de la Asociación de Bancos de México (ABM) donde lidera la estrategia de Finanzas Sostenibles en alianza con más de 20 bancos que firmaron el Protocolo de Sostenibilidad en 2016.

Tiene más de 12 años de experiencia en el desarrollo e implementación de estrategias de sostenibilidad y cambio climático para gobiernos, empresas y ciudades con instituciones como Centrum for Energy & Environment de Mario Molina (Premio Nobel de Química de 1995) (2007-2010), Ministerio de México, medio ambiente (SEMARNAT) (2010-2012) y Det Norske Veritas (2012).

Tiene una Licenciatura en Ingeniería Ambiental en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) en la Ciudad de México, estudios de posgrado en Gestión Sostenible en la Universidad Leuphana de Lueneburg (Alemania) y Responsabilidad Social Corporativa en la Universidad Anáhuac (México). También obtuvo certificados profesionales en Sustentabilidad Urbana en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Alta Gerencia para Negocios en la Escuela de Negocios IPADE.



Atzayaelh Torres Hernández. Coeditor y columnista en temas energéticos de El Financiero-Bloomberg. Periodista con 15 años de trayectoria en medios de comunicación, 10 de ellos cubriendo temas relacionados con el sector energético. Autor de la columna "Energía con H al final" publicada los miércoles en la edición web de El Financiero.



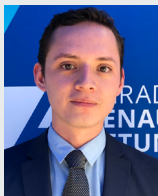
Celeste Morales Santiago. Comunicóloga del Instituto de Energías Renovables de la UNAM. Es licenciada en Ciencias de la Comunicación por la Universidad La Salle Cuernavaca. Se desempeña como comunicóloga en apoyo a la Unidad de Comunicación de la Ciencia del Instituto de Energías Renovables de la UNAM.



Eduardo Núñez Rodríguez. Tiene experiencia de más de 20 años en el Sector Energía, como abogado postulante, experto en temas constitucionales, administrativo-regulatorios, comerciales y contractuales, así como aquellos relacionados con políticas públicas. Después de 7 años de actividades en Petróleos Mexicanos, desde el año 2002, asesora a empresas mexicanas y extranjeras en el desarrollo de proyectos en el sector energético, principalmente en materia de exploración y producción de hidrocarburos y con Petróleos Mexicanos. Egresado de la Facultad de Derecho de la Universidad Anáhuac, cursó la maestría en Administración Pública en la misma institución y la Maestría en Derecho Internacional y Comparativo por la Universidad George Washington en Washington, D.C., Estados Unidos. Actualmente preside la Comisión de Energía de la International Chamber of Commerce, ICC México.



Eduardo Alfredo Piquero. Director general de MÉXICO₂, la plataforma de mercados ambientales de la Bolsa Mexicana de Valores. Posee amplia experiencia en mecanismos de precio al carbono, certificados verdes y finanzas ambientales. Ha sido consultor del Banco Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y director de operaciones de MGM International y South Pole Carbon para América Latina. Es politólogo, egresado de la Universidad de Buenos Aires, con una maestría en Ciencias del Estado por la Universidad del CEMA.



Eduardo Adrián Walsh Vargas. Es gerente de proyectos de la Konrad-Adenauer-Stiftung México, enfocado en trabajar en proyectos sobre economía, democracia, partidos políticos, empoderamiento de comunidades indígenas, energía, medio ambiente, desarrollo sustentable, asuntos religiosos, entre otros.

Ha colaborado como asesor en la Honorable Cámara de Diputados así como en la Asamblea Legislativa del Distrito Federal. Cuenta también con experiencia en el sector privado, colaborando con agencias mexicanas de energía y desarrollo sustentable. Miembro del Consejo Consultivo del IGEECC (Índice de Gestión Energética y Cambio Climático). Es economista por la Universidad Nacional Autónoma de México.



Eric Chun Sum Lee. Es gerente de proyectos en el Programa Regional "Seguridad energética y cambio climático en la región de Asia-Pacífico" de la Konrad-Adenauer-Stiftung, con sede en Hong Kong.

Tiene una maestría en Ciencias Políticas en la Universidad de Heidelberg, Alemania, especializada en investigación de política pública. Graduado en Estudios Europeos (German Stream) en la Universidad Bautista de Hong Kong en 2012. Tiene una amplia experiencia trabajando para diferentes ONG's internacionales tanto en Hong Kong como en Alemania, como Médicos sin Fronteras, Greenpeace y Orbis International.



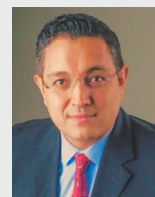
Fernando Moreno-Brieva. Doctor en Economía y Gestión de la Innovación por la Universidad Complutense de Madrid, y docente e investigador de la Universidad Pontificia Comillas de España. Experto en cadenas de valor globales energéticas, en econometría y en formulación y evaluación de proyectos desde una perspectiva económica y financiera. Se ha desempeñado como docente en diversas universidades de Chile y Ecuador. Ha trabajado en el área de ingeniería de procesos bancarios y en recursos humanos en Chile.



Francisco Javier Mundo Ayala. Asesor experimentado en Estrategia y Operaciones tanto en el sector privado como en el sector público. Previo a su incorporación a KPMG se desempeñó como Director General de Planeación Estratégica en la Comisión Nacional de Hidrocarburos, donde tuvo entre otras responsabilidades la coordinación del proceso de planeación estratégica de la Comisión.



Guillermo Ignacio García Alcocer. Profesor de tiempo completo de Economía en el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) y miembro del Consejo Consultivo del *Electric Power Research Institute* (EPRI). Cuenta con más de 12 años de experiencia en el sector energético. Presidió la Comisión Reguladora de Energía (CRE) entre abril de 2016 y junio de 2019, donde impulsó regulaciones para fomentar la adopción de energías limpias, ampliar las opciones de suministro, y generar mejores condiciones de acceso, precio y calidad para los consumidores. En 2001 fue distinguido con el primer lugar del Premio CitiBanamex de Economía en la categoría de tesis.



Guillermo Zúñiga Martínez. Abogado por el ITAM, cuenta con Maestrías en Derecho por la University of Chicago y en Regulación por la London School of Economics y tiene 20 años de experiencia en el sector energía, incluyendo haber sido comisionado de la Comisión Reguladora de Energía de México durante el período 2013-2019. Actualmente, Guillermo continúa su práctica en derecho de la transición energética y energía limpia en Earthjustice, organización legal que trabaja por la defensa del medio ambiente (earthjustice.org).



Hans-Hartwig Blomeier. Es ingeniero agrónomo de la Universidad de Kassel, está casado y tiene tres hijos. Desde 1987 ha trabajado para la Fundación Konrad Adenauer. El Ing. Blomeier ha sido el representante de oficinas de la KAS en diversos países así como en la sede central y actualmente es el representante de la KAS México desde mayo de 2018.

Su trabajo en la KAS inició como representante de la oficina de Perú de 1987 a 1992. Posteriormente trabajó como responsable de países latinoamericanos en la oficina central de la KAS, así como jefe del departamento de América Latina en Sankt Augustin de 1994 a 1996. Fue representante de las oficinas de la fundación en Chile de 1996 al 2002 y en Argentina de 2002 a 2006, antes de regresar a Alemania como jefe del departamento de Latinoamérica en la nueva sede central de la KAS en Berlín de 2006 a 2012. Posteriormente, fue representante de la oficina de la KAS en Uruguay, donde también implementó y dirigió el nuevo programa regional "Fortalecimiento de partidos políticos en Latinoamérica" de 2012 a 2013. A partir de 2013 a hasta marzo 2018 fue representante de la KAS en Londres como responsable del Reino Unido y la República de Irlanda.

El Ing. Blomeier es autor de numerosos artículos de análisis político, así como editor y co-autor de publicaciones (libros y revistas) de la KAS relacionados con la cooperación internacional, así como el desarrollo político y económico en los países a los que fue destinado.



Iván Islas Cortés. Es economista ambiental con más de 14 años de experiencia en el sector ambiental con un enfoque en el análisis de políticas energéticas y de cambio climático. Fue el director de Economía Ambiental del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, y el Director de Políticas de Cambio Climático para el Programa de Desarrollo Bajo en Emisiones de México II (MLED II) financiado por USAID. Formó parte del equipo técnico que desarrolló la línea de base y los escenarios de mitigación de GEI para las Contribuciones Nacionalmente Previstas y Determinadas (INDCs) de México. Actualmente se desempeña con Senior Manager en Carbon Trust Mexico.



Jaime Tadeo Castelán Olgún. Licenciado en Derecho por la Universidad Panamericana, cuenta con una Especialidad en Derecho Administrativo, así como una Maestría en Derecho Fiscal y una Maestría en Gobierno y Políticas Públicas por la misma Universidad. Es catedrático de la materia "Regulación Energética Nacional" en la Escuela de Gobierno y Políticas Públicas de la Universidad Panamericana. Se ha desempeñado por más de 13 años en diversas áreas jurídicas de la Administración Pública Federal, participando en la elaboración, negociación e implementación de diversos acuerdos, decretos, circulares, reglamentos, leyes y tratados internacionales en temas de fiscales, presupuestarios, financieros, de infraestructura y energía, así como en la elaboración e implementación de iniciativas presentadas por el Ejecutivo Federal en estas materias.



Jesús Antonio del Río Portilla. Director e Investigador del Instituto de Energías Renovables de la UNAM. Es licenciado, maestro y doctor en física por la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Es director fundador e investigador del Instituto de Energías Renovables de la UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III.



José Humberto Alarcón Torre. Es fundador y Director General de la financiera SUNEKO, la cual está especializada en brindar servicios a la industria de energía solar. Es economista por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, y maestro en finanzas por la misma institución. Por 12 años fue funcionario de la Asociación de Bancos de México en la que desempeñó diversos cargos.



Judit Alonso Gonzalbez. Licenciada por la Universidad Autónoma de Barcelona, cuenta con una experiencia profesional de más de una década en medios y agencias de comunicación. Desde 2017 colabora con el canal internacional alemán Deutsche Welle cubriendo temas vinculados con el cambio climático y medio ambiente en América Latina y El Caribe. Ha cubierto las pasadas cumbres del clima en Marrakesh (COP22, Marruecos, 2016), Bonn (COP23, Alemania, 2017) y Katowice (COP24, Polonia, 2018). Anteriormente trabajó como consultora para la Secretaría del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, durante la COP21, cumbre en la que se alcanzó el Acuerdo de París, en diciembre de 2015.



María Isabel Ortiz Mantilla. Actual titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato; política, legisladora, estratega-gestora e impulsora con organismos e instancias nacionales e internacionales en el fortalecimiento de políticas públicas medio ambientales.



María José Treviño Melguizo. Directora Nacional de México en Acclaim Energy, enfocada a atender al alto consumidor de energía a estructurar y negociar estrategias de suministro. Participa en Consejos de NAFIN, COMEXI, IPADE y WEN. Es maestra por el IPADE y licenciada en Negocios y en Chino Mandarín por Trinity University.



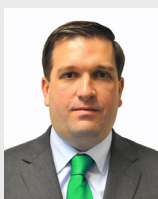
Pablo David Necochea Porras. Licenciado y maestro en Desarrollo Económico por la Universidad UPAEP, Maestro en Innovación por Deusto Business School y Maestro en Economía por la Universidad Complutense de Madrid. Exbecario del Programa EKLA-KAS en el European Centre for Energy and Resource Security (EUCERS) del King's College London. Desde hace varios años, escribe artículos y da conferencias tanto en México como en el extranjero sobre temas de economía de la energía y sustentabilidad. Actualmente, es miembro del Standards Advisory Group de Sustainability Accounting Standards Board (SASB), y miembro del Consejo Consultivo del Índice de Gestión Energética y Cambio Climático (IGECC). Además se desempeña como Sr. Sustainability Manager de Grupo Televisa y profesor de economía ambiental en la Universidad Anáhuac Norte.



Peter Hefe. Dirige el departamento de Asia y el Pacífico de la Konrad-Adenauer-Stiftung (KAS) desde el 1 de mayo de 2019. Anteriormente, dirigió el programa regional de la KAS "Seguridad energética y cambio climático en la región de Asia-Pacífico" con sede en Hong Kong, China. Durante cinco años fue responsable de oficina de la KAS en Shanghai, China. Entre 2006 y 2010 trabajó como encargado del Este-Sudeste de Asia e India en el Departamento de Cooperación Europea e Internacional (EIZ) de la KAS en Berlín. Sus principales áreas de interés incluyen política, economía, sociedad y medio ambiente en Asia, así como cuestiones de economía social de mercado.



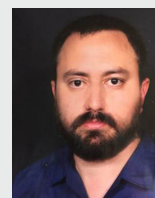
Rosanety Barrios Beltrán. Cuenta con 35 años de experiencia profesional. Los primeros quince estuvo dedicada al análisis del mercado bursátil mexicano y desde el año 2000 participa en el sector energético mexicano, primero en la Comisión Reguladora de Energía y posteriormente en la Secretaría de Energía, desde la cual coordinó la política energética para el desarrollo de los mercados de gas natural, gas licuado de petróleo y petrolíferos. Desde diciembre de 2018 es profesional independiente. Es licenciada en finanzas con maestría en finanzas y en regulación económica de industrias de red.



Santiago Creuheras Díaz. Es consultor senior en política energética e infraestructura sustentable en el Banco Interamericano de Desarrollo. Anteriormente, desempeñó diversos cargos en la administración pública federal y en organismos internacionales. Recientemente, fue Director General de Eficiencia y Sustentabilidad Energética de la Secretaría de Energía de México y Presidente de la Alianza Internacional de Cooperación para la Eficiencia Energética (IPEEC).



Soffia Alarcón Díaz. Internacionalista egresada de El Colegio de México, con posgrado en Columbia University. Ha trabajado en organizaciones internacionales como el World Resources Institute en Washington, D.C. y en el sector público en México en el área de cambio climático. Actualmente es Directora de Carbon Trust México, desde donde asesora a empresas y gobiernos en México, Latinoamérica y el Caribe sobre las formas más costo efectivas de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En la parte académica ha impartido cursos de cambio climático en el ITAM desde el 2014 y colaborado en diferentes publicaciones como la revista Foreign Affairs Latinoamérica, Forbes y diversos periódicos y noticieros nacionales.



Víctor Florencio Ramírez Cabrera. Doctor en Ciencias por la UNAM, con estudios en materia de Derecho Ambiental, Impacto ambiental, y Cambio climático. Dedicado a la gestión ambiental, recursos naturales, cambio climático y energía.

Ha colaborado como asesor en el Senado de la República así como en la Fundación Liberal para el Desarrollo Sustentable. Cuenta también con experiencia en el sector público y en el sector ambiental del Estado de Puebla, además de que ha participado en diarios como Sexenio, 24 Horas Puebla, Diario El Guardian, El Economista, SDP Noticias, la Revista Pensamiento Libre y se desempeñó como asesor de ayuntamientos y como parte de Consejos Consultivos en materia ambiental. Fue Director Ejecutivo de la Asociación Nacional de Energía Solar.

Actualmente escribe para la Revista Nexos, es vocero de la Plataforma México Clima y Energía, realiza consultoría de forma privada y es miembro fundador del colectivo #WeTweetEnergy, grupo de participantes del sector energético dedicado a difundir y socializar la reforma energética y en general el mercado energético mexicano.

INTRODUCCIÓN

Hans-Hartwig Blomeier

Desde la aprobación de la reforma energética mexicana del año 2013, se han observado importantes avances en su ejecución, al mismo tiempo que han surgido nuevos retos para el sector energético. Las consecuencias, tanto positivas como negativas, de dicha reforma, han provocado un importante debate entre los políticos, la academia, el sector privado y la sociedad mexicana.

A partir de 2013, la política pública ha logrado que el mercado energético integre, cada vez más, fuentes de energía renovables que sustituyen a los combustibles fósiles. Sin embargo, aún enfrenta obstáculos importantes en su transición energética.

México atraviesa un momento de urgencia para retomar el camino hacia una economía basada en energías limpias. Es necesario acelerar esta transformación para ampliar la matriz energética de México y buscar que esté basada en una economía de bajas emisiones de carbono y soportada por una gama de políticas y recursos que minimicen las desigualdades, fomenten el crecimiento sostenible a largo plazo y ayuden a combatir el cambio climático.

Este libro tiene como propósito abrir una discusión sobre la descarbonización urgente y esencial de México, para trazar un camino hacia la transformación energética. Además, busca reconocer los obstáculos y analizar oportunidades para acelerar la transición energética en línea con los compromisos ambientales adquiridos.

Para la realización de esta obra, se contó con la participación de expertos nacionales e internacionales en el tema energético, cuyos aportes se inscriben en el contexto de un país que camina hacia una transición energética.

Hasta hace unos años, los cambios en la industria energética introdujeron beneficios como la inversión en el descubrimiento y desarrollo de proyectos energéticos, el crecimiento de las instalaciones de suministro de combustible, la inversión en proyectos modernos de generación de energía —que incluyen la entrada de fondos de diferentes países— y una mayor competencia en el mercado. Sin embargo, actuales y diferentes problemas regulatorios sugieren la reestructuración de la industria energética mexicana moderna.

A la fecha, se han llevado a cabo una serie de modificaciones a la reforma del 2013, no de manera estructural, pero sí a nivel de la instrumentación de la legislación secundaria operativa, lo que ha ocasionado un impacto negativo a los participantes del naciente mercado eléctrico, así como a los participantes con contratos legados. Diversos capitales que entraron al mercado mexicano gracias a la reforma energética, ahora reevalúan sus inversiones y el tamaño de sus operaciones en el país.

La industria energética, que se hallaba en un estado de transición, se encuentra ahora en un ambiente de inestabilidad política y regulatoria, lo que provoca inseguridad al mercado, volatilidad de precios y dificultades en el abasto en un ambiente de incertidumbre política. Las empresas, tanto nacionales como extranjeras, enfrentan un nuevo ambiente donde es necesario el establecimiento de políticas públicas claras, transparentes y alineadas a compromisos adquiridos y mejores prácticas internacionales, para satisfacer las expectativas del mercado formando nuevas cadenas de valor.

Este análisis está destinado a especialistas en la materia y a los tomadores de decisiones en el ámbito político, en la sociedad civil y en la iniciativa privada, con el objetivo de aportar información relevante que ayude a la toma de decisiones pertinentes.

FINANZAS CLIMÁTICAS: APOYANDO LA ECONOMÍA DEL SIGLO XXI

Alan Xavier Gómez Hernández
José Humberto Alarcón Torre

Las finanzas climáticas son un concepto innovador que sirve de parámetro y da la pauta para enfocar los esfuerzos de financiamiento a empresas que buscan ser eficientes, crecer responsablemente y abonar la construcción de un futuro limpio. Este concepto consiste en clasificar los activos financieros de acuerdo a su contribución para remediar el cambio climático y la reducción de emisiones de efecto invernadero. Con este nuevo enfoque se busca medir el compromiso de las instituciones financieras en torno al objetivo de combatir el incremento antropogénico de la temperatura global.

El reto no es sencillo, el cambio es grande y modifica la cultura de cómo se hacen los negocios. Se necesita toda la voluntad e inteligencia del sector financiero para crear nuevos productos, acorde a la nueva tecnología y a los nuevos objetivos; se necesitan nuevos parámetros de administración de riesgos; se necesita conceptualizar el riesgo y la rentabilidad de los portafolios desde un nuevo enfoque.

Quienes ofrecen servicios financieros deben estar muy atentos para aprovechar nuevas oportunidades de negocio al entrar a industrias con alto nivel de crecimiento, y evadir o controlar el riesgo que representan las tecnologías obsoletas por ser ineficientes. Las empresas que no se adapten a los objetivos para mitigar el cambio climático enfrentarán cargas regulatorias onerosas, límites a su capacidad de operación y costos adicionales para la remediación de los daños ambientales que pudieran ocasionar. Esto genera que las primas de riesgo relacionadas a estas empresas suba y, por consecuencia, los bancos tomen decisiones de limitar o encarecer los servicios a ese sector.

Los cambios son derivados de los desafíos actuales que cualquier empresa tiene para desarrollar sus actividades productivas, las cuales deben ajustarse a paradigmas como el respeto al medioambiente y los derechos sociales y económicos del entorno que las rodea. Ahora es necesario pensar en el desarrollo integral del ser humano y en su crecimiento con equidad. Los tiempos han cambiado ahora es importante que todos los agentes económicos, en conjunto, actuemos de una manera más consciente y responsable.

El cambio climático y sus efectos ya se ven en el horizonte cercano. Esto se sustenta en varios informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en Inglés), donde se establece que los patrones de consumo de combustibles fósiles continúan creciendo (Naciones Unidas, 2018a) y que las consecuencias y costos para alcanzar la meta de 1.5°C establecida en el Acuerdo de París (2015) serán peores de lo esperado. Tormentas, huracanes, incendios forestales, sequías, olas de calor e inundaciones han roto todos los parámetros tradicionales considerando hasta ahora un incremento en la temperatura global tan solo de 1°C que ha sido documentado en más de seis mil estudios científicos a nivel global (IPCC, 2018). El Banco Mundial concluyó que los impactos de los fenómenos meteorológicos extremos provocan pérdidas anuales por \$520,000 millones de dólares (Banco Mundial, 2016a) y podría crear cien millones más de personas en situación de pobreza e impulsar a 143 millones de migrantes climáticos (Banco Mundial, 2016b) para el 2030, acentuando la necesidad de recursos e infraestructura para cubrir las necesidades básicas de la población.

En México tenemos razones de sobra para promover una economía limpia, verde y sostenible como prioridad en la planeación de las políticas públicas. Políticas públicas que —si consideran además de la mitigación la adaptación al cambio climático en comunidades, ciudades y regiones— tendrán como beneficios el acceso a energía limpia y asequible, alimentos, agua, condiciones de salud,

reducción de la inseguridad ante desastres y mantenimiento de los ecosistemas, permitiendo reducir la vulnerabilidad de la población y prevenir la pobreza.

México ha demostrado un sólido compromiso con la agenda internacional de protección al ambiente y promoción del desarrollo sustentable, participando en más de noventa acuerdos y la promulgación de una legislación fuerte. Un ejemplo de ello es la Ley General de Cambio Climático (LGCC) aprobada en 2012, con el objetivo de impulsar la transición hacia una economía competitiva de baja emisión de carbono. En concreto, se fijó una meta condicionada de 22% de reducción en emisiones GEI (2015)¹ para el 2030 basada en treinta medidas de mitigación, siendo la eficiencia energética y las energías renovables la principal solución para alcanzar las metas establecidas. El costo de estas medidas se estimó en dólares \$126 mil millones (2017) esperando un retorno por rápida acción de por lo menos dólares \$17 mil millones.

Esta base legal y regulatoria establece la columna vertebral de la estrategia para combatir el cambio climático en nuestro país. La misma es el soporte para la creación de infraestructura baja en carbono, de vanguardia, que le permita a la economía mexicana crecer de manera estable e independiente, sin poner en riesgo a las generaciones futuras. Sin embargo, es necesario vencer décadas de subinversión en múltiples sectores a través de tecnología del siglo XXI, que ofrezca servicios competitivos, con proyección de largo plazo. Las instituciones financieras son responsables de proveer servicios a esta economía baja en emisiones que ahora mismo está apareciendo y evolucionando, apoyando nuevos mercados con necesidades de inversión nada despreciables.

Los retos se multiplican a nivel global. Según Naciones Unidas, el monto necesario para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) al 2030, alcanza un rango de cinco a siete trillones de dólares (7-10% del PIB mundial). Más de la mitad (entre dólares

¹ En este artículo se ha revisado únicamente la meta condicionada, pues se considera el mínimo básico de cumplimiento que tiene el país.

\$3.3 y dólares \$4.5 trillones anuales) corresponden a infraestructura básica, energía, seguridad alimentaria, cambio climático, salud y educación en países en vías de desarrollo. Al momento, estos países han logrado canalizar recursos hasta por dólares \$1.4 trillones entre el sector público y privado, creando un vacío de alrededor de dólares \$2.5 trillones anuales (Naciones Unidas, 2018b).

Haciendo un enfoque en el cambio climático, CPI (2018) estimó que el flujo global alcanzó en 2017 un total de dólares \$530 mil millones de inversión entre sector público y privado. Se destaca particularmente que el sector privado está aprovechando su nivel de apalancamiento, participando hasta con el 54% del total proveniente de desarrolladores de proyectos de infraestructura, bancos comerciales, hogares, empresas y mercados de capitales con foco en energías renovables, eficiencia energética y movilidad sostenible. Sin embargo, para alcanzar las metas actuales establecidas en el Acuerdo de París (2015) sobre infraestructura, se requieren dólares \$6.9 trillones (OCDE, 2019) y para energía dólares \$2.4 trillones (equivalente al 2.5% de PIB mundial) (Naciones Unidas, 2018b).

En México, el presupuesto federal dedicado a cambio climático (INECC, 2018) tradicionalmente se encuentra entre \$2,000 y \$3,000 millones de dólares anuales para el periodo 2012-2018, siendo el último año el mayor reportado a pesar de los recortes presupuestales que el país ha sufrido. Contando también el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) al carbono que establece un precio en el país por el uso de combustibles fósiles, se añaden a la ecuación dólares \$1,912 millones generados entre 2014 y 2018, ingreso que, de ser etiquetado de manera precisa, podría ayudar a subsanar el déficit de financiamiento climático existente (GFLAC, 2018) en un país donde hasta el 17% del presupuesto total (gobierno) proviene de la extracción y beneficio de las energías fósiles (OCDE, 2019). De manera adicional y complementaria, existen inversiones en materia de cooperación internacional que han sido captadas por México. Entre 2009 y

2017, según el INECC (2018), los flujos provenientes del extranjero ascendieron a dólares \$8,571 millones provenientes en su mayoría de los gobiernos alemán, británico, español, francés, japonés y noruego, así como de bancos multilaterales de desarrollo.

Un reporte presentado en 2018 (GFLAC, 2018), con apoyo del gobierno alemán, estableció que los instrumentos conocidos como “bonos verdes” contabilizaron una inversión en el país de casi dólares \$4 mil millones entre ofertas públicas y privadas.² Asimismo, se estimó que entre 2016 y 2018 el sector privado, a través de la banca comercial, aportó dólares \$560 mil millones dirigidos particularmente a la transición energética. En particular para la participación del sector privado los números deben ser tomados con precaución ya que los montos totales de inversión/financiamiento en el sector privado mexicano todavía no son claros debido a que no existe en México un consenso oficial en la definición de “financiamiento verde o climático” que sirva de base para hacer el rastreo de los flujos del dinero y el impacto positivo que se genera directa o indirectamente.

En México, el transporte y las industrias relacionadas a la generación de energía suman cerca del 50% del total de las emisiones del país (2015). De ambos casos, el único sector que tiene identificada una solución a través de un plan público/privado concreto es el correspondiente a la generación de la energía renovable, algo comprensible dado que el mundo entero está migrando hacia aumentar el uso de este tipo de energía en su combinación, pues según Naciones Unidas (2019) las energías renovables en todo el mundo se han cuadruplicado entre 2009 a 2019 con una inversión global próxima a los \$2,6 mil millones de dólares, en buena medida debido a que los costos han bajado drásticamente en los últimos diez años. En el caso de la energía eólica, el costo ha caído hasta un 46% y en la solar fotovoltaica hasta 81%.

² Los bonos verdes del Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México por \$2,072 millones de dólares y Banobras por \$ 1,037 millones de dólares fueron los principales aportantes.

El mercado en México ha tenido un auge muy positivo desde la Reforma Energética impulsada en 2013, generando ahorros de hasta 60% en los costos de electricidad debido a que, en cierto momento, el país llegó a recibir energía solar fotovoltaica y eólica a precios promedio que fueron récord mundial: dólares \$33.47 MWh y hasta dólares \$20.84 MWh, respectivamente (Nexos, 2019). Se benefició también de la existencia de más proyectos de energía solar a baja-mediana escala. Este tipo de proyectos han crecido a doble dígito desde 2013 pasando de tener 4,613 (29MW capacidad instalada) a 112,660 (818MW de capacidad instalada) (CRE, 2019), confirmando el potencial de mercado para el sector de generación solar distribuida de dólares \$13 mil millones (ABM, 2017).

Las finanzas climáticas están avanzando; sin embargo, el nuevo modelo de negocio debería de difundirse de manera más amplia, destacando clara y transparentemente los beneficios positivos que trae a la economía y la sociedad. El caso ayudará, además, a mejorar los diálogos entre el gobierno e inversionistas, pero también para entablar relaciones duraderas y de largo plazo con las nuevas generaciones que no solo son sus clientes sino también los nuevos tomadores de decisiones de sus empresas. Los trabajos ya iniciaron entre diversos actores del sector financiero como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), la Asociación de Bancos de México (ABM), la Comisión Nacional Bancaria y de Valores y el Banco de México (Banxico), quienes, junto con organismos de cooperación internacional (particularmente Alemania y el Reino Unido), están colaborando para sentar las bases de una economía baja en carbono. En el sector privado se desataca particularmente el rol que han jugado actores como la ABM que, a través de su Comité de Sustentabilidad (2007), crearon el Protocolo de Sustentabilidad (2016) donde actualmente se encuentran 23 bancos comerciales y de desarrollo que suman más del 78% de los activos en administración del sector bancario nacional. Asimismo, es importante mencionar la creación del Con-

sejo Consultivo de Finanzas Verdes (CCFV) (2016) que ayuda a articular a afores, aseguradoras, emisoras, calificadoras y fondos de inversión; siendo particularmente activos en la emisión de bonos verdes, sociales y sostenibles, así como invitando a divulgar la información ambiental, social y de gobierno corporativo en México.

El financiamiento climático está en la agenda del mundo a través del G-20. Pasos certeros se han dado con iniciativas como las lideradas por el grupo de trabajo del Consejo de Estabilidad Financiera (FSB) sobre divulgaciones financieras relacionadas con el clima (TCFD, 2019). que buscan ayudar a los organismos financieros o empresas a administrar/transparentar los riesgos/oportunidades de transición a una economía baja en carbono, algo sumamente importante y que merece la atención de todos. Al momento, han participado en pruebas piloto treinta bancos, fondos de inversión, administradoras de inversión y aseguradoras, de los cuales se destaca una institución mexicana participante: el Grupo Financiero Citibanamex (2019). Otro gran hito es la creación de la Red Global para el Enverdeamiento del Sistema Financiero (NGFS, por sus siglas en inglés) que está formada por un grupo de bancos centrales y supervisores. La red ha pasado de tener 8 miembros en 2017 a 42 miembros, más 8 observadores en 5 continentes, en 2019. Esto debido a que es prioritario mantener la seguridad de las inversiones en activos de industrias con grandes emisiones de carbono por lo que el sector financiero internacional está tomando decisiones fundamentales (por ejemplo, varios bancos comerciales y de desarrollo internacionales han vetado completamente sus operaciones con la industria del carbón, están desinvirtiendo en industrias altamente contaminantes o subiendo la prima de riesgo de sus operaciones con estas empresas).

En relación con los puntos anteriores se entiende mejor el cambio identificando a los países que ya impusieron la declaración pública sobre el manejo y atención que se da al cambio climático en las empresas (por ejemplo, Reino Unido, Francia y China en 2020).

En ese sentido, de acuerdo a s&P (2018) los activos con menores emisiones de carbono tienen un mejor rendimiento en el mediano plazo (escenarios a cinco años) y otros fondos de inversión internacionales como Blackrock llegan a conclusiones similares.³ Es decir, los activos más limpios, además de enfrentar menos riesgos regulatorios y ambientales, empiezan a ofrecer mayores ingresos para los inversionistas. La inversión en activos limpios o verdes, ya sea a través de los mercados de valores o directamente en proyectos o empresas, empieza a ser mucho más atractiva para los inversionistas internacionales. México no se debe quedar atrás, es necesario generar los activos con la suficiente calidad para atraer estas inversiones. Por ello, en los últimos años la mayoría de las agencias de calificación se han fusionado o han comprado empresas expertas en el análisis de aspectos sociales y ambientales donde se incluye el cambio climático con la finalidad de integrarlos en la calificación crediticia que otorgan.

Lo anterior no obedece a un tema de responsabilidad social (aunque con eso debería bastar); las decisiones están basadas en el rendimiento futuro de estos activos, en su desempeño económico y en los riesgos que enfrenta la industria contaminante. Es preocupación del sistema financiero internacional, ya que existe evidencia que los riesgos ambientales y sociales pueden desestabilizar la economía global, al no estar correctamente medidos y administrados. Además, ante el incremento en la regulación relacionada con la emisión de gases contaminantes, ciertas industrias están expuestas a una afectación de sus ingresos y solvencia; por consecuencia, la cartera de crédito relacionada con estos sectores enfrenta un riesgo mayor.

El sistema financiero tiene un reto de gran trascendencia: migrar a un modelo de negocio que aporte soluciones al cambio climático, a esto se le llama “finanzas climáticas”. Consiste en enfocar el

³ Consulta al 31 de marzo de 2017 de los indicadores: MSCI ACWI Index vs MSCI ACWI Low Carbon Target Index.

modelo de negocio de las instituciones financieras en la generación de activos e inversiones que potencien la construcción de obras y acciones que mitiguen la generación de emisiones de las industrias, comercios y hogares.

Para ello es fundamental la sinergia público-privada, así como fue revolucionaria la industria del petróleo a inicios del siglo pasado creando el combustible para la avanzada máquina de combustión interna de aquellos tiempos, ahora es momento de dar el siguiente paso tecnológico y enfocar los esfuerzos institucionales para desarrollar e implementar tecnología de última generación, y crear la infraestructura nacional que soporte su crecimiento. El México de hoy y el del mañana necesita una planeación y ejecución coordinada de los proyectos de infraestructura basada en componentes de sustentabilidad y reducción de emisiones.

Referencias

- ABM (2017) “Mercado de Energía Fotovoltaica de Baja Escala: Generación Distribuida”.
- Acuerdo de París 2015: <https://bit.ly/2XOLyhl>
- Banco Mundial (2016a): “Irrompible: Generar resiliencia en los pobres frente a los desastres naturales”.
- Banco Mundial (2016b): “Grandes cataclismos: Cómo abordar los efectos del cambio climático en la pobreza”.
- Citibanamex (2019). Informe de Ciudadanía Corporativa 2018.
- CPI (2018): Global Climate Finance: An Updated View 2018.
- CRE (2019). Evolución de contratos de pequeña y mediana escala/ Generación Distribuida.
- GFLAC (2018). Hacia una ruta de movilización de financiamiento para alcanzar las metas nacionales de cambio climático en México.
- INECC (2018). Oportunidades y barreras para aprovechar las fuentes de financiamiento internacional que favorezcan el alcance de los objetivos climáticos sectoriales de México.

IPCC (2018): <https://bit.ly/2DjjQQX>

México (2013). Reforma Energética.

Naciones Unidas (2018a). Informe sobre la Brecha de Emisiones 2018 de ONU Medio Ambiente: <https://bit.ly/2pOllwG>

Naciones Unidas (2018b): Financing for SDGs Breaking the Bottlenecks of Investment from Policy to Impact. 11 de Junio de 2018 (Discurso de H.E. Mr. Miroslav Lajčák).

Naciones Unidas (2019). Tendencias globales en la inversión en energías renovables 2019.

Nexos (2019). Subastas eléctricas en México, evaluación y qué hacer sin ellas.

OCDE (2019): Financing Climate Futures. Rethinking Infrastructure.

S&P Dow Jones Índices. Carbon Scorecard. 2018.

TCFD (2019). <https://www.fsb-tcf.org/>

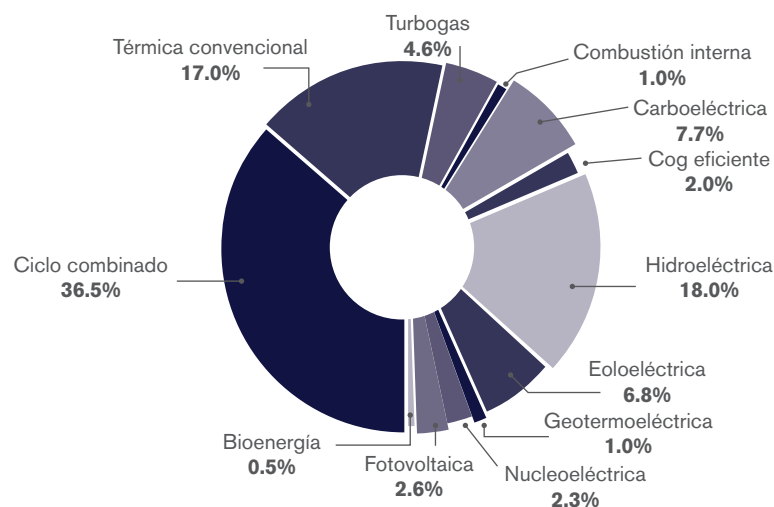
BARRERAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Atzayaelh Torres Hernández

¿Dejar los hidrocarburos atrás y sostenernos con energía producidas por el viento, el sol, el calor del subsuelo, las olas de mar? Al menos esto es lo que propone la transición energética, una meta internacional con la que México está comprometido y que por Ley le obliga a conseguir el 35% de este tipo de energías para 2024, pero ¿cómo hacerlo si el país sigue dependiendo altamente de los combustibles fósiles?

De acuerdo con el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), al cierre de 2018 el 21% de la energía en el país se genera a través de fuentes limpias (CENACE, 2019), un crecimiento importante tomando en cuenta que en 2016, de acuerdo con la Secretaría de Energía (SENER), la proporción era de solo del 16%. Sin embargo, en capacidad instalada, la proporción de las energías verdes se eleva al 31%. Hay oportunidad.

Capacidad efectiva instalada por tipo de tecnología al 31 de diciembre de 2018 (70,053 mw 1/)



Fuente: *Térmica convencional incluye Lecho fluidizado.*

En un rápido ejercicio en Twitter,¹ pregunté cuáles creían que eran las barreras para la transición energética. Expertos y protagonistas de la industria energética respondieron y las respuestas fueron variadas de acuerdo al contexto de cada uno de ellos. Pude juntarlas en dos ideas principales y desarrollarlas:

1) Poco interés del gobierno. Esta fue una de las principales coincidencias que encontré entre aquellos que me respondieron. Afirman que además de que se detuvieron las subastas eléctricas de largo plazo que organiza el CENACE, no existe claridad respecto a lo que se quiere alcanzar, y mucho menos sobre el cómo.

Dichas subastas, que son un mandato de la Ley de la Industria Eléctrica, tienen la finalidad de garantizar que el crecimiento de la demanda eléctrica para los siguientes años se cubra al mejor precio y en las mejores condiciones posibles.

¹ Disponible en: <https://bit.ly/2VVF2oM>

Para sorpresa de muchos, las subastas que pudieron realizarse durante el gobierno pasado impulsaron el desarrollo de proyectos eólicos, pero sobre todo solares fotovoltaicos. Sin embargo, en el gobierno de la llamada Cuarta Transformación (4T), encabezado por el Presidente Andrés Manuel López Obrador, decidieron detenerlos bajo el argumento de que la infraestructura de transmisión del país está saturada. En otras palabras, que ya no caben.

En este sentido, para Israel Hurtado, consejero del despacho Thomson & Knight y secretario ejecutivo de la Asociación Mexicana de Energía Solar (Asolmex), no existe en el país una política clara sobre las energías renovables, al menos no durante los primeros ocho meses del gobierno de López Obrador. “Tengo la impresión de que apenas están haciéndose de la información, y supongo que están conociendo más al sector, esperamos ver mayor claridad”, dijo en entrevista.

Para el ex comisionado de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), los resultados de la industria que representa son claros: existen 48 centrales solares fotovoltaicas en operación, un crecimiento exponencial tomando en cuenta que en 2014 solo habían dos de ellas. Además, dice el experto, de los proyectos que surgieron de las subastas eléctricas, el 80% ya está funcionando, “el último año ha sido de mucho crecimiento”, afirma.

Sin embargo, dichos resultados no han sido suficientes para que el gobierno los tome en cuenta. En el Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (Prodesen), —llamémosle el “plan maestro” del gobierno para el corto plazo— se considera el desarrollo de este tipo de proyectos “verdes” hasta 2023 por parte de la CFE, y tampoco se precisa si el gobierno seguirá echando mano de las subastas del CENACE (El Financiero, 09 de junio de 2019).

“Nos hemos reunido con funcionarios de la Secretaría de Energía, del CENACE, de la Secretaría de Economía, de Hacienda, para contarles cómo ha sido el crecimiento (de la energía solar) y hemos encontrado coincidencias, pero no vemos una política pública tan definida ni tan clara”, insistió Hurtado.

Muchos en Twitter cuestionaban al gobierno por la aparente falta de interés en el desarrollo de estas tecnologías, sin embargo, existen algunas pistas. De acuerdo con el capítulo 4 del Prodesen (CENER, 2019) para el periodo 2019-2033 —y el primero elaborado por la Cuarta Transformación— la nueva política energética en materia de electricidad considera que se deben propiciar el desarrollo de proyectos limpios siempre y cuando no estresen las líneas de transmisión con la intermitencia, propia de su naturaleza, y también que las inversiones en las redes de transmisión para llevar la energía desde su punto de generación hasta el lugar de consumo deberán correr por parte de las empresas interesadas en dichos proyectos. Al respecto, el sector privado no se opone, pero quiere certeza, entre otras condiciones.

2) Empoderar a usuarios. Regresemos a la encuesta que realicé en Twitter. Un punto que llamó mi atención, y en el que el público coincide es que una barrera para la transición energética es la desconexión entre los ciudadanos y la información sobre los beneficios de las energías limpias.

“Si crece el interés de la gente por participar, se alcanza la masa crítica que mueve a la política”, respondió uno de los usuarios, y tiene mucha razón. Por años la comunicación ha sido escasa, y aunque hay información disponible no se ha encontrado un nodo donde converjan todas las partes involucradas.

Angélica Quiñones, presidenta de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), aseguró que existe un gran potencial de información de los beneficios de subirse a la energía solar que no se disemina entre la población. “Hay que empoderar a los usuarios, darles la tecnología para que la usen”, dijo en una mesa de análisis que transmitimos en El Financiero-Bloomberg durante agosto de 2019 (SENER, 2019).

En este sentido, Quiñones reiteró en varias ocasiones que gran parte del freno al desarrollo de la industria limpia es el desconoci-

miento, no solo de los posibles usuarios sino también por parte de las autoridades.

En el Plan Nacional de Desarrollo publicado en 2019, el Gobierno de México afirma que “la nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, mismas que serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes”. Y remata: “la transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país”. (DOF, 12 de junio de 2019)

Sin embargo, esta socialización de la energía que propone el gobierno implica que “tenga conciencia de acercarse con los expertos para que sepan qué equipos elegir y que no sea después un programa que se revierta, que las renovables puedan ser productos que duren de 20 a 25 años. Que sean equipos de calidad con instalaciones apegadas a las normas, estándares”, dijo Quiñones, de la ANES.

En este sentido, la ejecutiva afirma que es necesario hacer sinergias con las autoridades, así como es indispensable también que se acerquen a compartir información técnica, sobre normalización, “que se tenga más cuidado, mucho es por desconocimiento. Tenemos varios estudios, es cuestión de sentarnos a platicar”, advierte Quiñones.

Sobre el tema de comunicación entre empresas, gobierno y sociedad, Eduardo Piquero, de México CO₂, comenta que el problema va un poco más allá, pues además de que existe un vacío de información entre quienes desarrollan y promueven dichas energías, el gobierno también conoce poco los beneficios de las mismas.

“Hay una barrera adicional, de conocimiento. Hoy todos podemos comprar en el súper un panel solar, pero no sabemos identificar la calidad de los productos. Ahí el gobierno estatal tiene mucho

que hacer, con la promoción y el conocimiento, pero hay mucho en que avanzar”, comentó el ejecutivo de la firma perteneciente al Grupo Bolsa Mexicana de Valores.

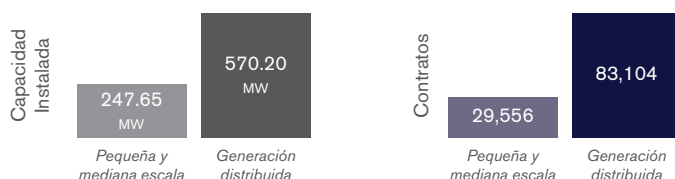
Sin mencionar que uno de los principales vacíos en el desarrollo de proyectos verdes ha sido el financiamiento, para el cual, de acuerdo con Piquero, se deben aprovechar las herramientas existentes en los mercados financieros y bursátiles, “sería muy bueno ver un CKD verde, una Fibra E de proyectos verdes y ¿por qué no? el sector inmobiliario incorporando en este tipo de proyectos, hay que ponerlos en contacto”, dijo el experto en la misma mesa de análisis de El Financiero-Blomberg.

El sigiloso avance

Dado el contexto antes descrito por algunos de los protagonistas del sector energético, el gran futuro de las energías renovables en México está en los techos de las casas.

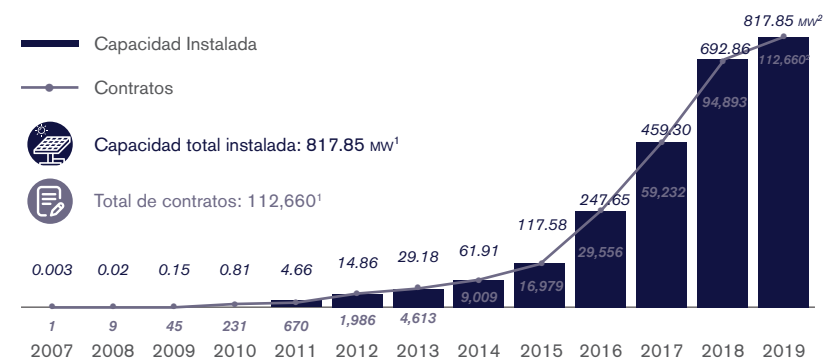
De acuerdo con un reporte de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), hace 10 años, en 2009, solo había 45 contratos vigentes para producción en pequeña y mediana escala, así como proyectos de generación distribuida, aportaban la soluble cifra de 45 Megawatts (MW), que poco a poco fueron incrementando hasta que hoy en día tenemos una capacidad instalada de generación de 817 MW, a través de 112 mil 660 contratos (CRE, julio de 2019).

Contratos de pequeña y mediana escala/Generación distribuida
Evolución acumulada



Fuente: Información proporcionada por la empresa productiva subsidiaria de la Comisión Federal de Electricidad, CFE Distribución.

Contratos de pequeña y mediana escala/Generación distribuida
Evolución acumulada



Fuente: Cifras al 30 de junio de 2019.

Por entidad federativa, los estados que más le han apostado a esta tecnología han sido: Jalisco, donde existen 126.92 del total de los MW que se generan por este medio; Nuevo León, donde se ubican 105 MW; Estado de México, donde hay 77.54 MW; y Ciudad de México con 67.45 MW.

Sin embargo, y a pesar de que en este rubro la perspectiva es positiva, existen algunos estados del país que tienen una amplia oportunidad para el desarrollo de proyectos solares, que deberían estar en el TOP 5 de la lista presentada por la CRE, pero no lo están.

Estos “pequeños proyectos”, sumados por supuesto a los grandes parques solares, ya están haciendo la diferencia en los registros oficiales.

De acuerdo con el Programa Nacional de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y de la Red General de Distribución 2019-2033 (CENACE, 2019) del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), del total de las adiciones de capacidad efectiva de generación eléctrica en 2018, 75% correspondieron a energías limpias como la solar fotovoltaica, eólica y bioenergía con 2 mil 353 MW de un total de 3 mil 137 que considera cogeneración eficiente, combustión interna y ciclo combinado (gas natural).

El panorama

La reforma energética sigue plasmada en la Constitución. En lo que va del gobierno de Andrés Manuel López Obrador no se le ha movido ni una coma al marco legal, entonces, ¿qué ha pasado? ¿Por qué el gas natural no ha sido el combustible de la transición hacia las energías renovables?

La reforma energética está estructurada sobre el Poder Ejecutivo, en su elaboración no se consideró una estrategia para que perdure de manera transexenal.

En cuanto a actividades de exploración y producción de hidrocarburos, la Comisión Nacional de Hidrocarburos es la encargada de organizar las rondas de licitaciones petroleras que materializan la promesa del gobierno anterior al mundo económico: la apertura de un negocio que estuvo en manos del Estado por décadas enteras, se abriría a privados. Y así fue.

De acuerdo con datos de la CNH, se lograron firmar 107 contratos petroleros con empresas privadas para igual número de asignaciones que generaron compromisos de inversión por alrededor de 100 mil millones de dólares para los siguientes 40 años.

Sin embargo, la crítica del gobierno del hoy Presidente de la República, desde un discurso nacionalista, fue constante: el *entreguismo* de los recursos de México a las empresas extranjeras.

Sin embargo, detener la reforma no fue complicado, pues todo el andamiaje legal estuvo concebido para que siguiera siendo el Jefe del Ejecutivo quien tuviera las riendas de los proyectos a través de la Secretaría de Energía.

En el lado eléctrico pasó algo similar. El sector privado vio una gran oportunidad de apalancar sus planes de negocios en las subastas del mercado eléctrico mayorista. Concursos organizados por el CENACE, que en sus primeras tres ediciones demostraron ser muy atractivos para el fomento a la generación de energías renovables, solar fotovoltaica y eólica. Incluso, se ha referido de

manera reiterada que se lograron precios altamente competitivos (los más bajos del mundo) en esta materia.

Sin embargo, el problema fue que el gran comprador de electricidad seguía siendo una empresa del Estado, la Comisión Federal de Electricidad; es decir, la expansión de la industria eléctrica estaba apalancada de nueva cuenta al desarrollo de la CFE, en vez de que se buscaran mecanismos para expandir el negocio de manera horizontal, que es en donde hoy se enfocarían aquellos interesados.

En efecto, las subastas eléctricas fueron ejercicios interesantes que pusieron a prueba el andamiaje de la reforma eléctrica. De acuerdo con la Secretaría de Energía del gobierno de Enrique Peña Nieto, los 66 proyectos que se desarrollarían de las tres subastas generaron compromisos de inversión por 9 mil 100 millones de dólares.

Sin embargo, al igual que en las rondas petroleras, los resultados, a juicio del gobierno de López Obrador, no fueron suficientes para mantenerse en el presente actual. Para Eduardo Piquero, de México CO₂, “el gobierno tiene una responsabilidad pero ellos solo generan el 20% de economía, el sector privado el resto”.

En este sentido, afirma que queda mucho por hacer, que el camino hacia la energía verde es rentable “porque la energía sigue siendo cara, queda mucho por hacer por parte del sector privado, algunos tomaron decisiones para volcarse a proyectos”.

Al respecto, Israel Hurtado, de la Asolmex concluye: “yo creo que definitivamente CFE sola no podría satisfacer la demanda creciente que hay, y que es de 3% anual, hay temas importantes en las penínsulas; hay que seguir impulsando la instalación de centrales eólicas y solares, impulsar más geotermia y minihidroeléctricas, y otro tema son las líneas de transmisión estresadas y no hay inversiones en ese sentido, pero puedes invitar al sector privado a invertir en eso porque no hay dinero para hacerlo”.

Referencias

- CENACE (2019). PRODECEN 2019-2033. PROGRAMA DE AMPLIACIÓN y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista, p. 28. Disponible en: <https://bit.ly/2P2TWrf>
- CRE (julio 2019). Evolución de los contratos de Pequeña y Mediana Escala/Generación distribuida. Disponible en: <https://bit.ly/2nWha7G>
- DOF, Diario Oficial de la Federación (12 de julio de 2019). Disponible en: <https://bit.ly/2NQZ1Vf>
- El Financiero, 09 de julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2xFTfup>
- SENER (2019). PRODECEN 2019-2033. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional. IV. Nueva Política Energética en Materia de Electricidad. Disponible en: <https://bit.ly/2MRHubl>
- SENER (2019). PRODECEN 2019-2033. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional. IV. Nueva Política Energética en Materia de Electricidad. Disponible en: <https://bit.ly/31R4E7p>

SEGURIDAD ENERGÉTICA Y POLÍTICAS PÚBLICAS EN MÉXICO

Eduardo Núñez Rodríguez

The fundamental touchstone of energy security is the diversification of supply: *'Safety and certainty in oil lie in variety and variety alone'*.

Sir Winston Churchill, UK Parliament, July 1913

Importancia de la Seguridad Energética

Es poco conocido que, durante varios años, México fue el país mejor calificado por el Instituto Global de Energía de la Cámara de Comercio de los Estados Unidos (*US Chamber's Global Energy Institute*) en el Índice de Riesgos de Seguridad Energética. Sin embargo, desde hace algunos años México ha perdido su posicionamiento hasta caer en el cuarto lugar después de Noruega, Estados Unidos y Reino Unido, de acuerdo con el Reporte Anual 2018 de ese Instituto. ¿Cuál es la diferencia entre México y los otros países que lograron posicionarse mejor en los últimos años? Las respuestas pueden ser muchas: diversidad de fuentes energéticas, políticas públicas de largo plazo, economía energética de mercado, infraestructura, desarrollo tecnológico, capacidad financiera, Estado de derecho, certeza jurídica-contractual, etcétera; o posiblemente, la respuesta se encuentre en una combinación de todas las anteriores.

La demanda de energía en los países en vías de desarrollo tiene una correlación significativa con el crecimiento demográfico y económico, por lo que resulta indispensable una mayor producción de energía. En esas naciones, en materia de combustibles, la tasa de crecimiento anual es de aproximadamente el 3%, mientras que el

consumo de energía eléctrica se incrementa en un 4% anual. En México, la producción de combustibles y generación de electricidad no es suficiente para atender la creciente demanda. Aunado a ello, los sistemas logísticos de almacenamiento, transporte y distribución de energéticos tienen graves problemas estructurales que impiden hacerlos llegar al consumidor final de manera oportuna y con precios competitivos.

El crecimiento sostenido de la demanda de energéticos en un contexto de transición, exige el impulso de estrategias y políticas públicas de seguridad energética para la estructuración multidisciplinaria de proyectos (de los sectores público, social y privado) que garanticen el crecimiento económico y desarrollo cualitativo de la población de cualquier Estado y, en específico, de México.

La Seguridad Energética: concepto y elementos

La Seguridad Energética es definida por la Agencia Internacional de la Energía (AIE), como “la disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía a un precio asequible”. De dicha definición podemos destacar los siguientes elementos fundamentales:

1. Disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía: Este primer elemento denota la importancia que tiene contar con el suministro y poder aprovechar los energéticos (combustibles y electricidad) en un momento dado. Ello depende en gran medida de la infraestructura y logística que tenga una nación para transformar (refinar, procesar, generar, etcétera), almacenar, transportar/trasmitir y distribuir la energía en una comunidad determinada.

Al referirse a las fuentes de energía en plural se están considerando opciones en una matriz que comprende energías no renovables (petróleo y gas natural) y las renovables (viento, sol, mareas, ríos, etcétera); y en cada una de ellas

también identificamos múltiples opciones. Obviamente, esta disponibilidad se encuentra directamente relacionada con los recursos naturales (petróleo, gas natural, viento, sol y ríos) que puedan servir como fuentes primarias de energía. En esta diversidad, las alternativas pueden incrementarse al considerar factores geográficos, geológicos, orográficos, geopolíticos y geoeconómicos.

El factor tiempo cobra especial relevancia en el suministro de energéticos, ya que incide directamente en la oportunidad, en cuanto a su propósito y conveniencia. Esta característica fundamental consiste en que una comunidad pueda disponer de los energéticos de manera continua, es decir, sin interrupción alguna. La continuidad y oportunidad en el suministro de energéticos son requerimientos indispensables para el debido funcionamiento de las actividades comerciales, industriales y de servicios, su retraso y/o entorpecimiento implican costos adicionales, paralización de operaciones y, en algunos casos, crisis energéticas y económicas.

Por ello, una perspectiva que distinga objetivos y estrategias de corto, mediano y largo plazo, facilita el adecuado desarrollo de acciones que garanticen oportunamente el suministro de energéticos.

2. Precio asequible: Como otro elemento indispensable de la seguridad energética, el precio de los energéticos en parámetros asequibles —es decir: a precios accesibles para los consumidores en general— resulta fundamental. Las actividades comerciales, industriales y de los servicios dependen significativamente del precio de los energéticos y, en especial, su competitividad.

Por ello, los factores económico-financieros que inciden en los precios resultan críticos para la realización de los proyectos que se traducen en la oferta de energéticos. Los riesgos a los que se exponen los inversionistas y financieros tienen un

alto costo que inciden en la factibilidad de los proyectos y que, eventualmente, podría o no absorber el mercado.

Sin embargo, existen otros elementos que van más allá de la definición tradicional de la seguridad energética y que deben ser tomados en consideración para tener una visión completa e integral de este concepto. Como ya lo mencionamos, la seguridad energética en la actualidad comprende distintos retos que impone la nueva dinámica global, social, tecnológica y ambiental. El concepto del Nuevo Orden Energético introduce elementos como: innovación tecnológica, eficiencia, seguridad, transparencia, buen gobierno, flexibilidad en las cadenas de valor y diversidad, en un contexto en el que prevalece la sustentabilidad en lo ambiental y social. Es decir, se antepone el interés del ser humano, de las comunidades y de la sociedad al interés meramente económico.

En los actuales escenarios de disrupción y de vulnerabilidad, también cobran especial importancia factores como: los conflictos políticos (nacionales, regionales e internacionales), nacionalismos extremos, guerras, fallas sistémicas, accidentes, sabotajes, clima extremo y sacudidas de los mercados financieros, etcétera. Estos factores incrementan significativamente los índices de riesgo y, como consecuencia, los de incertidumbre, inhibiendo inversiones, transacciones comerciales, construcción de infraestructura y desarrollo de nuevos proyectos.

Considerando de manera integral los diversos factores que se han enunciado, se puede decir que la seguridad energética tiene como propósito fundamental garantizar el suministro oportuno y el acceso a los energéticos en condiciones asequibles de precio en un contexto internacional, a diferencia de la llamada soberanía energética que, sin importar los riesgos y costos, tiene como fin último lograr que el Estado o gobierno produzca la energía que se consume en el mismo, conocido también como autoabastecimiento o autosuficiencia energética.

El sector energético de México en el contexto global

La Agencia Internacional de Energía sostiene que la seguridad energética es uno de los elementos fundamentales para el crecimiento y desarrollo económico y social de cualquier nación. Sin embargo, la dependencia en los sistemas de energía y su creciente complejidad y alcance subrayan la necesidad de entender los riesgos y requerimientos de la seguridad energética en el siglo XXI. Inclusive, más allá del contexto de la seguridad nacional, la seguridad energética ha sido históricamente, y es, un factor decisivo en las relaciones internacionales.

La seguridad energética comprende distintos retos que imponen una nueva dinámica global, social, tecnológica y ambiental. En el contexto internacional se ha desarrollado el citado concepto de *New Energy Order* o Nuevo Orden Energético, el cual sustenta una interpretación moderna de la seguridad energética al introducir los elementos arriba enunciados. Este Nuevo Orden Energético prescribe cuatro principios básicos para lograr la seguridad energética: factibilidad, accesibilidad, sustentabilidad y transparencia (por su acrónimo en inglés *FAST: Feasibility, Accessibility, Sustainability & Transparency*).

El Secretario de Energía de Estados Unidos, Rick Perry, afirmó en un discurso durante la conferencia CERA Week 2018 que estamos entrando en una “nueva realidad de la energía”, la cual descansa en el hecho de que esa nación está en el inicio de un increíble progreso en materia energética, debido a una cascada de avances tecnológicos dirigidos por la innovación. Por ello, Estados Unidos está produciendo energía de manera abundante y accesible de diversas fuentes jamás imaginadas, de manera más limpia y eficiente; lo cual podría entenderse dentro de lo que el presidente de los EEUU, Donald Trump, ha denominado ‘*energy dominance*’ o dominio energético, en español.

Ante esta realidad y escenarios multidimensionales, la seguridad energética fue uno de los principales motivos para la apertura de este sector, materializada con la Reforma Energética de México, la cual fue promulgada en diciembre de 2013. En efecto, la Exposición de Motivos de la Reforma Constitucional en materia Energética, destacó que la seguridad energética es uno de los principales objetivos de la misma, a fin de lograr el abasto, la accesibilidad y el precio competitivo de los energéticos en un contexto internacional. La premisa de la Reforma Energética se basó en que la apertura del sector garantizaría una mayor seguridad energética al diversificar y multiplicar la participación de nuevos inversionistas distintos al Estado, que asuman los riesgos y financiamiento de proyectos intensivos en capital.

Es importante destacar que diversos documentos y declaraciones de representantes del gobierno federal en México y su administración 2018-2024, también anteponen la seguridad energética como el eje vertebrador de la política pública en esta materia (AMLO, Proyecto de Nación 2018-2014, Propuesta Programa del Petróleo).

Los desafíos sociales para México en el sector energía

En México existen actualmente diversas circunstancias de tipo político, social, ambiental, regulatorio y económico-comerciales, entre otras, que cotidianamente dificultan el desarrollo de proyectos específicos de energía, desde el aprovechamiento primario de los recursos naturales hasta su consumo por usuarios finales, pasando por toda la cadena de valor y logística operativa. Dicha problemática incide en el abasto oportuno, continuo, eficiente y a precios competitivos de energéticos, repercutiendo directamente en el crecimiento y desarrollo sostenible de la nación y en el bienestar de su población.

En el ámbito social existen diversos fenómenos históricos, comunitarios, de identidad y de propiedad sobre la tierra, que inci-

den directamente en el desarrollo de proyectos energéticos. La problemática social en comunidades rurales y a veces en urbanas, para ejecutar proyectos en materia de gasoductos, poliductos, parques eólicos y de energía solar y fotovoltaica, ha sido recurrente, toda vez que los habitantes de los lugares en donde se pretende construir la infraestructura se ven afectados, directa o indirectamente, por la misma. El desarrollo de proyectos energéticos exige una política pública claramente definida con la participación de expertos en el ámbito social, que tengan la sensibilidad necesaria y la capacidad para impulsar, de manera conjunta con las comunidades involucradas, programas y actividades que tengan un impacto social positivo.

No se puede concebir el crecimiento económico y desarrollo sostenible de una nación si no se cuenta con los recursos energéticos necesarios para ello. El sector energía es un importante motor de la economía de un país, ya que es un elemento transversal que incide en todos los sectores económicos. Contar con un suministro oportuno, diversificado, accesible y constante de combustibles y electricidad, a precios adecuados, otorga mayor competitividad a las economías. Grandes consumidores de energía, como empresas acereras, vidrieras, petroquímicas, de transporte, comunicaciones y servicios comerciales, tienen importantes costos en energía, los cuales llegan a representar en ocasiones más del 30% de sus insumos. Implementar proyectos energéticos bien estructurados reduce significativamente el costo y pago de energía, se obtienen ahorros significativos y con un mejor posicionamiento en el mercado de las empresas que los implementan.

Resulta una prioridad para México desarrollar políticas y proyectos públicos y privados que garanticen el abasto oportuno y accesible de energéticos a precios competitivos, de preferencia en un ámbito de competencia, bajo las premisas de diversificación, sustentabilidad, transparencia y responsabilidad social, aprovechando las ventajas de las nuevas tecnologías.

Políticas públicas para la consecución de la seguridad energética de México

El artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece la manera en que la nación asumirá la rectoría del desarrollo económico y prevé los mecanismos para lograr el crecimiento cuantitativo y desarrollo cualitativo de los individuos y grupos sociales en un ámbito de libertades. También destaca la importancia que para ello tiene una visión de sustentabilidad y competitividad para asegurar la inversión y, con esta, la generación de trabajo. Elementos aplicables en toda su extensión al sector energía. Efectivamente, dicho dispositivo en su primer párrafo dispone que:

“Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo”.

Una vez establecidos los elementos que conforman la seguridad energética, es decir, los objetivos que deben de alcanzarse con la implementación de una política pública en materia energética, es necesario identificar cómo se pueden cumplir con dichas metas. Efectivamente, con base en los postulados el primer párrafo y subsecuentes del artículo 25 constitucional, corresponde al Estado definir cómo se puede lograr la seguridad energética en un ámbito

de economía mixta, de sustentabilidad y competitividad con respeto irrestricto a las libertades de los mexicanos. Para ello, el Estado planea, conduce, coordina y orienta la actividad económica nacional, y debe llevar a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general, como las del sector energía, en el marco de las libertades que otorga esta Constitución.

El Plan Nacional de Desarrollo y programas sectoriales que emanen del mismo servirán como instrumentos y base de la planeación, programación y presupuestación de las actividades de los diversos sectores de la economía, como el sector energía. De tal suerte que las políticas públicas encaminadas a lograr la seguridad energética de México —el cómo— deberán desarrollarse en el contexto del sistema nacional de planeación democrática y reflejarse en el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial de Energía de cada administración.

Aunado a ello es fundamental contar con un sistema jurídico que otorgue certeza a los diversos actores que participan en proyectos energéticos para la concreción de estos. Respetar los principios fundamentales establecidos en la Constitución, cumplir con la debida aplicación de leyes, reglamentos y disposiciones administrativas, así como honrar los contratos en los términos acordados, además de tener mecanismos eficaces para la solución de controversias, resulta indispensable para que inversionistas, operadores, contratistas y proveedores asuman los riesgos implícitos en las actividades del sector energía.

México ante la coyuntura de una transición: consideraciones finales

En el actual contexto energético de México, podemos aseverar que no se puede concebir el crecimiento económico y desarrollo sostenible del país si no se cuenta con los recursos energéticos necesarios para ello. El sector energía es indispensable para su economía, toda

vez que es un elemento transversal que incide en todos los sectores sociales y económicos. Por ello, a manera de conclusión, afirmamos que una política pública de seguridad energética debe considerar:

Primero: México puede y debe establecer como objetivo fundamental el contar con un suministro oportuno, diversificado, accesible y constante de energéticos (combustibles y electricidad), con precios competitivos, considerando el entorno global y regional.

Segundo: Bajo los principios de diversificación, resiliencia, integridad e interdependencia, es indispensable definir los hitos, estrategias y líneas de acción en relación con políticas públicas objetivas, de mediano y largo plazos, que garanticen la seguridad energética en México.

Tercero: Es fundamental que las políticas públicas se traduzcan en proyectos factibles en lo técnico, económico, financiero, regulatorio, ambiental y, sobre todo, en lo social.

Cuarto: México debe de contar con un sistema jurídico que otorgue certeza a los diversos sectores (público, social y privado) que participan en proyectos energéticos para la concreción de éstos.

Referencias

- BP (2018), 2018 BP Statistical Review of World Energy, Londres, Reino Unido, BP p.l.c.
- BP (2019), 2019 BP Energy Outlook, Londres, Reino Unido, BP p.l.c.
- Calva, J.L., et al. (2012), Crisis Energética Mundial y Futuro de la Energía en México, Análisis Estratégico para el Desarrollo, México, Consejo Nacional de Universitarios, Juan Pablos Editor.
- Gobierno de la República, Secretaría de Gobernación (2019), Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, México, DOF.
- International Energy Agency (2016), Mexico Energy Outlook, World Energy Outlook Special Report, París, Francia, OECD/IEA.
- Klare, M.T. (2001), Resource Wars: Tje New Landscape of Global Conflict, NeVA York, EEUU, Henry Holt and Company.
- Latham & Watkins (2016), The Book of Jargon: Oil & Gas, Neuva York, EEUU, Latham & Watkins LLP.
- Smil, V. (2005), Energy at the Crossroads, Global Perspectives and Uncertainties, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Yergin, D. (2011), The Quest: Energy, Security and the Remaking of the Modern World, New York, The Pingüin Press.
- Yergin, D. (19912), La Historia del Petróleo, México, Javier Vergara Editor.

LA REFORMA ENERGÉTICA, EL SECTOR ELÉCTRICO Y SU RELACIÓN CON EL MERCADO DE CARBONO

Eduardo Alfredo Piquero

Introducción

Firmado en 1997, el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático tuvo como objetivo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante objetivos vinculantes de mitigación. Su primer período de cumplimiento inició en 2008 y concluyó en 2012. El segundo período comenzó en 2013 y terminará en 2020.

Una característica singular de este instrumento es la distinción entre las partes (países) bajo el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”. Bajo este principio, se imponen metas de reducciones solo a los países desarrollados, dada su mayor responsabilidad en la generación de emisiones de carbono desde el comienzo de la industrialización.

Si bien el éxito de este tratado es debatible, no existen dudas sobre su carácter fundacional en la elaboración de conceptos clave empleados en esquemas subsecuentes. Algunos de estos elementos incluyen:

- Definiciones de GEI y fuentes de emisión
- Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas
- Mecanismos de flexibilidad que incluyen herramientas de mercado:
 - El Comercio Internacional de Emisiones
 - La Implementación Conjunta (IC)
 - El Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)

Sistema de comercio de emisiones

El primer sistema de comercio de emisiones (SCE) —y hasta la fecha el más grande en funcionamiento— fue lanzado por la Unión Europea¹ para alcanzar su meta de reducciones de emisiones bajo el Protocolo de Kioto. Múltiples teorías económicas desarrolladas a lo largo del siglo pasado se han utilizado para diseñar programas como este. El análisis económico ha ayudado a dar forma a la evolución de esta herramienta y evaluar su éxito (Tietenberg, 2010).

¿Qué es un SCE?

También llamado ‘cap-and-trade’, es un instrumento basado en el mercado para la mitigación del cambio climático. En un SCE, el regulador define el límite superior (cap) de las emisiones de GEI que pueden realizarse en ciertos sectores de la economía,² denominándose así el alcance y cobertura del sistema (ICAP).

¿Cómo funciona?

Bajo un SCE, una vez impuesto el límite a las emisiones totales en uno o más sectores de la economía, el regulador emite una cantidad de derechos de emisión negociables que no excede ese límite. Al final del período de cumplimiento, que es generalmente de un año, los participantes regulados deben entregar un derecho de emisión por cada unidad de emisiones generada (usualmente una tonelada de CO₂ o una tonelada de CO₂ equivalente). Dado que el límite es vinculante, este crea escasez de derechos y un precio de mercado que sirve como referencia a los participantes.

¹ En estricto sentido el SCE de la Unión Europea incluye a los 28 países de la UE y a los estados no miembros Islandia, Liechtenstein y Noruega.

² Usualmente son cubiertos los sectores más intensivos en emisiones, entre ellos: generación de energía eléctrica, industria, transporte, residuos, aviación doméstica, edificación y silvicultura.

El incremento de la escasez a lo largo del tiempo debería generar precios de mercado suficientemente altos y estables para inducir la reducción constante de las emisiones (Zeng, Weishar, Couwenberg, 2016). El atractivo del comercio de emisiones proviene de su capacidad para lograr un objetivo al menor costo para la economía, incluso en ausencia de referencia por parte del regulador. Los derechos de emisión se subastan o distribuyen entre los emisores en función de criterios ecuanímes, por ejemplo, emisiones históricas o *grandfathering*. (Ellerman, Marcantonini, Zaklan, 2015).

Estado de los SCE a nivel mundial

Al mes de agosto de 2019 existen 28 SCE implementados o programados para su entrada en funcionamiento que, en conjunto, cubren 8 GtCO₂e, es decir 14.9% de las emisiones globales de GEI (Banco Mundial, 2019).

Cuadro comparativo de los elementos de los SCE de la Unión Europea, California, Corea del Sur y México

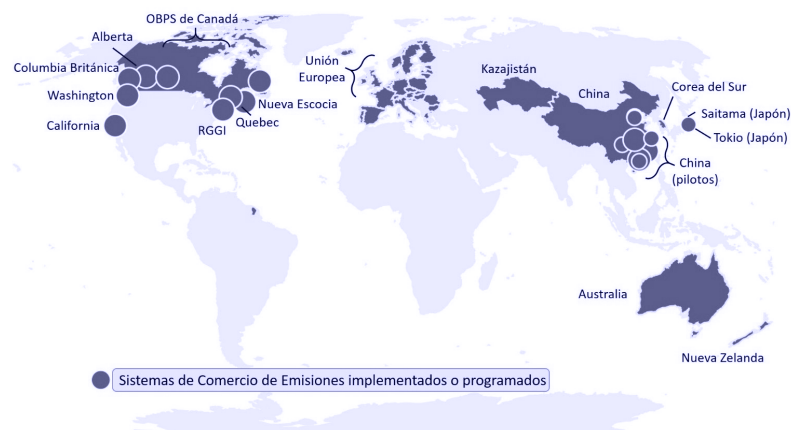
	Unión Europea	California	Corea del Sur	México*
Cobertura de GEI	~40%	80%	70%	~45%
Gases cubiertos	CO ₂ , N ₂ O, PFCs	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆ , HFCs, PFCs, NF ₃ , y otros GEI fluorados.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs, HFCs, SF ₆	CO ₂
Nº de participantes	>11,000 instalaciones	~500 instalaciones	610	308

Sectores participantes	Industria, energía y aviación doméstica	Industria, energía, transporte y edificios	Industria, energía, aviación doméstica, edificios y desechos	Industria y energía
Límite de emisiones	2019: 1,855 MtCO ₂ e	2018: 358.3MtCO ₂ e 2019: 346.3MtCO ₂ e 2020: 334.2MtCO ₂ e	2018: 548 MtCO ₂ e 2019: 548 MtCO ₂ e 2020: 548 MtCO ₂ e	No definido
Subastas	Sí	Sí	Sí	Sí (sin efectos económicos)
Uso de offsets	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: State and Trends of Carbon Pricing 2019, Emissions Trading Worldwide: Status Report 2019, 2019.

* Datos aplicables al Programa de Prueba (piloto).

Mapa ilustrativo de los sce implementados y programados en todo el mundo



Fuente: Elaboración propia con información del Banco Mundial (2019).

Resultados

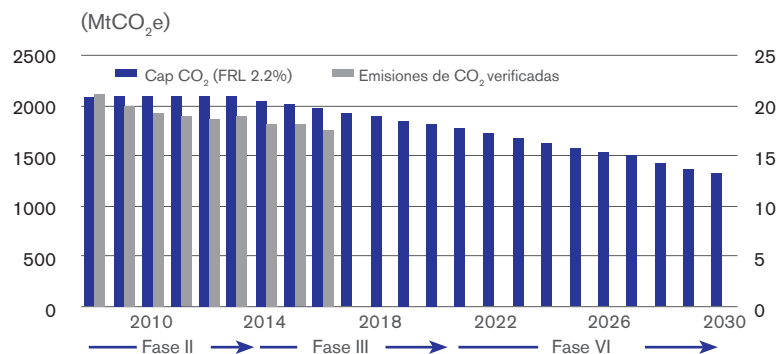
El primer y más importante indicador sobre el rendimiento de cualquier SCE es el nivel de emisiones, es decir, el número de emisiones reducidas. Conocer este dato requiere también considerar factores determinantes de las emisiones, entre los cuales el nivel de actividad económica es quizás el más importante. Adicionalmente, reciben gran atención los precios de los derechos de emisión y a menudo son considerados como indicadores del buen funcionamiento del sistema (Ellerman, Marcantonini, Zaklan, 2015).

Al ser el SCE de la Unión Europea el más antiguo en operación, conviene hacer una revisión de sus resultados y de las experiencias de las empresas que han participado en este mercado para capitalizar las lecciones aprendidas en la implementación del SCE mexicano. Es posible conocer estas experiencias a través de varios estudios sobre los primeros años de operación del SCE de la UE, de entre las cuales destacan (CISL, 2015):

- Las empresas que tomaron medidas para limitar sus emisiones reconocen que el precio del carbono creó una valiosa ventaja sobre sus competidores.
- El mayor problema que ha enfrentado el sistema, al igual que otros SCE, es el precio demasiado bajo para generar innovación tecnológica.
- La existencia del SCE y sus requerimientos de reporte han ayudado a las empresas a centrarse en la reducción de GEI.
- Las compañías que reconocen que el futuro debe ser bajo en carbono han sido recompensadas con disminución de costos y han logrado mayor creatividad e innovación.

Emisiones de CO₂ vs. límite de emisiones anual del SCE de la UE

Emisiones de CO₂ y cap anual del EU ETS



La gráfica muestra emisiones verificadas de CO₂ de fuentes estacionarias. FRL= Factor de reducción lineal (tasa anual de reducción del cap 2021-2030). EUA= Derechos de emisión del EU ETS.

Fuente: Comisión Europea, s&P Global Platts, 2018.

En la gráfica se observa tanto el límite de emisiones globales que disminuye a lo largo del tiempo, como el cumplimiento en las obligaciones por los participantes del SCE para cada período de cumplimiento desde 2009.

Sistema de Comercio de Emisiones Mexicano

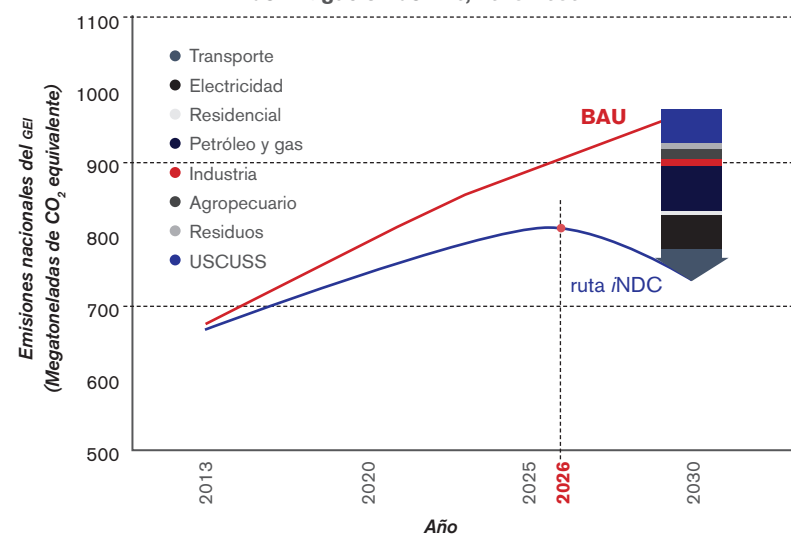
Ley General de Cambio Climático

En abril de 2012, el Congreso de la Unión aprobó por unanimidad la Ley General de Cambio Climático (LGCC), que entró en vigor en octubre del mismo año y posicionó a México como el primer país en desarrollo en diseñar e implementar una ley sobre cambio climático (SEMARNAT, 2015). En marzo de 2015, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) presentó las

Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (ahora Contribuciones Nacionalmente Determinadas) o NDCs, convirtiendo a México en el primer país en desarrollo en hacerlo.

El compromiso no condicionado de las NDCs (aquellas que son independientes del apoyo internacional) incluye la reducción de emisiones de GEI y contaminantes climáticos de corta duración en 25% por debajo del nivel normal (BAU) para 2030. Este compromiso implica una reducción de 22% de GEI y 51% de carbono negro, además del objetivo de llegar al pico de emisiones netas para 2026.

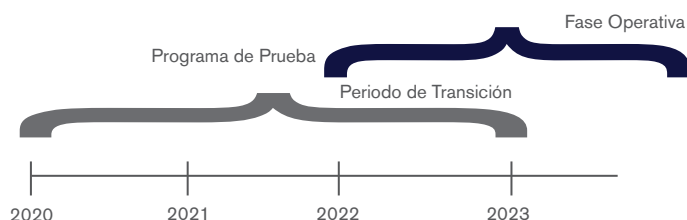
Emisiones de GEI nacionales bajo el escenario línea base (BAU) y objetivos incondicionales de mitigación de INDC, 2013-2030



Fuente: Compromisos de Mitigación y Adaptación Ante el Cambio Climático para el Período 2020-2030, 2015.

En abril de 2018 se llevaron a cabo reformas importantes a la LGCC, entre ellas al artículo 94, que reemplaza un “posible” SCE por disposiciones para su implementación obligatoria. El SCE se implementará de manera gradual, limitando la exposición de la industria a riesgos de competitividad frente a competidores internacionales (Brun, 2019). La ley reformada se promulgó en julio de 2018 y, finalmente, el 23 de mayo de 2019 se emitió a consulta pública el “Acuerdo por el que se establecen las bases preliminares del programa de prueba del SCE”.³ En estas bases se establece que la implementación del SCE constará de dos fases. La primera, denominada Programa de Prueba, tendrá 36 meses de duración, incluyendo un período de transición de un año hacia la Fase Operativa (implementación completa) del SCE.

Fases de implementación del SCE en México



Algunas de las principales características del Programa de Prueba serán:

- **Cobertura de GEI:** solo CO₂ (la Fase Operativa incluirá todos los gases regulados por la Ley General de Cambio Climático).
- **Cobertura sectorial:** energía e industria, específicamente los siguientes subsectores:

Energía	Industria
<ul style="list-style-type: none"> • Explotación • Producción • Transporte • Distribución • Hidrocarburos • Generación • Transmisión • Distribución de electricidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Automotriz • Cementera y calera • Química • Alimentos y bebidas • Vidrio • Siderúrgica • Metalúrgica • Minera • Petroquímica • De celulosa y papel • Otras industriales que generen emisiones directas de fuentes fijas

- **Umbral de emisiones:** serán reguladas por el SCE aquellas instalaciones que además de pertenecer a los sectores antes mencionados, emitan anualmente 100,000 tCO₂ o más. Aproximadamente se trataría de 300 instalaciones cubiertas en todo el país.
- **Cobertura de emisiones:** ~45% de las emisiones nacionales.
- **Uso de compensaciones:** Hasta 10% del cumplimiento de las obligaciones a través de créditos de compensación, que no perderán vigencia entre el Programa de Prueba y la Fase Operativa.
- **Método de asignación de los derechos de emisión:** *Grandfathering*.
- **Mecanismos de flexibilidad:** Collar de precios para subastas, reservas de mercado de derechos de emisión y *banking* (dentro de la fase de prueba).
- Se incluyen penalizaciones no económicas por incumplimiento, que comprenden no permitir la comercialización de

³ Cabe señalar que una primera versión de estas bases se puso también a consulta pública a finales de 2018, pero fue retirada por la nueva administración para realizar revisiones y correcciones.

derechos de emisión si no se cumple con las obligaciones, y el descuento de dos derechos de emisión por cada uno que el participante no haya entregado durante la Fase de Prueba.

Interoperabilidad del SCE y los Certificados de Energías Limpias

Una de cuestiones más debatidas sobre el funcionamiento del SCE en México está relacionada con su interoperabilidad con el mercado de Certificados de Energías Limpias (CELS). Al respecto, las propias bases preliminares del SCE mexicano aclaran en su artículo 16 que “con el fin de mantener la integridad ambiental del Sistema y de realizar una evaluación de la efectividad y resultados del Programa de Prueba, durante la vigencia del presente Acuerdo, los Certificados de Energía Limpia no podrán ser convertidos en su equivalente en Derechos de Emisión o Créditos de Compensación”.

Esta disposición cierra una larga polémica sobre la equivalencia de los CELS y los derechos de emisión dentro del SCE de México, a la vez que fomenta la ambición por reducciones de emisiones y la descarbonización de la matriz energética.

Conclusión

Tomando en consideración los compromisos nacionales e internacionales que México ha suscrito desde el Protocolo de Kioto en 1997, así como la necesidad cada vez más apremiante de implementar medidas concretas para combatir el cambio climático, se pone de manifiesto la necesidad de construir capacidades fundamentales en torno a la regulación y la operación del SCE mexicano, y que éste sea gestionado con apego a las mejores prácticas internacionales. En este sentido, la capitalización de experiencias en otros SCE resulta fundamental, siempre y cuando dicho proceso comprenda un ajuste y adaptación al contexto nacional.

Por un lado, se debe reconocer la intención de hacer mucho más ambicioso este instrumento a través de diferentes disposiciones, como el uso de mecanismos de flexibilidad tales como el reconocimiento de la acción temprana de las empresas, el uso de compensaciones de emisiones de no más de 6 meses de antigüedad, e incluso la disposición de incluir un mayor número de gases GEI y sectores durante la Fase Operativa. Sin embargo, debemos asegurar que esta ambición se traduzca efectivamente en reducciones de emisiones adicionales.

Asimismo, existen elementos adicionales sumamente importantes que aún no son completamente conocidos, tales como la alineación de los procesos de monitoreo, registro y verificación actuales a los necesarios para el funcionamiento de un SCE, desarrollar las condiciones para que se lleven a cabo transacciones dentro del sistema, así como detallar los protocolos bajo los cuales se aceptarán compensaciones de emisiones dentro del Programa de Prueba, en aras de garantizar la efectividad, eficiencia y transparencia del SCE mexicano.

Por último, la interacción o complementariedad de este instrumento con otras políticas, programas y mecanismos de la agenda climática mexicana (tales como el impuesto al carbono), debe ser analizada y abordada para asegurar mejores resultados que ayuden a México no solo a cumplir con sus compromisos nacionales e internacionales de mitigación, sino adaptarse a los riesgos sistémicos y efectos del cambio climático.

Referencias

- Banco Mundial. (2019). *Carbon Pricing Dashboard*. Disponible en: <https://bit.ly/3oDVuai>
- Brun, J. C. (2019). *Un Sistema de Comercio de Emisiones en México*. CISL. (2015). *10 years of carbon pricing in Europe: A business perspective*.

- Comisión Europea, s&P Global Platts. (2018). *Aligning EU ETS with Paris Deal would Push CO₂ Price to Eur55/mt*. Disponible en: <https://bit.ly/3oEKx8s>
- EEX. (01 de 07 de 2019). *EU Emission Allowances. Secondary Market*. Disponible en: <https://bit.ly/37SB1Yf>
- Ellerman, D., Marcantonini, C., & Zaklan, A. (2015). *The European Union Emissions Trading System: Ten Years and Counting*. Oxford University Press.
- F. Melum et al. (2018). *Thomson Reuters Carbon Market Survey 2018*.
- ICAP. (2019). *Emissions Trading Worldwide: Status Report 2019*. Berlín.
- ICAP. (n.d.). *An Introduction to Emissions Trading Schemes*. Disponible en: <https://bit.ly/2KcJDkh>
- SEGOB. (2015). *Compromisos de Mitigación y Adaptación Ante el Cambio Climático para el Periodo 2020-2030*.
- SEMARNAT. (2015). *Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional de México*.
- Tietenberg, T. (2010). *The Evolution of Emissions Trading*.
- World Bank. (2019). *State and Trends of Carbon Pricing 2019*. Washington, D.C.
- Zeng, Y., Weishaar, S., & Couwenberg, O. (2016). *Absolute vs. Intensity-based Caps for Carbon emissions Target Setting: An Obstacle to Linking the EU ETS to a Chinese National ETS?* MIT Center for Energy and Environmental Policy Research.

ALIANZAS ESTRATÉGICAS HACIA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Eduardo Adrián Walsh Vargas

«Solos podemos hacer muy poco;
unidos podemos hacer mucho.»

Hellen Keller

Introducción

Lo que en el siglo xx era un sueño, hoy se convierte en una realidad. El discurso que impulsa a las energías renovables como el vehículo que suple a las cada vez más obsoletas energías fósiles, tiene cada vez un mayor eco entre la sociedad, los políticos y los empresarios.

Desde finales del siglo xx y lo que va del siglo xxi, los gobiernos de diferentes regiones del mundo han comenzado a emplear políticas públicas dirigidas a la inclusión de energías renovables en sus matrices energéticas. Ejemplos como Alemania, Reino Unido, Austria, Brasil, Suiza, entre otros, muestran claramente el imperante cambio de paradigma existente en el sector energético mundial.

Para lograr los objetivos que se han planteado, los gobiernos han propuesto la generación de alianzas estratégicas, ya sea entre los propios gobiernos o con actores importantes de la sociedad, del mundo empresarial y de la academia.

A lo largo de este capítulo, abordaré algunos ejemplos de alianzas estratégicas y cómo han facilitado la transición energética en el mundo.

Alianzas estratégicas en Europa

El viejo continente se ha caracterizado por ser uno de los principales impulsores de la modernización del sector energético, por medio de grandes avances en eficiencia energética, seguridad energética y la promoción de energías renovables. Ha sido a través de diferentes alianzas, que lograron concretar los esfuerzos de la región hacia una gradual transición energética.

Prueba de lo anterior fue la disposición que desde el 2005 expresaron algunos países del centro-occidente de Europa, como Bélgica, Países Bajos, Luxemburgo, Austria, Alemania y Francia para comprometerse y colaborar entre ellos en el intercambio de conocimientos técnicos y el fomento de acciones que impulsan los intercambios transfronterizos de electricidad, y que fue consolidado en 2007 a través de la firma, por parte de los ministros de Energía de dichos países, del *Memorandum of Understanding of the Pentalateral Energy Forum*.¹

Otro importante ejemplo fue la firma del *Memorandum of Understanding on the Baltic Energy Market Interconnection Plan*,² firmado por la Comisión Europea y Estonia, Finlandia, Alemania, Letonia, Lituania, Polonia, Suecia y Dinamarca, en donde se acordó que los países europeos de la región del mar Báltico tuvieran una paulatina integración a los mercados energéticos existentes en la Unión Europea, y con eso romper el aislamiento en el que se encontraban por sus propias características geográficas. A este primer acuerdo se le fueron sumando otros que buscaron mejorar los esfuerzos y continuar la cooperación regional para alcanzar los objetivos y metas acordados, hasta llegar al 2015, año en que se firmó el *Memorandum of Understanding on the reinforced Baltic Energy Market Interconnection Plan*,³ donde se ratificaron los esfuerzos que la región se

¹ Documento firmado en Luxemburgo el 6 de junio de 2007.

² Documento firmado en Bruselas, Bélgica, el 17 de junio de 2009.

³ Documento firmado en Luxemburgo el 8 de junio de 2015.

comprometió en el 2009, y se expresó la disposición, como región, a seguir trabajando en el futuro en favor de una transición energética.

La *Second Political Declaration of the Pentalateral Energy Forum*,⁴ suscrita por 12 países europeos, conocidos de manera coloquial como *12 Electrical Neighbours*, es otro ejemplo de alianza estratégica entre países europeos, en la cual los firmantes (Alemania, Dinamarca, Polonia, República Checa, Austria, Francia, Luxemburgo, Bélgica, Países Bajos, Suecia, Suiza y Noruega) se comprometieron a tratar los asuntos energéticos desde una óptica regional-continental y no solamente nacional. Esta iniciativa, presentada por el secretario de Estado alemán, encargado de la transición energética, integró los esfuerzos acordados en la *Joint Declaration for Regional Cooperation on Security of Electricity Supply*⁵ y facilitó el poder garantizar la seguridad del suministro de energía en la región, además de eficientar las redes de electricidad que ya existían, y logró integrar aún más el uso de energías renovables en los mercados nacionales.

Alianzas estratégicas en América

En lo que concierne al continente americano, también existen esfuerzos importantes en la búsqueda de alianzas estratégicas en pro de una cooperación regional en materia de energía.

Prueba de lo anterior es la exitosa conformación de la Alianza de Energía y Clima de las Américas (ECPA, por sus siglas en inglés, 2017) la cual tuvo su origen en la V Cumbre de las Américas celebrada en abril de 2009. En esta importante reunión, los gobiernos del hemisferio occidental, junto con el sector privado y la sociedad civil, analizaron los principales desafíos energéticos que enfrenta la región, además de expresar su compromiso por trabajar en conjunto en la búsqueda de un futuro sostenible.

⁴ Documento firmado en Luxemburgo el 8 de junio de 2015.

⁵ Documento firmado en Luxemburgo el 8 de junio de 2015.

Actualmente, la Alianza ha celebrado reuniones de trabajo en los Estados Unidos, México, Chile y Jamaica, la última en el año 2020. Los países miembros han determinado trabajar en siete pilares temáticos: 1. Eficiencia energética, 2. Energía renovable, 3. Uso más eficiente y menos contaminante de combustibles fósiles, 4. Infraestructura energética, 5. Pobreza energética, 6. Integración energética regional y 7. Investigación e innovación energética. (ECPA, 2017). De estos pilares temáticos, han surgido más de 70 iniciativas que buscan una transición energética efectiva, a través de asociaciones colaborativas con instituciones interamericanas como la Organización de los Estados Americanos (OEA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entre otros.

En esa misma dirección se encuentra el trabajo que hace la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), constituida en 1973 e integrada actualmente por 27 países de América Latina. Esta organización ha sido reconocida en los últimos años por difundir y procurar una mayor cooperación entre sus países miembros, para fomentar la integración, conservación, racional aprovechamiento, comercialización y defensa de los recursos energéticos de la región (OLADE, página oficial). A través de proyectos de capacitación, difusión de estadísticas oficiales y publicación de investigaciones, la OLADE se ha destacado en las últimas décadas por impulsar una agenda en la que la transición energética y la consecuente corresponsabilidad de los países de la región son la base fundamental.

Alianzas estratégicas en México

Al originarse esta investigación en México, resulta imperante mencionar algunos de los esfuerzos que este país ha realizado en la búsqueda de una transición energética.

En primer lugar, mencionaré la «Alianza Energética entre México y Alemania», firmada en el año 2016 e implementada por la Secretaría de Energía (SENER) y la Agencia Alemana para la Cooperación

Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán). Esta importante alianza buscó enfocar los esfuerzos conjuntos de ambos países para lograr una transición energética. La disposición expresada por el país germano de acompañar a México en acciones que contribuyeron a la digitalización y descentralización del sector energético, además del fomento y desarrollo de energías renovables y tecnologías energéticas más eficientes (GIZ, 2016) provocaron que México recibiera un intercambio de experiencias exitosas, además de que posicionó al país en la lista de Estados interesados en implementar soluciones para una transición energética exitosa.

Otro ejemplo relevante son los acuerdos firmados en 2018 entre el gobierno de México, a través del Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética y la University College London (UCL), el Imperial College London y el London School of Economics and Political Science (LSE), que buscan impulsar proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y creación de talento en el sector energético mexicano. Según el informe presentado por el gobierno mexicano (SENER, 2018), los temas que se incluyeron en dichos acuerdos están relacionados con la transición de México hacia una economía baja en carbono, eficiencia energética en edificaciones, ciudades y comunidades inteligentes y sustentables, desarrollo tecnológico de sistemas avanzados de energía solar, políticas basadas en la innovación energética y crecimiento sustentable.

Con este acuerdo, ambas partes se comprometían a apoyar proyectos conjuntos hasta por 150 millones de pesos, lo que representó la mayor cooperación entre México y Reino Unido en materia de transición energética y sustentabilidad energética.

El futuro y las alianzas estratégicas para una transición energética. Consideraciones finales

El futuro de las alianzas antes mencionadas es incierto. Aunque existe un robusto sustento institucional detrás y pareciera que los

países están interesados en mantener su participación en cada una de ellas, la realidad se inclina cada vez más a que las coyunturas sean las que definan su futuro.

El aumento de la polarización en la región, la aparición de discursos populistas que están usando el tema energético y medioambiental para beneficio de sus propias agendas, y una creciente idea que pugna por obstaculizar la colaboración entre gobiernos, por considerar esto como un acto antinacionalista, dificulta cada vez más el trabajo coordinado y enfocado a una transición energética de la región.

Un buen ejemplo de esto fue la súbita cancelación en 2019 de la Cumbre de la Alianza Energética entre México y Alemania por parte de la Secretaría de Energía del gobierno mexicano: sin dar mayor información, este importante evento, resultado de la cooperación entre ambos países en cuestiones energéticas, se canceló y sólo se comunicó como argumento que los temas a tratar ya no se ajustaban a la nueva realidad energética del país, además de que favorecían principalmente a la Reforma Energética del sexenio anterior, dirigido por el presidente Enrique Peña Nieto, militante de un partido político diferente al del actual presidente López Obrador.

Sin dudar, esta situación terminó por convertirse en un círculo vicioso, en donde las empresas y países interesados en trabajar hacia una transición energética detienen sus esfuerzos por no contar con certidumbre y claridad en planes a mediano y largo plazo, al mismo tiempo que los potenciales países receptores de tecnologías e inversión restan importancia a estos temas por considerarlos poco rentables frente a una próxima jornada electoral.

La puesta en marcha de múltiples planes, tratados y acuerdos internacionales para mitigar los efectos que el ser humano está causando al medio ambiente, especialmente los que son resultado del uso de energías fósiles, no pueden concebirse sin la responsabilidad compartida entre países, gobiernos subnacionales, empresas, ciudadanos y organizaciones no gubernamentales. Esto no significa que los esfuerzos que ya comenzaron a realizar algunos países u

organizaciones no sean importantes o válidos; sin duda, son faros de luz en este importante asunto, pero en la medida en que muchos más se convenzan y pongan el tema como algo prioritario en la agenda, la efectividad y los alcances de la transición energética en el mundo serán cada vez mayores.

Referencias

- ECPA (2017). Alianza de Energía y Clima de las Américas. Documento aprobado por los ministros de energía y jefes de delegación presentes en la primera sesión plenaria de la Reunión Ministerial de la Alianza de Energía y Clima de las Américas celebrada en Viña del Mar, Chile, el día 7 de septiembre de 2017.
- EY México, SENER, BMWI. (2018). Oportunidades de inversión crecientes, nueva era de la energía en México, de fundamentos institucionales al enfoque eléctrico. Recuperado de: <https://bit.ly/39jpkv9>
- GIZ (2016). Alianza Energética entre México y Alemania. Disponible en: <https://bit.ly/2TzPYrO>
- OLADE, página oficial, disponible en: <https://bit.ly/2TxsjYG>
- SENER (2018). Boletín de prensa 090. Disponible en: <https://bit.ly/3oFB8hM>
- Paz L. & Aleixo G. (2018). Blockchain Contributions for the Climate Finance. Recuperado de: <https://bit.ly/36ax81g>
- Röhrkasten S. et al. (2018). Alemania-América Latina: fomentar alianzas estratégicas hacia una transición energética global. Revista *Diálogo Político*. Recuperado de <https://bit.ly/37heKmT>
- Röhrkasten S. et al. (2018). Germany–Latin America: Fostering Strategic Alliances for a Global Energy Transition. Recuperado de: <https://bit.ly/3ldKldZ>
- Benelux. (2007). Memorandum of understanding of the pentilateral energy forum on market coupling and security of supply in central western Europe. Recuperado de: <https://bit.ly/3nYnLbd>

- European Commission. (2009). Memorandum of Understanding on the reinforced Baltic Energy Market Interconnection Plan 'BEMIP'. Recuperado de: <https://bit.ly/3fJ3rYc>
- Benelux. (2015). Second Political Declaration of the Pentalateral Energy Forum. Recuperado de: <https://bit.ly/36aWoo8>
- Benelux. (2015). Joint Declaration for Regional Cooperation on Security of Electricity Supply in the Framework of the Internal Energy Market. Recuperado de: <https://bit.ly/369lqTv>
- Olsen K.H. & Fenhann J.V. (2015). Transformational Change for Low Carbon and Sustainable Development. Recuperado de: <https://bit.ly/3l94gL3>
- Álvarez E. & Ortiz I. (2016). La transición energética en Alemania (Energiewende) Política, Transformación Energética y Desarrollo Industrial. Recuperado de: <https://bit.ly/3nZRxfE>

DESCARBONIZACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE LA ELECTRICIDAD EN CHILE

Estudio de caso

Fernando Moreno-Brieva

Introducción

Chile está ubicado en el sector meridional de América del Sur, posee una superficie continental cercana a los 756.950 km², una población de 17.574.003 personas (según el censo de 2017), casi todos los climas existentes en el planeta, el desierto más árido del mundo y más de 4.200 km de costa (Gob.cl, 2019). El nivel de ingresos per cápita de sus habitantes es el más alto de América Latina, posee el cuarto crecimiento económico más alto, la cuarta menor inflación y, sobre todo, el mejor nivel de vida de toda la región, según el Índice de Desarrollo Humano —considerando los promedios del período 1993-2015—. No obstante, es un país que tiene grandes falencias como, por ejemplo, en el mismo rango de tiempo, estar ubicado en el tercer quintil de América Latina en términos de distribución de ingresos y de tasa de desempleo, sumado a los problemas que presenta su sector energético, a pesar de ser el quinto país de la OCDE con mayor porcentaje de uso de energías renovables (Banco Mundial, 2019b; United Nations Development Programme, 2018).

Esta investigación se centra en el análisis de la evolución de la matriz eléctrica de Chile, desde mediados de la década de los noventa del siglo pasado hasta el año 2019, con el fin de observar las razones que motivaron a que el Estado de Chile haya decidido descarbonizar sus fuentes energéticas, tomando como meta máxima el año 2050, a pesar de la perspectiva de algunos organismos que manifiestan que el país puede cumplir con la mencionada condición al año 2030 (Ingeniería KAS, 2019).

Se destaca que la economía chilena, al ser altamente dependiente del cobre y de otras materias primas, debe generar energía a bajos precios, de lo contrario pierde sus niveles de competitividad porque los precios de los *commodities* se fundamentan en el precio fijado por el mercado internacional (Banco Mundial, 2019b; Elizalde and Gutiérrez, 2008). Esta situación, si bien es crítica, se visualiza compleja de cambiar, incluso a largo plazo; por tanto, Chile debe buscar fuentes energéticas eficientes y sostenibles para contribuir con el Acuerdo de París de 2015 —que entró en vigor en noviembre de 2016— y que compromete a los países a reducir la emisión de gases de efecto invernadero, a tal punto que la temperatura media del planeta no aumente más de 2° Celsius sobre los niveles preindustriales (Ministerio para la Transición Ecológica de España, 2019; United Nations Climate Change, 2015).

Revisión de la Literatura

La matriz energética de Chile a principios del siglo XXI dependía casi exclusivamente de tres fuentes: primero, de las centrales hidroeléctricas, que alteraban el medio ambiente y su respectivo ecosistema, cuando los embalses por primera vez eran llenados de agua; y teniendo como limitante que dejaban muy vulnerable al país frente al cambio climático por la disminución de las lluvias que acostumbraba a tener Chile (Generadoras de Chile, 2019). Segundo, del carbón, que además de perjudicar sustancialmente la tropósfera de la zona en que están ubicadas las plantas energéticas de este tipo, ayuda a la producción del efecto invernadero, que causa el cambio climático (Elizalde and Gutiérrez, 2008). Y tercero, del gas natural, que se obtenía principalmente desde Argentina con un alto precio político porque el país vecino disminuía unilateralmente el envío de gas a Chile debido a varias razones, entre las que se encuentra el desabastecimiento interno que tenía Argentina por la falta de inversiones en este sector (Generadoras de Chile, 2019).

En la misma época, Chile aún tenía problemas de cobertura energética hacia las zonas aisladas y de acceso en los sectores más pobres del país (Elizalde and Gutiérrez, 2008; Programa Chile Sustentable, 2004), que proyectaba una gran desventaja social y económica para las personas que vivían en esas áreas.

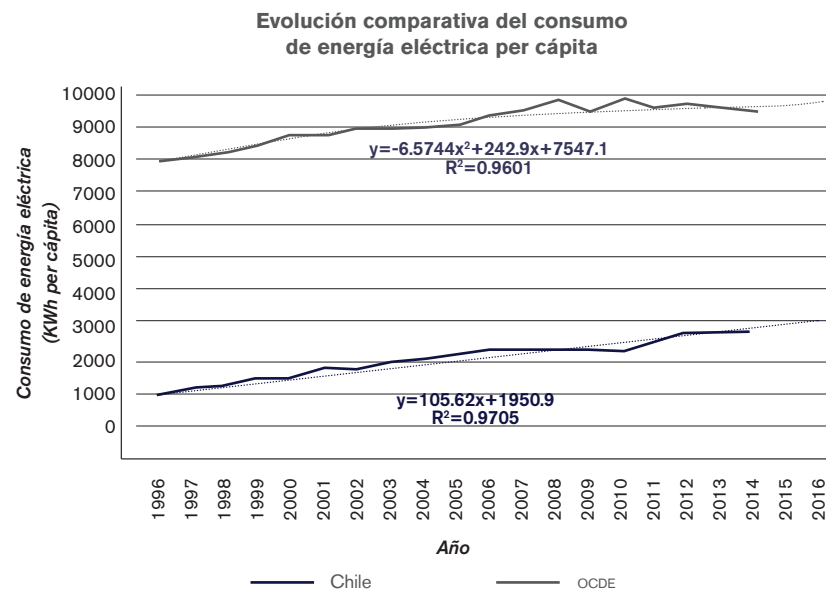
Un ejemplo a destacar, en relación con la problemática que generaba la alta dependencia de Chile, en el ámbito energético con sus vecinos, era la venta de gas natural que realizaba Bolivia a Argentina —por el desabastecimiento que poseía el país trasandino— teniendo como condicionante que dicho gas no podía ser revendido a Chile, por los reclamos territoriales que Bolivia tiene hasta la actualidad en contra del país de la estrella solitaria (Elizalde and Gutiérrez, 2008).

Sumado a lo anterior, en la misma época, diversos personeros plantearon crear en Chile varias plantas de energía nuclear, debido a que son menos contaminantes que otras fuentes energéticas convencionales como el petróleo y el carbón (Elizalde and Gutiérrez, 2008). No obstante, los terremotos ocurridos en Chile el 27 de febrero de 2010 y en Japón el 11 de marzo de 2011 —con el consecuente accidente nuclear en la ciudad de Fukushima— finalizaron con el indicado plan, debido a que la opinión pública presentó una gran oposición a este tipo de fuente de electricidad (Gallego-Díaz, 2011; Gobierno de Chile, 2012).

Información Estadística

En relación con la evolución que Chile ha experimentado en el consumo de energía eléctrica a nivel per cápita, como se observa en la siguiente gráfica, que su curva es de tipo lineal, con una pendiente positiva, poseedora de un porcentaje de relación de la varianza (R^2) de alrededor del 97%, que ha pasado de 2.000 KWh por persona en 1996 a casi 4.000 KWh en 2014, con una proyección superior a dicha cifra para los siguientes dos años. Al compararse lo anterior

con la curva que poseen los países que en dicha fecha pertenecían a la OCDE —sin contar a Chile para no producir un efecto endógeno—, se observa que el país tiende a converger, debido a que la curva de los miembros de la OCDE es polinómica, semejante a un arco, con un R^2 del 96%.



Fuente: Banco Mundial (2019a) Elaboración propia.

En referencia a la evolución porcentual de la generación de tecnología del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), ilustrada en la gráfica subsecuente —que vincula el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING)¹ con el Sistema Interconectado Central (SIC), pero que no incorpora al sistema eléctrico de la Isla de Pascua,² ni a los sistemas medianos de la región de Los Lagos, ni a los sistemas de las regiones más australes del país, que son las de Aysén y

¹ Norte Grande de Chile es la zona más septentrional de Chile y está compuesta por las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.

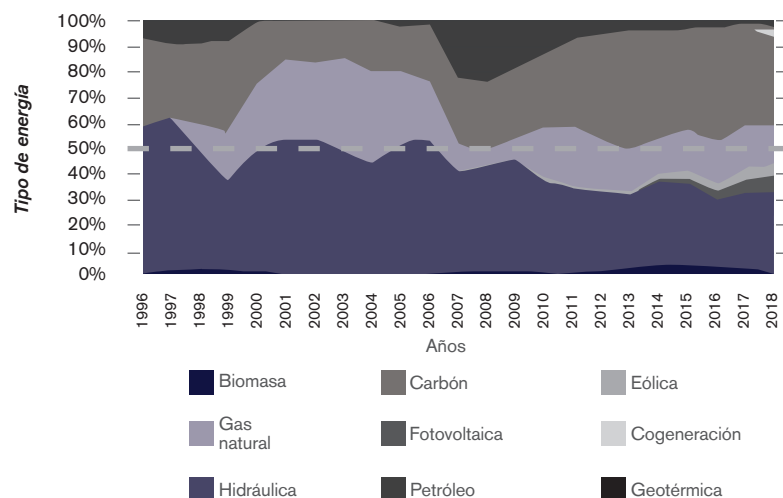
² Isla de Pascua se encuentra a una distancia de aproximadamente 3.600 km de Chile continental.

Magallanes— se observa que toda la generación de electricidad era efectuada por 4 fuentes: petróleo, carbón, hidráulica y biomasa. Con el inicio de la compra de gas natural desde Argentina, a fines de 1997 (La Nación, 1997), se incorpora dicha fuente a las mencionadas anteriormente. Por el año 2000 y hasta 2006, la generación de electricidad basada en petróleo casi no se usó, pero reapareció con fuerza en 2007 debido a que desde el año anterior los recortes de envío de gas natural desde Argentina se intensificaron, lo que originó grandes problemas a Chile (Huneeus, 2007).

A pesar de que en 2007 decayó en Chile el porcentaje de generación de energía proveniente de fuentes renovables, en dicho año comenzó el funcionamiento del primer parque eólico unido al Sistema de Interconectado Central, con once aerogeneradores (Ministerio de Energía de Chile, 2019). En 2012, se incorpora la cogeneración como fuente energética (que combina la generación de electricidad y calor), aunque con una proporción de solo un 0,04%. En 2013, la matriz energética siguió diversificándose a pesar de que en términos relativos la generación con energías renovables tocó fondo al significar solo un 32,81% de lo producido en Chile. En 2017 se creó la primera central geotérmica de Chile, aunque su contribución a la generación de electricidad del país en 2018 llegó a ser solo de un 0,30%.

Aun cuando el petróleo, en la actualidad, casi no se usa como fuente de electricidad en Chile y las energías renovables han vuelto a significar casi un 45% de la electricidad producida, el carbón todavía significa más del 38% de la electricidad generada en el país, lo que sigue siendo superior a los niveles que poseía Chile en el período abarcado desde el año 2000 hasta 2011.

Evolución relativa de la generación de energía del SEN de Chile



Fuente: Generadoras de Chile (2019). Elaboración propia.

En relación con el número de plantas que abastece a todo Chile —incluida Isla de Pascua— mostradas en la siguiente tabla, se observa que una central está ubicada en la zona norte de Argentina. El 58,3% de las plantas son de energías renovables, el 27,7% de todas las plantas del país de energía hidráulica —concentradas desde la región de Valparaíso hasta la de Los Lagos— y un 20% de energía solar fotovoltaica —concentradas en las regiones del norte y centro del país—. En contraposición, el mayor número de centrales convencionales son de petróleo, corresponden al 31% de las existentes en Chile y se ubican en mayor medida en las tres regiones más australes del país. Finalmente, las centrales menos habituales son la geotérmica y de cogeneración, y están ubicadas en una región septentrional de Chile, llamada Antofagasta.

Se destaca que las regiones que tienen mayor cantidad de centrales en términos absolutos —mostradas de forma descendente—

son la del Biobío, Metropolitana, Valparaíso y Los Lagos, sin embargo, las que albergan el mayor número de centrales basadas en energías renovables son la región Metropolitana, Biobío, Bernardo O'Higgins, y del Maule, que se ubican en la zona central del país.

Número de centrales eléctricas que generan energía en Chile o para el país, a mayo de 2019

Región (Norte a Sur)	Gas Natural / propano	Cogeneración	Carbón / petcoque	Petróleo	Biogás / biomasa	Eólica	Geotérmica	Hidráulica	Solar	Total	Total, renovables	% Renovables
Salta (Argentina)	1									1		0%
Arica y Parinacota				3				1	2	6	3	50%
Tarapacá			1	12				4	6	23	10	43,5%
Antofagasta	8	1	15	9		3	1		14	51	18	35,3%
Atacama			5	14		2		1	24	46	27	58,7%
Coquimbo				8		11		3	20	42	34	81%
Valparaíso	10		4	25	1			10	21	71	32	45,1%
Metropolitana	3			5	7			33	25	73	65	89%
B. O'Higgins	2			6	4	2		12	22	48	40	83,3%
Maule	1			13	2			27	6	49	35	71,4%
Ñuble				4	3			1	4	12	8	66,7%
Del Biobío	3		4	15	14	10		38		84	62	73,8%
Araucanía				5	4	1		15		25	20	80%
Los Ríos				6				24		30	24	80%
Los Lagos				46		3		22		71	25	35,2%
Aysén				31		5		8		44	13	29,5%
Magallanes	19			21		3				43	3	7%
Total	47	1	29	223	35	40	1	199	144	719	419	58,3%
% Centrales	6,5	0,1	4	31	4,9	5,6	0,1	27,7	20	100		

*Cuatro centrales de biomasa o petróleo son contadas solo como petróleo.

Fuente: Comisión Nacional de Energía de Chile (2019). Elaboración propia.

La potencia de electricidad que tiene Chile, se observa en la próxima tabla es de aproximadamente 24.532 MW para todo el país, de los cuales 380 MW son obtenidos desde Argentina. La mayor potencia, según la fuente de origen, es producida por la energía hidráulica con un 27,3% de representación, seguida por el carbón con un 20,8% y el gas natural o propano con un 20,1%. No obstante, poco más de un 46% de su potencia proviene de fuentes renovables.

Las regiones que aportan la mayor potencia de electricidad —en orden descendente y en términos absolutos— son las de Biobío, Antofagasta, Valparaíso y Atacama. Sin embargo, en energías renovables, de acuerdo a los mismos parámetros establecidos, son las de Biobío, Maule, Atacama y la del Libertador Bernardo O'Higgins.

Potencia neta en MW de las centrales eléctricas de Chile o hacia el país, a mayo de 2019

Región (Norte a Sur)	Gas Natural / propano	Cogeneración	Carbón / petcoke	Petróleo	Biogas / biomasa	Eólica	Geotérmica	Hidráulica	Solar	Total	Total renovables	%Renovables
Salla (Argentina)	380.0									380.0		
Arica y Parinacota				13.2				10.8	8.2	32.2	19.0	59.0%
Tarapacá			148.5	78.2				6.3	61.1	294.1	67.3	22.9%
Antofagasta	2,164.9	18.4	2,647.9	176.9		297.6	39.7		826.5	6,172.0	1,163.9	18.9%
Atacama			701.7	519.3		307.8		5.1	891.5	2,425.5	1,204.4	49.7%
Coquimbo				355.6		691.0		27.7	149.9	1,224.2	868.6	70.9%
Valparaíso	1,575.3		804.8	641.5	4.5			211.3	106.8	3,344.3	322.6	9.6%
Metropolitana	400.6			107.5	48.9			365.1	275.5	1,197.7	689.5	57.6%
B. O'Higgins	254.8			46.2	15.2	17.6		1,026.0	109.1	1,468.9	1,168.0	79.5%
Maule	2.0			112.5	23.0			1,647.7	15.8	1,801.0	1,686.5	93.6%
Ñuble				11.0	56.9			19.4	9.0	109.3	85.3	78.0%
Del Biobío	63.1		786.7	606.9	160.1	113.3		2,841.9		4,572.0	3,115.3	68.1%
Araucanía				10.8	110.5	87.5		79.3		288.1	277.3	96.3%
Los Ríos				179.0				145.8		324.8	145.8	44.9%
Los Lagos				194.1		228.3		296.6		719.0	524.9	73.0%
Aysén				33.8		3.8		21.2		58.9	25.0	42.5%
Magallanes	99.8			17.9		2.6				120.2	2.6	2.1%
Total	4,940.5	18.4	5,102.7	3,104.6	419.1	1,749.4	39.7	6,704.5	2,453.4	24,532.2	11,366.1	46.3%
% Potencia	20.1	0.1	20.8	12.7	1.7	7.1	0.2	27.3	10	100.		

*88 MW por biomasa o petróleo son contadas solo como petróleo.

Fuente: Comisión Nacional de Energía de Chile (2019). Elaboración propia.

Primeros pasos hacia la descarbonización

El plan de descarbonización de Chile, planteado por el presidente Sebastián Piñera el 1° de junio de 2019, comienza con el cierre de ocho centrales en el período 2019-2024 —que habían funcionado desde la segunda mitad del siglo xx—. Cuatro de ellas ubicadas en la ciudad de Tocopilla (región de Antofagasta), dos en Puchuncaví (región de Valparaíso), una en Iquique (región de Tarapacá) y una en Coronel (región de Biobío), lo que se traduce en una potencia energética de 990,47 MW que, en términos relativos, corresponden al 4,04% de la potencia actual de Chile, misma que deberá ser reemplazada por fuentes renovables (*El Mercurio*, 2019).

Discusión y conclusiones

La matriz de electricidad de Chile ha evolucionado hacia su diversificación, si bien sus dos principales componentes siguen proviniendo del carbón y de sus recursos hídricos. En referencia a la primera fuente, las 29 centrales existentes en todo Chile tienen una potencia total de alrededor de 5.103 MW, que generan 29.453 GWh y corresponden al 38,3% de lo que produce en electricidad el país y que, según el actual gobierno de Chile en concordancia con el Acuerdo firmado en París en el año 2015, deben desaparecer al año 2050, y ser reemplazadas por fuentes renovables y limpias. Si bien la fecha límite es cuestionable, existe certeza que esta acción traerá desempleo a las localidades en las que están ubicadas, por tanto, el Estado de Chile deberá idear planes de fomento a la producción en otras áreas o intentar —si las especificaciones técnicas lo permiten— que las nuevas centrales basadas en fuentes renovables puedan estar ubicadas cerca de las mismas localidades.

Cabe mencionar que Chile está fomentando el autoconsumo de electricidad desde fuentes renovables para facilitar que los con-

sumidores y las empresas (incluso de forma colectiva) puedan implementar proyectos de hasta 300 kW y entregar la energía no consumida al sistema eléctrico central, con el beneficio de obtener descuentos en las cuentas mensuales.

En Chile, los precios de las instalaciones de energía fotovoltaica para autoconsumo, (al compararse con el año anterior) disminuyeron en 2018 entre un 6% y 18%, dependiendo de los kW instalados (*Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, 2018), lo que da indicios de que poco a poco los oferentes de este servicio están comenzando a tener más competencia y apostando a obtener utilidades basándose en el volumen de las instalaciones que efectúan, lo que permite que los consumidores de electricidad tengan más posibilidades de realizar instalaciones de este tipo.

A pesar de las nuevas condiciones del mercado y de la política estatal orientada hacia la descarbonización, el país debe buscar diversos mecanismos de créditos para este tipo de acciones y, en algunos casos, incluso optar por la entrega de subvenciones para acelerar el interés por el autoconsumo.

A lo anterior, se debe añadir que los esfuerzos tecnológicos actuales, a nivel global, para el caso de los automóviles, se fundamentan en el uso de electricidad almacenada por medio de baterías esencialmente de litio (*Gruber et al.*, 2011), pero la problemática originada es que este tipo de energía en todo el mundo, y particularmente en el caso de Chile, en un 40% aproximadamente, es obtenida desde fuentes altamente contaminantes. Por tal motivo, cambiar los vehículos basados en combustión interna por otros eléctricos solo será efectivo si las fuentes de generación de electricidad son fundamentalmente renovables, de lo contrario los seres vivos seguiremos sufriendo por el efecto invernadero y el cambio climático, que son producidos, en un gran porcentaje, por el carbón que se usa en las centrales termoeléctricas, en la producción de acero, de combustibles líquidos y en la fabricación de cemento.

Referencias

- Banco Mundial. (2019a). Consumo de energía eléctrica. Disponible en: <https://bit.ly/2MVLB7y> Consultado el 30 de junio de 2019.
- Banco Mundial. (2019b). Datos de libre acceso del Banco Mundial. Disponible en: <https://bit.ly/34dYL5F> Consultado el 1 de julio de 2019.
- Comisión Nacional de Energía de Chile. (2019). Estadísticas. Disponible en: <https://bit.ly/31Q9d1L> Consultado el 1 de julio de 2019.
- El Mercurio*. (2019). “Conoce cuándo y en qué lugar se cerrarán las primeras centrales a carbón en Chile”. Disponible en: <https://bit.ly/2MVVL8p> Consultado el 30 de junio de 2019.
- Elizalde, A. and Gutiérrez, G. (2008). “Chile: ¿autosuficiencia o autismo energético?”. *Polis* (en línea), 21(1), 1–22.
- Gallego-Díaz, S. (2011). “El debate nuclear se aviva en Chile”. Disponible en: <https://bit.ly/2ouHKVW> Consultado el 5 de julio de 2019.
- Generadoras de Chile. (2019). “Generación eléctrica en Chile”. Retrieved July Disponible 1, 2019, en: <https://bit.ly/31PvBbL>
- Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (2018). *Índice de Precios de Sistemas Fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución comercializados en Chile*. Santiago de Chile: Sociedad para la Cooperación Internacional GmbH.
- Gob.cl. (2019). Nuestro país. Disponible en: <https://bit.ly/34aQPCw> Consultado el 5 de julio de 2019.
- Gobierno de Chile. (2012). Estrategia Nacional de Energía 2012-2030 - Energía para el Futuro. Ministerio de Energía, 1–38. Disponible en: <https://bit.ly/2MSYGyt>
- Gruber, P. W., Medina, P. A., Keoleian, G. A., Kesler, S. E., Everson, M. P., y Wallington, T. J. (2011). Global lithium availability: A constraint for electric vehicles? *Journal of Industrial Ecology*, 15(5), 760–775. Disponible en: <https://bit.ly/2PtKJh4>
- Huneeus, C. (2007). Argentina y Chile: el conflicto del gas, factores de política interna argentina. *Estudios Internacionales*, 40 (158), 179–212. Disponible en: <https://bit.ly/34eddLf>
- Ingeniería KAS. (2019). Estudio prospectivo escenario de descarbonización eléctrica al 2030. Disponible en: <https://bit.ly/36ciFjx>
- La Nación*. (1997). “Comenzó el envío de gas a Chile”. Disponible en <https://bit.ly/2q34yfy>
- Ministerio de Energía de Chile. (2019). El desarrollo de la energía eólica en Chile. Disponible en: <https://bit.ly/31V1EHb> Consultado el 20 de junio de 2019.
- Ministerio para la Transición Ecológica de España. (2019). Principales elementos del Acuerdo de París. Disponible en <https://bit.ly/37WdCpc> Consultado el 30 de junio de 2019.
- Programa Chile Sustentable. (2004). *Situación de la Energía en Chile. Desafíos para la Sustentabilidad*. (M. P. Aedo & S. Larrain, Eds.). Santiago de Chile: Programa Chile Sustentable.
- United Nations Climate Change. (2015). *Acuerdo de París. Naciones Unidas 2015*. Disponible en <https://bit.ly/36aX8HS>
- United Nations Development Programme. (2018). Human development reports. Disponible en: <https://bit.ly/31MZHY>

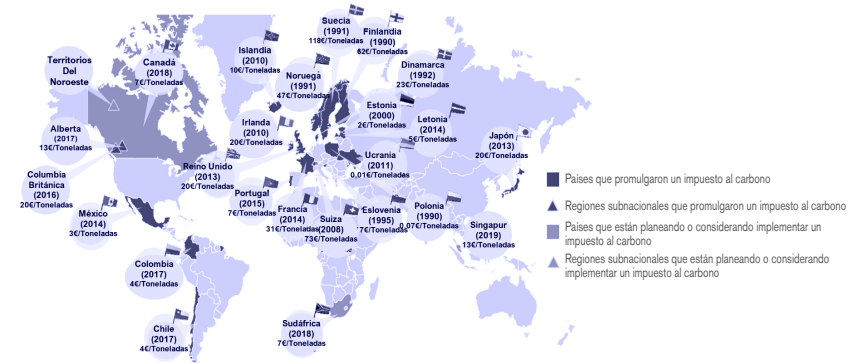
*Agradezco a Fernando Moreno Sánchez por su colaboración en el proceso de corrección gramatical.

EVOLUCIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL: ENERGÍAS RENOVABLES, COMBUSTIBLES FÓSILES Y EL PAPEL CENTRAL DEL GAS NATURAL

Francisco Javier Mundo Ayala

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de París llevada a cabo en 2015 (también conocida como COP21 o Acuerdo de París), tenía entre sus principales objetivos limitar el incremento de la temperatura mundial a menos de 2° Celsius en el siglo XXI. Decenas de países firmaron el acuerdo como muestra el mapa y se comprometieron a gestionar el cumplimiento de las metas. Entre estas se destacan el establecimiento de medidas impositivas, como el impuesto sobre el carbono (*carbon tax*) y la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables.

Países y regiones que han publicado
o están planeando un impuesto sobre el carbono



Fuente: World Economic Forum (WEF), Accelerating sustainable Energy Innovation, en colaboración con KPMG.

Para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París se requiere de una transición hacia energías renovables, las cuales se caracterizan por regenerar sus fuentes (a diferencia de las fósiles, que son finitas), así como por ser energías que generan menor impacto al medio ambiente. Entre las energías renovables, verdes o limpias, se incluyen: la solar, la biomasa, la eólica, la hidroeléctrica y la geotérmica.¹

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (AIE), la energía solar es la fuente renovable de mayor crecimiento; casi 75 gigavatios de capacidad solar se agregaron globalmente en 2018, representando casi la mitad de todas las fuentes de energía renovables. La AIE presagia que este auge continuará con una nueva capacidad solar muy por encima del viento y la hidráulica; un claro ejemplo de ello es el pronóstico de instalación de alrededor de 70 mil paneles solares por hora en los próximos cinco años.² Entre los principales motivos que impulsan el auge solar se encuentran:

1. Reducción de costos de la tecnología solar.
2. Caída de alrededor del 90% del precio de módulos fotovoltaicos (PV) en la última década.
3. Incremento en la eficiencia de la tecnología solar.
4. Activación de compromisos y acciones de gobiernos alrededor del mundo con políticas de energía verde para cumplir con los acuerdos de la COP21.

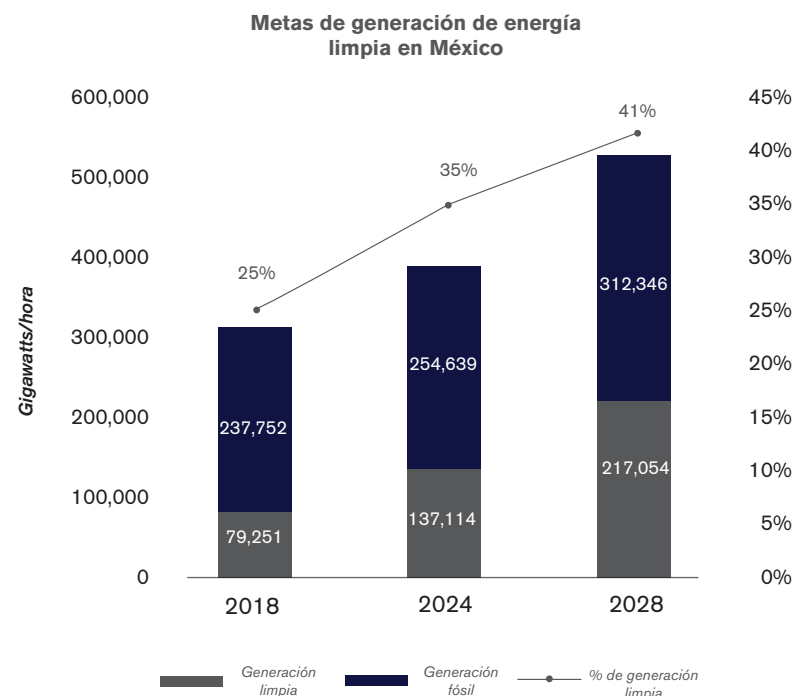
China es y será en los próximos años el país que liderará a nivel mundial la revolución de la energía solar, la AIE predice que la capacidad fotovoltaica instalada a nivel mundial alcanzará 1,721 GW para 2030 y podría llegar a 4,670 GW en 2050.³ Por su parte, México, en el marco de la Reforma Energética aprobada en 2013, se propuso

¹ <https://energy.gov/eere/energybasics/articles/glossary-energy-related-terms#R>

² <https://www.weforum.org/agenda/2018/03/chart-of-the-day-the-world-will-add-70-000-solar-panels-every-hour-in-the-next-5-years/>

³ China añade 5.2 GW de capacidad fotovoltaica en el primer trimestre del 2019.

metas en la generación de electricidad a partir de fuentes limpias, ilustradas en la siguiente gráfica.



Fuente: Oportunidades en el sector eléctrico en México. KPMG en México

Para acelerar la innovación tecnológica sobre las energías limpias alrededor del mundo, deben ser derribadas las barreras financieras, regulatorias e institucionales. El estudio 'New drivers of the renewable energy transition'⁴ menciona seis recomendaciones para mejorar la colaboración entre el sector público y privado a fin de que las energías limpias jueguen un papel de mayor relevancia en la matriz energética mundial, como se detalla en la siguiente tabla.

⁴ World Economic Forum, 'Accelerating sustainable Energy Innovation', preparado en colaboración con KPMG.

Sinergias para acelerar la innovación tecnológica en energías limpias

1. Alinear la inversión pública y privada a través de mecanismos automáticos de coinversión.
2. Establecer un fondo independiente y sustentable para la innovación en energía.
3. Ampliar el papel de la contratación pública estratégica para la innovación estratégica.
4. Mediante la colaboración entre sector público y privado, desarrollar e implementar rutas críticas para impulsar tecnologías energéticas.
5. Crear instituciones nacionales para la innovación en energía.
6. Establecer mecanismos de total transparencia en el gasto público destinado a investigación y desarrollo.

Fuente: *New drivers of the renewable energy transition*. KPMG International, 2019.

Adicionalmente, en una encuesta realizada por KPMG (2018) a 200 inversores *senior* en energías renovables alrededor del mundo se observaron hallazgos en cuatro grandes rubros:

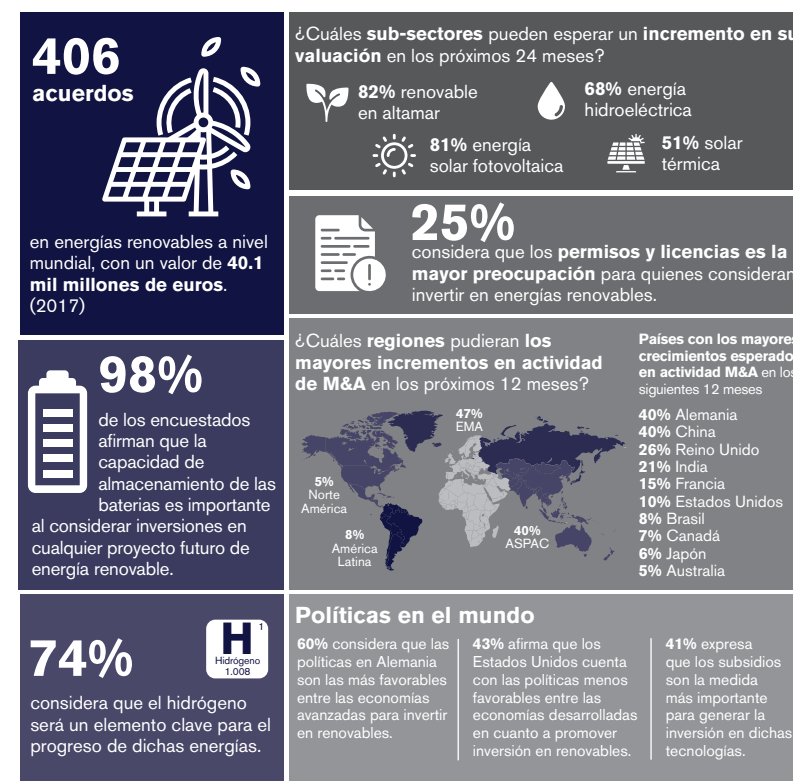
1. La inversión en energías renovables se está incrementando; no solo a través de nuevas compañías, incluso las organizaciones tradicionales de *Oil&Gas* están en busca de oportunidades en el mundo de las renovables.
2. Las políticas gubernamentales y el financiamiento bancario son detonadores para hacer atractivos a los mercados. Un ambiente regulatorio estable es fundamental para atraer la inversión. Alemania y China son considerados prioridad para los inversionistas, mientras se percibe que Estados Unidos tiene las políticas menos favorables para la inversión en energías renovables.
3. Algunos subsectores dentro de las energías limpias están recibiendo más interés por parte de los inversionistas; además, la innovación dentro de las tecnologías secundarias —como las de almacenamiento— son fundamentales para atraer la in-

versión. El hidrógeno se posiciona como un habilitador importante para el desarrollo de las energías renovables.

4. Existe una serie de obstáculos para la inversión. Alrededor de 40% de los entrevistados reconocen un alto riesgo de que algunos de los proyectos de bajo precio (*low price*) nunca lleguen a ser materializados.

Entre los hallazgos clave en cuanto a expectativas de energías renovables en el mundo, la encuesta arrojó las siguientes cifras:

Acuerdos de energía renovable en el mundo



Fuente: *'Great expectations. Deal making in the renewable energy sector'*. KPMG International, 2018.

Tomando en cuenta lo anterior, podemos reconocer la dimensión del papel que jugarán las energías renovables en el futuro y la necesidad de entender su contribución en la matriz energética actual.

La matriz energética mundial, estado actual y tendencias hacia 2040

La matriz energética (también llamada “canasta energética”) se encuentra en plena evolución en el mundo desde hace varios años. Los rápidos avances tecnológicos en las energías renovables hacen que su papel cobre mayor relevancia dentro de la canasta energética, no obstante, el papel de las energías fósiles sigue siendo predominante.

La AIE publica periódicamente el reporte ‘World Energy Outlook’ (WEO) donde se puede observar el estado actual de la matriz energética mundial y sus tendencias en el futuro dependiendo de una serie de escenarios. Las energías renovables irán ganando terreno en la matriz energética global, como se puede observar en la figura, aunque probablemente no será al ritmo deseado.

Generalmente, el WEO de la AIE maneja tres escenarios:⁵

- I. **Políticas actuales:** presenta el pronóstico del sistema energético global con las políticas existentes hasta mediados de 2016.
- II. **Nuevas políticas:** toma en consideración las políticas y planes anunciados por diversos gobiernos y refleja la manera en que estos prevén el desarrollo de su sector energético en las siguientes décadas.
- III. **Escenario de descarbonización** (también denominado 450 Scenarior): su objetivo es limitar el incremento de la tem-

⁵ Para efectos de este artículo tomamos como base el World Energy Outlook 2016, dado que en ese año la AIE publicó un tomo especial para México, lo cual nos permite hacer comparaciones.

peratura conforme a la meta de la COP21; es decir, por debajo de 2°C para 2100. Este escenario presenta entonces el “deber ser” para alcanzar dichas metas.

De acuerdo con el WEO 2016, en un comparativo entre la situación existente en 2014 y las proyecciones hacia 2040, en cualquiera de los tres escenarios, la participación (*share*) de los combustibles fósiles será mayoritaria, tanto en el escenario de “nuevas políticas” como en el de “políticas actuales”, la participación de los hidrocarburos en la matriz energética rondará entre 74% y 79%.

Demanda de energía primaria a nivel global por combustible y escenario (Mtoe)

			Nuevas políticas		Políticas actuales		450 Scenarior	
	2000	2014	2025	2040	2025	2040	2025	2040
Carbón	2 316	3 926	3 955	4 140	4 361	5 327	3 175	2 000
Petróleo	3 669	4 266	4 577	4 775	4 751	5 402	4 169	3 326
Gas	2 071	2 893	3 390	4 313	3 508	4 718	3 292	3 301
Nuclear	676	662	888	1 181	865	1 032	960	1 590
Hidro	225	335	420	536	414	515	429	593
Bioenergía	1 026	1 421	1 633	1 883	1 619	1 834	1 733	2 310
Otros renovables	60	181	478	1 037	420	809	596	1 759
Total	10 042	13 684	15 340	17 866	15 937	19 636	14 355	14 878
Participación de combustibles fósiles	80%	81%	78%	74%	79%	79%	74%	58%
Emisiones de CO ₂ (Gt)	23.0	32.2	33.6	36.3	36.0	43.7	28.9	18.4

*Incluye el uso tradicional de biomasa sólida y el uso moderno de bioenergía.

Fuente: World Energy Outlook 2016. Agencia Internacional de Energía.

En el caso de México, la matriz energética es y seguirá siendo su-
mamente dependiente de los combustibles fósiles. Incluso bajo el
escenario de “nuevas políticas”, la participación de los combusti-
bles fósiles será del 83% en 2040. Sin embargo, la participación
del petróleo en la demanda de energía primaria decrecerá de 51%
en 2014 al 42% en 2040, mientras que el gas natural incrementará
su participación en la canasta energética mexicana al pasar de 32%
en 2014 al 38% en 2040. Lo anterior se debe en gran medida al
uso de gas natural en la generación de energía eléctrica en el país.

**Demanda de energía primaria en México bajo
el escenario “nuevas políticas” (Mtoe)**

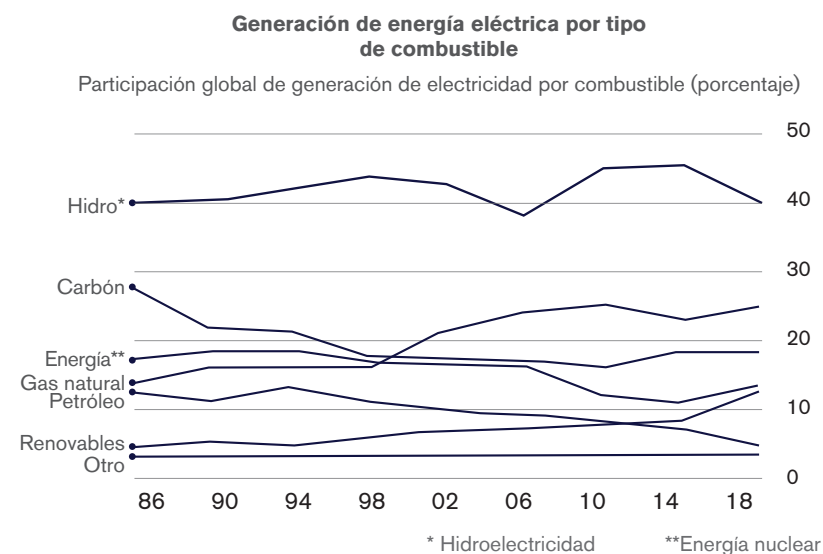
					Porcentaje de participación			CAAGR*
	2000	2014	2020	2030	2040	2014	2040	2014-2040
Combustibles fósiles	131	170	168	176	186	90%	83%	0.4%
Petróleo	89	96	91	95	95	51%	42%	-0.1%
Gas natural	35	61	68	74	86	32%	38%	1.4%
Carbón	7	13	10	7	6	7%	3%	-3.1%
Renovables	17	16	19	25	31	9%	14%	2.7%
Hidro	3	3	3	4	5	2%	2%	1.4%
Bioenergía	9	9	9	9	9	5%	4%	0.6%
Otros renovables	5	4	7	12	17	2%	8%	5.9%
Nuclear	2	3	3	5	7	1%	3%	4.2%
Total	150	188	190	206	225	100%	100%	0.70%

Tasa anual promedio de crecimiento compuesto.

Fuente: World Energy Outlook, Special Report, Mexico 2016. Agencia Internacional de Energía.

El papel central del gas natural (combustible de transición) en los próximos años. Retos en México

La generación de electricidad es posible a través de diversas fuen-
tes. De acuerdo con el ‘Statistical Review of World Energy’ de BP,⁶
actualmente el carbón es la fuente preponderante para la genera-
ción de electricidad a nivel mundial⁷ aun cuando está bajo enormes
presiones políticas y ambientales. A pesar de ello, recientemente
en Estados Unidos, la Agencia Federal de Protección al Ambiente
(EPA) ha publicado el ‘Affordable Clean Energy Plan’, el cual brinda
facilidades a los estados de la unión para legislar acerca de las emi-
siones de carbón, política que va a *contrario sensu* del acuerdo de
París y de las intenciones de la era Obama y su ‘Clean Power Plan’,
alineado con los objetivos de descarbonización a nivel mundial.

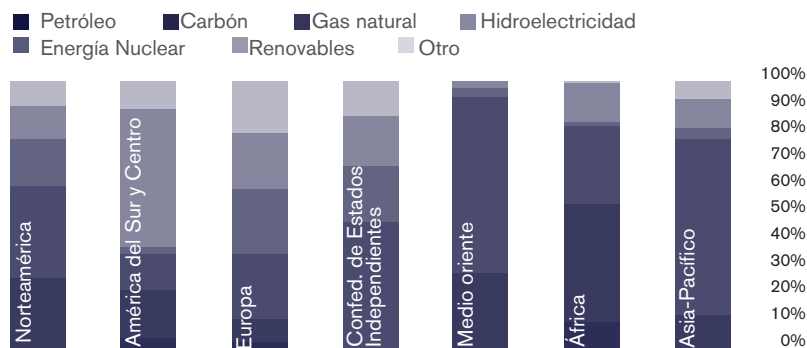


Fuente: Statistical Review of World Energy. BP, 2018.

⁶ <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/electricity.html>

⁷ China es hoy día el más grande consumidor de carbón para la generación de electricidad.

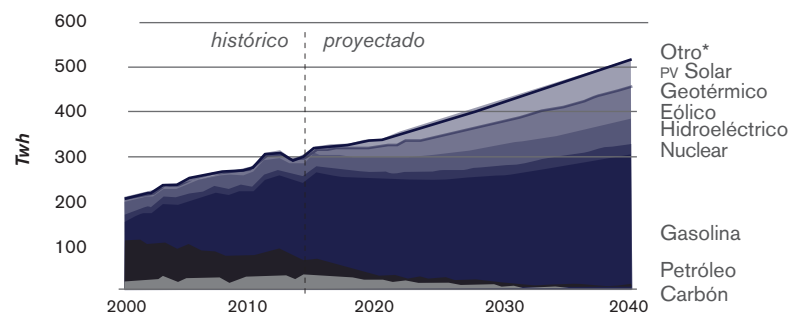
Generación regional de electricidad por combustible 2018



Fuente: *Statistical Review of World Energy*, BP, 2018.

La segunda fuente para la generación de energía eléctrica a nivel mundial es el gas natural. América del Norte ocupa un lugar preponderante para la generación de energía eléctrica. Retomando los análisis de la AIE, en la generación de electricidad en México bajo el escenario “nuevas políticas”, el gas natural tendrá una relevancia fundamental.

Generación de electricidad por fuente de energía primaria bajo el escenario “nuevas políticas” en México



*Otras energías renovables incluyen la bioenergía y concentración de energía solar.

Fuente: *World Energy Outlook, Special Report, México 2016*. Agencia Internacional de Energía.

Hoy en día, el sector eléctrico en México —considerando a la empresa productiva del Estado y a los productores independientes— demanda aproximadamente el 50% del gas natural en el país.

Si bien el gas natural no puede ser considerado como energía renovable o energía limpia, es cierto que las emisiones de CO₂ de la generación eléctrica con gas natural son significativamente menores que las asociadas al petróleo y al carbón. Entre los combustibles fósiles, el gas natural es la alternativa más “limpia” para la generación de electricidad. Por ello, en los últimos años se ha escuchado en diversos foros que debe ser considerado el combustible de “transición” de una matriz energética dominada por los combustibles fósiles a una que cada vez tenga una mayor participación de las energías limpias o renovables.

Recordemos, adicionalmente, que la generación eléctrica con energías renovables como la solar o eólica cuenta, por naturaleza, con picos y valles. El factor de utilización de ese tipo de plantas es diferente y necesita ser complementado con la generación en otro tipo de instalaciones, como pueden ser las de ciclo combinado que utilizan gas natural. El alto rendimiento de las plantas de ciclo combinado, aunado a las menores emisiones de gases de efecto invernadero, convierten al gas natural en la energía de origen fósil más limpia, pero ¿tiene el país la capacidad de suministrar gas natural a las plantas de generación de electricidad?

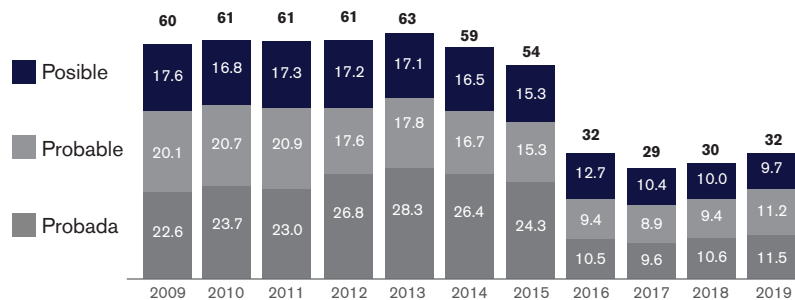
México importa alrededor del 70% del gas que consume (aproximadamente 5,400 millones de pies cúbicos por día según datos del Sistema de Información Energética/SENER a Junio 2019). Las importaciones son principalmente por ducto y, en los últimos años, el país incrementó de manera considerable la capacidad de importación de gas natural desde Estados Unidos.

En el mercado doméstico, la producción de gas natural tiene una tendencia decreciente, mientras que las reservas han tenido una disminución considerable a partir del 2013. El potencial del gas natural en México se encuentra en los recursos “no convencionales”. Para detonar la producción de gas natural y disminuir la dependencia energética de Estados Unidos es necesario estimular la producción de recursos “no convencionales”. La administración

actual deberá evaluar la conveniencia técnica para que el país maximice este recurso natural.

Evolución de las reservas y provincias petroleras con el mayor potencial de gas natural en México

Valores al 1 de enero de cada año (billones de pies cúbicos de gas)



Provincia petrolera	Gas húmedo mmmmpc	Gas seco mmmmpc	Gas no convencional mmmmpc
Tampico-Misantla	0.50	4.00	20.7
Burgos	11.50	1.50	53.8
Sabinas-Burro-Picachos	0.00	2.00	67.0
Veracruz	2.00	3.50	0.0
Cinturón Plegado de Chiapas	0.00	0.00	
Cuenca del Sureste	1.50	5.00	
Golfo Profundo	25.00	18.50	
Plataforma de Yucatán	0.50	0.00	
Total	41	34.5	141.5

Fuente: Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2018.

Con el contexto anterior y la previsible desaceleración en las inversiones por parte de los privados en las actividades de exploración y producción de petróleo y gas, es posible que se retrase el potencial de desarrollar en el país un mercado sólido de gas natural, cuya evolución en México venía gestándose a partir de la Reforma Energética y dando sus primeros pasos para convertirse en un mercado competitivo, como lo han logrado hacer otros países alrededor del mundo. México debe desarrollar su mercado de gas natural con la intención de disminuir su dependencia energética, tema que incluso adquiere relevancia para la seguridad nacional.

Evolución de los mercados de gas natural alrededor del mundo



Fuente: Elaboración propia con datos de International Energy Agency/Naturalgas.org/u.s. Energy Information Administration.

En conclusión, en la matriz energética global veremos en los próximos años una mayor participación de las energías renovables, verdes o limpias; sin embargo, el gas natural en algunos países y en México no será la excepción será el combustible de transición hacia los objetivos planteados en la COP21 para limitar el impacto del cambio climático en el mundo.

Referencias

Agencia Internacional de Energía. World Energy Outlook, Special Report Mexico 2016 en: <https://bit.ly/2JlaKEI>

BP 'Statistical Review of World Energy'.

Comisión Nacional de Hidrocarburos en <https://bit.ly/3oBykRO>
KPMG (febrero 2018). Great expectations. Deal making in the renewable energy sector.

KPMG, "Oportunidades en el sector eléctrico en México".

Natural Gas Org en <https://bit.ly/3n6dUzX>

U.S. Energy Information Administration en <https://bit.ly/2VZnPvk>

U.S. Department of Energy en <https://bit.ly/3gvbKY4>

World Economic Forum, 'Accelerating sustainable Energy Innovation', preparado en colaboración con KPMG.

World Economic Forum en <https://bit.ly/341uRE6>

TOMAR EL CONTROL DE NUESTRA ENERGÍA: IMPACTO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO

Guillermo Ignacio García Alcocer

Cada día con mayor ímpetu y determinación el mundo se está encaminando hacia una mayor adopción de fuentes de energía renovable. Este desarrollo tiene como causa dos factores principales: i) costos cada vez más competitivos de las fuentes renovables —incluso frente a las fuentes convencionales— y ii) mayor énfasis en la sostenibilidad de las fuentes de energía y el combate al cambio climático.

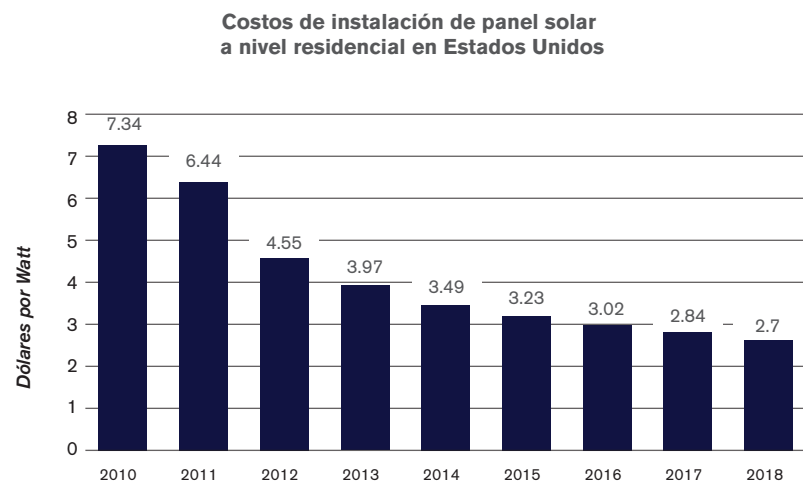
A nivel global, la adopción de energías renovables se da tanto a gran escala como a pequeña escala. En este sentido, la generación distribuida ha sido la base fundamental de los proyectos a pequeña escala, pero ¿qué es la generación distribuida? La generación distribuida, también llamada generación en sitio, se puede entender como la generación eléctrica ubicada cerca del lugar de consumo, cuyas instalaciones son más pequeñas que las centrales eléctricas convencionales y se sitúan en las proximidades de los centros de carga. En México, la generación distribuida está acotada a centrales con una capacidad menor a 0.5 Megawatts (mw), mientras que en otros países pueden considerarse centrales incluso con capacidades mayores a 1 mw. A nivel internacional no existe un acuerdo general en relación con la capacidad específica de las centrales para ser consideradas generación distribuida, sino que cada país lo determina libremente.

La importancia de la generación distribuida reside en que esta es la piedra angular de la red eléctrica del futuro, descentralizada y basada en energía renovable. Esta modalidad de generación conlleva beneficios ambientales y es una herramienta clave en el com-

bate al cambio climático. Además, la generación distribuida tiene un valor significativo en términos de seguridad energética ya que incrementa la confiabilidad en virtud de que la presencia de múltiples generadores pequeños permite diversificar y reducir el riesgo de apagones.

La generación distribuida en el mundo

Cada año, la generación distribuida está presentando costos de instalación cada vez menores. Un ejemplo de ello se puede observar en Estados Unidos, donde, en la última década el costo de instalar un panel solar a nivel residencial ha disminuido en 63%. Como se observa en la gráfica a continuación, el costo de instalar un panel a nivel residencial pasó de 7.34 dólares por watt en 2010 a 2.7 dólares por watt en 2018 (National Renewable Energy Laboratory, 2018).



Fuente: Información del National Renewable Energy Laboratory.

Sin embargo, la disminución en los costos de instalación no puede considerarse como un factor clave para una adopción exitosa y eficiente de esta modalidad de generación, ya que, si bien los bajos costos de instalación pueden ser una gran ventaja, existen factores adicionales de éxito que se explicarán más adelante.

Pese a que implementar la generación distribuida de manera eficiente sigue presentando retos, a nivel regional existen lugares donde la generación distribuida se ha logrado potenciar a niveles sin precedentes, como es el caso de California, Estados Unidos: en los últimos cinco años se registró un crecimiento de 75% en la capacidad instalada de generación distribuida en el estado. Mientras que en 2013, el estado contaba con una capacidad instalada de generación distribuida de 3,000 MW (Power, 2013) al cierre de 2018 este número se cuadruplicó dando como resultado 12,194 MW (California Energy Commission, 2018). Al cierre de 2018, la generación distribuida representó el 15.2% (California Energy Commission, 2019) de la capacidad instalada de California. Si bien el 15.2% de capacidad instalada ya es una cifra muy significativa, se espera que hacia adelante la generación distribuida continúe en aumento ya que, entre otras iniciativas, a partir de 2020 todas las nuevas construcciones residenciales tendrán que contar con paneles solares (Green Tech Media, 2018).

A largo plazo se espera que el crecimiento de la generación distribuida no se presente solo en regiones muy específicas sino de manera generalizada, según un estudio realizado por Bloomberg New Energy Finance (BNEF), para 2050 el 5% de la generación global de electricidad provendrá de paneles solares instalados en domicilios y negocios. Inclusive, las estimaciones de BNEF indican que en 2050, de cada MW generado a partir de tecnología solar, 330 Kilowatts (kW) provendrán de generación a pequeña escala (Bloomberg New Energy Finance, 2019).

Ahora bien, si el desarrollo de la generación distribuida no depende únicamente de la disminución en los costos de instalación,

¿cuáles han sido los principales factores de éxito para que la generación distribuida se despliegue de manera efectiva como en el ejemplo de California?

Primero, es fundamental contar con los recursos naturales suficientes, inclusive este factor podría considerarse requisito *sine qua non* para el despliegue de la generación distribuida.

Segundo, los esquemas de contraprestación son clave para asegurar que existan los incentivos correctos para migrar a esquemas de generación distribuida ya que es justo gracias a ellos que los usuarios pueden tomar el control de su energía. En este sentido a continuación se hablará sobre tres de los principales esquemas de contraprestación que existen hoy en día:

- a. Medición Neta, conocida comúnmente por su nombre en inglés, *Net Metering*. La Medición Neta considera el intercambio de energía entre una central eléctrica y uno o más centros de carga hacia y desde la red de distribución, balanceando la energía entregada y la energía recibida durante un periodo de tiempo determinado. La medición neta se aplica a centrales eléctricas y centros de carga que comparten puntos de interconexión con las redes de distribución. En este esquema, la energía excedente de un generador se acumula a favor de este y la energía faltante se compensa con la energía acumulada (National Renewable Energy Laboratory, 2017).

En el estado de California en Estados Unidos se utiliza este tipo de esquema de contraprestación. El esquema actual de Medición Neta de California se adoptó desde 2016 con la decisión (D.) 16-01-044, mediante la cual la energía neta excedente se acumula como crédito a la tarifa completa y, después de un periodo de un año, el generador puede optar por prolongar el crédito o bien recibir un pago por la energía entregada a precio promedio anual del mercado spot. En California, el

límite de la capacidad de la central eléctrica es de 1 MW y 5 MW para sistemas de gobierno y universidades (California Public Utilities Commission, 2019).

- b. Facturación Neta o Net Billing. Mediante este esquema, los generadores pueden consumir la energía generada y entregar el excedente a la red de distribución. De igual forma, si el generador consume más energía de la que produce, puede recibir energía de la red general de distribución. La facturación neta considera la generación y entrega de energía a la red general de distribución pagándole al generador un monto con base en un precio (que puede ser de mercado o regulado), y por separado, si el generador consume energía de la red general de distribución, este consumo se cobra con base en una tarifa determinada (National Renewable Energy Laboratory, 2017).

Desde 2014 en Chile, con la promulgación de la ley 20.571 de generación distribuida, los usuarios tienen derecho a vender sus excedentes de energía directamente a la red de distribución eléctrica a un precio regulado, utilizando el esquema de Facturación Neta. En Chile, el límite de la capacidad de la central eléctrica es de 0.3 MW (Ministerio de Energía, 2018). Gracias a este esquema de contraprestación, Chile ha logrado fomentar el autoconsumo de electricidad, aprovechar las energías renovables —principalmente la solar— y reducir los costos de electricidad (Asociación Chilena de Energía Solar, 2019).

- c. Venta total de energía. En este esquema de contraprestación se considera el flujo de energía entregado a la red de distribución bajo un valor determinado. Este esquema permite generar energía para venderla en su totalidad. La energía total que el generador entrega a la red de distribución se registra de manera independiente de la energía que un usuario final recibe del suministrador en el punto de interconexión. El pre-

cio de venta de la energía generada se determina de acuerdo al Precio Marginal Local (Alianza Estratégica, 2018).

México es un ejemplo del uso de la Venta Total de Energía como esquema de contraprestación para la generación distribuida desde 2017 (además de la Medición Neta y la Facturación Neta, el caso mexicano se explicará con mayor detenimiento más adelante). En México, el límite de la capacidad de la central eléctrica es de 0.5 mw, y bajo este esquema de contraprestación se considera el flujo de energía eléctrica entregada hacia las Redes Generales de Distribución (RGD) y se le asigna un valor de venta con base en el Precio Marginal Local (Bancomext, 2018).

Tercero, es crucial que la política pública y el marco regulatorio estén alineados y ambos busquen integrar esta modalidad de generación de manera eficiente y confiable en el sistema eléctrico.

Cuarto, uno de los factores más importantes en el despliegue de la generación distribuida es contar con un ecosistema de financiamiento eficiente, es decir, uno en donde existan: empresas que ofrezcan distintos planes de financiamiento, innovación y competencia, y que tanto la banca, como el sector financiero en su conjunto, acepten e impulsen proyectos de emprendimiento con este enfoque.

Contar con estos factores de éxito impulsa el despliegue de la generación distribuida ya que no solo fortalece el cumplimiento de metas de generación limpia, sino que también prevé que la carga regulatoria sea tolerable para quienes desarrollan esta modalidad de generación. Asimismo, estos factores son reflejo de que existen tanto reglas claras para remunerar correctamente, como una política pública y marco regulatorio alineados. Lo anterior asegura, a su vez, que las empresas de servicios públicos (*utilities*) no se vean afectadas negativamente por la generación distribuida.

A medida que la adopción de generación distribuida continúa en aumento, existe el riesgo de afectar negativamente a las *utilities*

al punto de que estas puedan desaparecer. Este riesgo es reconocido a nivel internacional como la “espiral de la muerte de las *utilities*” (*utility death spiral*). La espiral de la muerte de las *utilities* se presenta cuando estas empiezan a tener pérdidas de usuarios debido a que los últimos migran a esquemas de autoconsumo y, como consecuencia, las *utilities* deciden aumentar sus tarifas para mantener su base de ingresos. Al momento que las empresas aumentan sus tarifas, más usuarios optan por migrar a un esquema de autoconsumo con menores costos y de esta forma se crea una espiral de la muerte continua (San Diego Energy District, 2019).

La “espiral de la muerte de las *utilities*” es un fenómeno que presenta un espacio significativo de reflexión sobre los retos que existen para alcanzar un mayor despliegue de la generación distribuida. Considerando que las *utilities* en la mayoría de los casos son dueñas de la infraestructura de las redes mediante las cuales se transmite y distribuye la energía, ¿quién sería responsable de mantener las redes de transmisión y distribución si las *utilities* quebraran por completo y dejaran de existir?

Tomando en cuenta esta consideración es que surge el primer reto que debe atenderse para alcanzar un despliegue exitoso de la generación distribuida, encontrar incentivos para que tanto las empresas privadas como las *utilities* asuman a la generación distribuida como un área de negocio y no como una fuente de pérdidas.

El segundo reto es la inversión indispensable en las redes de transmisión y distribución para que estas tengan la capacidad de sostener los niveles de descentralización a los que se aspira, de manera segura y confiable.

Si bien contar con esquemas de financiamiento eficientes es un factor de éxito, esto representa a su vez el tercer reto al que se debe responder ya que, a pesar de que los costos de la tecnología se han reducido con el tiempo, el problema principal en términos de accesibilidad reside en las oportunidades de financiamiento existentes para poder instalar una central de generación distribuida.

Ahora bien, ¿con qué factores de éxito cuenta México y cuáles son los retos que se deben atender hacia adelante para impulsar el despliegue de la generación distribuida?

La generación distribuida en México

México cuenta con un potencial solar significativo, constante y con predictibilidad alta. Este potencial es clave para detonar la generación distribuida en nuestro país ya que algunos estados de la república tienen mayor radiación solar diaria promedio que algunas ciudades europeas pioneras de esta tecnología. Por ejemplo, Leipzig, Alemania cuenta con una radiación solar diaria promedio de 2.7 kWh/m² mientras que Veracruz, uno de los estados con menor radiación solar diaria promedio en México, cuenta con 4.1 kWh/m². Más aún, la radiación solar recibida durante un mes por el 3.4% del territorio de Veracruz, podría generar la energía necesaria para el consumo eléctrico de todo México.²

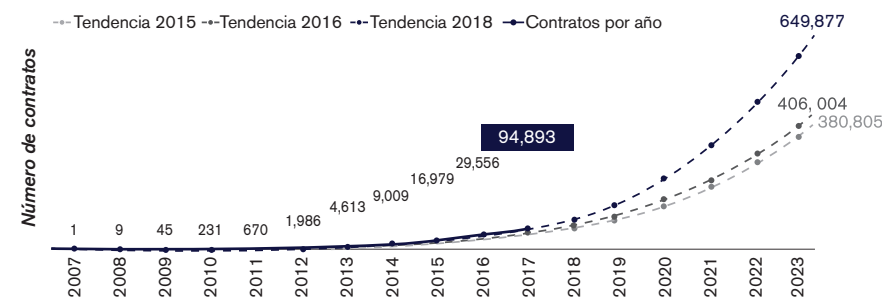
El potencial solar de México ha sido un elemento importante para el despliegue de la generación distribuida en nuestro país. En este sentido, cabe destacar que la generación distribuida en nuestro país ha registrado un crecimiento muy significativo. Mientras que en 2012 existían 1,986 contratos asociados a generación distribuida —que representaron una capacidad instalada de 14.86 MW— a junio de 2019 existen 94,893 contratos de generación distribuida que representan una capacidad instalada de 692.86 MW.

En la gráfica a continuación se puede observar la evolución de la generación distribuida en nuestro país, donde el crecimiento ha sido constante y se espera que en los próximos años esta tendencia se mantenga.

¹ Comisión Europea, 'Global irradiation and solar electricity potential'. Disponible en: <https://bit.ly/2opDO8R>

² Estimación de la CRE con datos de Solargis. Disponible en: <https://bit.ly/2WI22xl>

Evolución de los contratos de generación distribuida en México



Fuente: Elaboración propia con información de la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Ahora bien, además de contar con los recursos naturales suficientes para comenzar a desarrollar la generación distribuida en nuestro país, un factor crucial ha sido el desarrollo de un marco normativo y regulatorio orientado al despliegue de esta modalidad de generación. En este sentido, el antecedente de la primera normatividad de generación distribuida puede encontrarse en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE). La LAERFTE se publicó en 2008 con el objetivo de regular jurídicamente el desarrollo y aprovechamiento de las energías renovables y representó uno de los primeros esfuerzos para reducir e incluso mitigar los efectos del cambio climático (Secretaría de Energía, 2015).

Posteriormente, en 2014 y 2015 respectivamente, se publicaron las dos leyes que conforman el marco normativo vigente de la generación distribuida en México: la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) y la Ley de la Transición Energética (LTE).

La LIE se publicó en 2014 como parte de la Reforma Energética con la finalidad de regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, los servicios de transmisión y distribución de energía eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica. En

esta ley, en su capítulo VII, se estableció que la generación distribuida contará con acceso abierto y no indebidamente indiscriminado a las RGD, y acceso a los mercados en donde se pueda comercializar su producción. Asimismo, la LIE estableció que la CRE es quien tiene la tarea de elaborar las bases normativas para autorizar a unidades de inspección especializadas en centrales eléctricas de generación distribuida, así como de expedir y aplicar la regulación necesaria en materia de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad de la generación distribuida (Cámara de Diputados, 2014).

Por su parte, en 2015 se publicó la LTE a fin de regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos (Secretaría de Gobernación, 2015). Esta ley estableció la meta nacional de generar el 35% de la energía a través de fuentes limpias para 2024. Además, la LTE determinó que la CRE, la Secretaría de Energía, el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) son las instituciones encargadas de establecer en las disposiciones correspondientes, las acciones, instrumentos y mecanismos necesarios para el desarrollo eficiente de la generación distribuida (Secretaría de Gobernación, 2015).

Ahora bien, en 2017 la CRE emitió el nuevo marco regulatorio para la generación distribuida mediante las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACGS) de generación distribuida. Este nuevo marco regulatorio facilitó la entrada de recursos de pequeña escala (hasta 0.5 MW de capacidad), simplificó los contratos de interconexión y desarrolló nuevos y más claros contratos de servicio de provisión.

Adicionalmente, mediante las DACGS de generación distribuida se estableció la metodología de cálculo de contraprestación que deberá aplicar el suministrador de servicios básicos a la energía que entreguen los generadores que pacten un contrato de interconexión.

El generador puede elegir alguno de los siguientes esquemas de contraprestación: i) Medición Neta: en donde el usuario consume y genera energía bajo un mismo contrato de suministro. La energía generada y utilizada se compensan entre sí y se emite una sola facturación; ii) Facturación Neta: en donde la energía que consume el usuario y que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) le factura a este es independiente a la energía que el usuario genera y vende a CFE, lo cual implica que a diferencia de la Medición Neta, la energía generada y utilizada no se compensa; o iii) Venta Total de Energía: en donde el usuario vende a CFE toda la energía que genera y no existe un contrato de suministro del usuario con CFE (2019).

Debido al crecimiento de la generación distribuida que se ha registrado en México en los últimos años, la CRE se propuso diseñar mecanismos para continuar impulsándola con mayor profundidad y permitir así nuevos modelos de negocio. Por lo anterior, la CRE desarrolló un proyecto regulatorio para permitir la generación distribuida colectiva. El esquema colectivo de generación distribuida implica una central de menos de 0.5 MW que abastece a múltiples centros de carga. Esta última regulación contribuirá de manera importante a la expansión de los techos solares y a la generación a partir de fuentes limpias. A junio de 2019 dicho proyecto se encuentra en consulta pública en la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER).

Gracias a que los marcos normativo y regulatorio están alineados y orientados al mismo objetivo, la generación distribuida en México ha podido desarrollarse en los últimos años. Asimismo, como se explicó en el capítulo anterior, es de importancia fundamental que tanto el marco normativo como el marco regulatorio consideren los intereses de los usuarios y de los distribuidores para que estos últimos no frenen o incluso se opongan por completo al despliegue de la generación distribuida. En México se presentó un caso interesante al respecto cuando, en abril de 2017, CFE Suministrador de Servicios Básicos (CFESSB) promovió un juicio de amparo en contra de las DACGS de generación distribuida emitidas por la CRE.

CFESSB reclamó que dicha regulación implicaba que el pago de la tarifa de distribución debería realizarse por los generadores conectados a las RGD, lo cual, de acuerdo a CFESSB, significaba un doble cobro de distribución de energía; que la tarifa final de Suministro Básico establecida por la CRE no contemplaba los Ingresos Recuperables que incluyen los costos que resultan de la energía eléctrica y los productos asociados adquiridos para prestar el servicio de suministro eléctrico a las centrales eléctricas de generación distribuida; y que además, la tarifa de operación no consideraba el sobrecosto operativo que representa para CFESSB la gestión de los contratos de contraprestación con las centrales de generación distribuida.

En respuesta a lo anterior, la CRE y CFESSB tuvieron reuniones a nivel técnico con el objetivo de que la CRE pudiera escuchar las inquietudes del quejoso y así, en su papel de regulador, encontrar la mejor manera de solventarlas. Como resultado se estableció que las tarifas de distribución están a cargo del usuario final, subsanando la alegación a un doble cobro de distribución de energía; se reconocen los Ingresos Recuperables en la tarifa final de Suministro Básico; y la tarifa de operación considera el sobrecosto operativo de CFESSB en relación a los contratos de contraprestación.

Así, en julio de 2018, CFESSB desistió del amparo y se logró establecer una regulación de generación distribuida sin afectar al distribuidor y que, a su vez, permita una mayor aceptación de esta modalidad de generación.

En materia fiscal existen diversos estímulos federales a la inversión en renovables, entre los que se destaca la deducción inmediata al 100% para efectos del impuesto sobre la renta de las inversiones en los equipos, la exención del impuesto sobre adquisición de automóviles nuevos (ISAN) en el caso de vehículos eléctricos, así como un estímulo fiscal a la instalación de cargadores de dichos vehículos (Amézquita Díaz, s/f).

En suma, México tiene una base sólida de componentes para que la generación distribuida se convierta una de las principales modalidades de generación de energía limpia en nuestro país, pero ¿qué hace falta para que la generación distribuida en México se despliegue con mayor profundidad?

Si bien México cuenta con: i) los recursos naturales suficientes, ii) una política pública y marco regulatorio alineados, y iii) esquemas de contraprestación para impulsar el desarrollo de la generación distribuida, aún necesita fortalecer un factor de éxito fundamental: desarrollar esquemas de financiamiento eficientes para facilitar la accesibilidad a la generación distribuida.

Aunque en México ya existen algunas opciones de financiamiento como Csolar,³ el abanico de opciones con el que se cuenta hoy en día todavía es reducido y no siempre resulta accesible para algunos sectores de la población. Por lo anterior, hacia adelante será fundamental que en México se emprendan iniciativas que brinden mejores oportunidades de financiamiento que, además de ser accesibles, resulten benéficas y atractivas tanto para los desarrolladores como para los consumidores.

Ahora bien, ¿hacia dónde vamos y qué papel jugará la generación distribuida en el futuro?

La generación distribuida y las redes eléctricas del futuro

Los dos pilares de las redes eléctricas del futuro son: las fuentes renovables de energía y la descentralización. En este sentido, uno de los principales desafíos a atender es la intermitencia inherente a la naturaleza de las energías renovables como la fotovoltaica y la eólica. A diferencia de las tecnologías convencionales constantes como el carbón, gas, diésel e hidroeléctricas, las tecnologías

³ Csolar es una iniciativa conjunta de instituciones gubernamentales, sociedad civil e intermediarios financieros que brinda asesoría y respalda la operación de rendimientos a las empresas que deseen adquirir un crédito para la instalación de sistemas generación distribuida.

intermitentes se caracterizan por ser variables y dependientes de las condiciones climáticas diarias. A medida que la generación distribuida se despliega a mayor velocidad, y estas tecnologías alcanzan mayores niveles de penetración, la intermitencia asociada a las energías renovables puede llegar a ser muy significativa, impactando de manera fundamental la confiabilidad de los sistemas eléctricos (Pica, 2015).

Es importante destacar que, si bien las horas de mayor generación a partir de fuentes limpias coinciden más con las horas de mayor demanda de electricidad, existe una gran necesidad para planear el momento de salida de las plantas renovables al momento de ocultarse el sol al anochecer. Una de las mejores formas de explicar este hecho es mediante la “curva del pato”, conocida comúnmente como ‘*duck curve*’. La “curva del pato” es una gráfica que muestra la diferencia entre la demanda de electricidad y la cantidad disponible de energía solar a lo largo de un día. Durante las horas de mayor radiación solar, la energía solar está disponible en grandes cantidades, sin embargo, a medida que anochece y disminuye esta cantidad de energía disponible, es cuando la demanda aumenta significativamente (Department of Energy, 2017). Este fenómeno ya es reconocido a nivel mundial, y a medida que las energías renovables se desplieguen con mayor profundidad, es que deberá atenderse de manera más eficiente.

Por lo anterior, la incorporación de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica representaría una herramienta para atender los retos asociados a la intermitencia y garantizar la seguridad de suministro, al tiempo que se diversifica la matriz energética. La idea es que al almacenar la energía generada a partir de las fuentes renovables, esta pueda estar disponible en cualquier momento. A su vez, la incorporación de sistemas de almacenamiento trae consigo el desafío de contar con reservas explotables, socialmente sustentables y suficientes, de materiales como el litio y el cobalto, elementos fundamentales en la elaboración de baterías de almacenamiento.

Cabe destacar que en México se ha identificado un potencial de crecimiento para el mercado de almacenamiento de 2,333 MW en los próximos diez años (Quanta Technology, 2017). Debido a que el almacenamiento es considerado un facilitador de la integración de las energías renovables, esta tecnología puede tener un impacto positivo para el desarrollo y despliegue de estas en el país. Es por ello que, el 29 de enero de 2019, la CRE aprobó un acuerdo que define y reconoce los distintos servicios que las tecnologías de almacenamiento pueden ofrecer al sistema eléctrico. Este acuerdo constituye un primer paso hacia la consolidación de un marco regulatorio robusto que permita aprovechar todos los beneficios que el almacenamiento puede aportar al sistema eléctrico y que su remuneración se base en ese valor.

Por otro lado, es importante resaltar que el costo de las baterías ha disminuido considerablemente. Mientras que en 2010 el costo por KWh fue de 1,160 dólares, al cierre de 2018 este cayó a 176 dólares por KWh. Es decir, se registró una disminución del 85% en tan solo 8 años (Bloomberg New Energy Finance, 2019).

El hecho de que las tecnologías de almacenamiento sean más baratas y confiables, no fortalecerá únicamente el desarrollo de la generación distribuida, sino que también revolucionará el sector transporte, el cual ha logrado utilizar este factor a su favor impulsando fuertemente la movilidad eléctrica. De hecho, es gracias a un menor costo de las baterías que los automóviles con motores eléctricos han registrado costos cada vez más competitivos.

Vale la pena resaltar que mientras que en 2015 el 57% del costo total de un vehículo eléctrico de tamaño medio en Estados Unidos correspondía a la batería, a abril de 2019 esta cifra se redujo a 33% del costo total, y se espera que en 2025 la batería solo represente el 20% del costo total (Bloomberg Opinion, 2019).

Asimismo, se estima que hacia 2040 el 33% de los vehículos en circulación a nivel mundial sean vehículos eléctricos. Gracias a una mayor adopción de este tipo de vehículos, se dejarán de utilizar

7.3 millones de barriles de combustible para el transporte cada día (Bloomberg New Energy Finance, 2018). Cabe destacar que, al cierre de 2018, se vendieron 4.8 millones de vehículos eléctricos a nivel mundial (Bloomberg New Energy Finance, 2019). Por su parte, en México, desde 2016, se han vendido 740 vehículos eléctricos (INEGI, 2019).

El hecho de que el sector transporte esté logrando aprovechar los beneficios del desarrollo tecnológico en materia de almacenamiento eléctrico para impulsar la adopción de vehículos eléctricos, presenta oportunidades para que el sector eléctrico en su conjunto se fortalezca.

El almacenamiento y la movilidad eléctrica son elementos clave para que en el futuro podamos tener redes eléctricas más confiables y con capacidad de afrontar los retos asociados a mayores niveles de descentralización. Mientras que las tecnologías de almacenamiento se desarrollen con mayor profundidad y sus costos disminuyan, la generación distribuida se irá posicionando aun más como una herramienta fundamental para el funcionamiento de las redes eléctricas del futuro: con altos niveles de descentralización y con una matriz energética compuesta mayoritariamente por fuentes renovables.

Conclusiones

A medida que la generación distribuida se ha desarrollado con mayor velocidad tanto a nivel mundial como a nivel nacional, es que esta se ha convertido en una herramienta clave para cumplir con las metas de generación limpia. En el caso de México, la generación distribuida es crucial para cumplir con la meta de 35% de generación limpia para 2024 establecida en la LIE.⁴

⁴ El Plan Nacional de Desarrollo para el sexenio 2019-2024 plantea una meta de 35.8% de generación limpia. <https://bit.ly/2IWAaO5>

Cabe destacar que, según estimaciones de BNEF, la energía solar fotovoltaica a gran escala alcanzará los 10 mil MW de capacidad instalada para 2024 en nuestro país. Más aún, se espera que para 2050 el 84% de la generación eléctrica en México sea a partir de tecnologías limpias (Bloomberg New Energy Finance, 2019) y que la energía solar a pequeña escala represente el 30% de la capacidad instalada total de nuestro país (El Economista, 2018).

Por otro lado, es importante resaltar que la generación distribuida no tiene potencial únicamente para desplegar la adopción de energías renovables, sino que a futuro esta tiene mucho potencial en términos de empleo. Si bien durante 2017 la industria renovable en México empleó a 87,781 personas en el país (International Renewable Energy Agency, 2018), se espera que hacia 2030 se hayan generado alrededor de un millón de empleos específicamente en generación distribuida a nivel nacional.⁵

Inclusive en 2019 podríamos ver un crecimiento del 50% respecto al año anterior (2018) en el número de empleos en la industria solar (pequeña y gran escala), lo cual implica que al cierre de 2019 se podrán haber generado 10 mil empleos adicionales a los que ya existen (en 2018 se registraron 20 mil empleos en la industria solar) (Engimía, 2019).

Gracias a la generación distribuida es que hoy en día, hospitales, universidades, centros comerciales e incluso gasolineras pueden generar su propia energía a través de paneles solares. Asimismo, esta tecnología permite a las pequeñas industrias complementar sus necesidades eléctricas, y a miles de familias mexicanas consumir energía limpia generada en sus propios hogares.

Mediante esta modalidad de generación es que podemos aprovechar fuentes renovables de energía como la solar y convertirla en electricidad para utilizarla en nuestras casas o negocios contribuyendo al cuidado del medio ambiente y a nuestra economía al reducir el consumo de energía proveniente de las redes de distribución. En suma, la generación distribuida nos permite tomar el control de nuestra energía.

⁵ Estimación de la Asociación Nacional de Energía Solar.

Referencias

- Alianza Energética (2018). 'Mexico's New Energy Era'. Disponible en: <https://bit.ly/2BRDaE2>
- Amézquita Díaz, D. (s/f). Beneficios fiscales y empresariales de las Energías Renovables. Disponible en: <https://bit.ly/2NjUrLv>
- Asociación Chilena de Energía Solar (2019). "Guía para usuarios del Net Billing". Disponible en: <https://bit.ly/366Z9F7>
- Bancomext (2018). "Modelos de negocio para la generación de electricidad con energías renovables en México". Disponible en: <https://bit.ly/2q16CEU>
- Bloomberg New Energy Finance (2018). 'Electric Vehicle Outlook 2018'. Disponible en: <https://bit.ly/2MRysfZ>
- Bloomberg New Energy Finance (2019). 'A Behind the scenes take on lithium-ion battery prices'. Disponible en: <https://bit.ly/346SgIq>
- Bloomberg New Energy Finance (2019). 'Electric Vehicle Outlook 2019'. Disponible en: <https://bit.ly/2Pqv65m>
- Bloomberg New Energy Finance (2019). 'New Energy Outlook 2019'. Disponible en: <https://bit.ly/2Priw5C>
- Bloomberg Opinion (2019). 'Electric Car Price Tag Shrinks Along With Battery Cost'. Disponible en: <https://bloom.bg/2MRSp6g>
- California Energy Commission (2018). 'Tracking Progress'. Disponible en: <https://bit.ly/3n3LZkf>
- California Energy Commission (2019). 'Electric Generation Capacity & Energy'. Disponible en: <https://bit.ly/2q15yko>
- California Public Utilities Commission (2019). 'Net Energy Metering'. Disponible en: <https://bit.ly/2q2SWJu>
- Cámara de Diputados (2014). "Ley de la Industria Eléctrica". Disponible en: <https://bit.ly/2PmwaXX>
- Comisión Federal de Electricidad (2019). "Contratación de Servicios Fotovoltaicos". Disponible en: <https://bit.ly/2BM2jQH>
- Department of Energy (2017). 'Confronting the Duck Curve: How to address over-generation of solar energy', 2017. Disponible en: <https://bit.ly/2Wq-Q7hF>
- El Economista (2018). "Energía eólica y solar serán el 50% de la generación global en 2050". Disponible en: <https://bit.ly/2PrdGoZ>
- Energysage, 'Feed-in-tariffs: a primer on feed-in tariffs for solar', 2019, <https://bit.ly/33owLMQ>
- Engimía (2019). "La industria solar prevé generar 10, 000 empleos más en 2019". Disponible en: <https://bit.ly/36fE1MH>
- Green Tech Media (2018). 'California's Solar Rooftop Solar Mandate Wins Final Approval'. Disponible en: <https://bit.ly/2ooE5ZA>
- INEGI (2019). Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros. Información a febrero de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/346bilz>
- International Renewable Energy Agency (2018). 'Renewable Energy Employment'. Disponible en: <https://bit.ly/31T9cdp>
- Ministerio de Energía (2018). "Modificaciones a ley 20.751 de generación distribuida". Disponible en: <https://bit.ly/33VFckT>
- National Renewable Energy Laboratory (2017). 'Grid-Connected Distributed Generation Compensation Mechanism Basics', 2017. Disponible en: <https://bit.ly/2NlfnSd>
- National Renewable Energy Laboratory (2017). 'Grid-Connected Distributed Generation Compensation Mechanism Basics', 2017. Disponible en: <https://bit.ly/2NkNnyb>
- National Renewable Energy Laboratory (2018). 'U.S. Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: q1 2018'. Disponible en: <https://bit.ly/31QLdLR>
- Pica, A. (2015). "Los desafíos de la utilización de energías renovables no convencionales intermitentes", Pontificia Universidad Autónoma de Chile, agosto de 2015. Disponible en: <https://bit.ly/32RJgAo>
- Power (2013). 'Distributed generation: California's Future'. Disponible en: <https://bit.ly/34jtVJh>
- Quanta Technology (2017). Feasibility Study for Large Scale Ener-

gy Storage Systems in Brazil, Colombia and Mexico. Project performed by Quanta Technology for ISA, under USTDA financial support.

San Diego Energy District (2019) 'What is the Utility Death Spiral and is it accelerating?'. Disponible en: <https://bit.ly/2BQtRUV>

Secretaría de Energía (2015). "Estrategia Nacional de Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía". Disponible en: <https://bit.ly/33jCdIZ>

Secretaría de Gobernación (2015). "Ley de Transición Energética". Disponible en: <https://bit.ly/348mQuQ>

ENERGÍA FELDENKRAIS. NUEVA ARQUITECTURA ELÉCTRICA Y SURGIMIENTO DEL ESQUEMA DISTRIBUIDO

Guillermo Zúñiga Martínez

¿Por qué Energía Feldenkrais?

Moshe Feldenkrais fue un científico que nació en 1904 en Slavuta, territorio de la actual Ucrania, hizo estudios avanzados de ingeniería mecánica y eléctrica en la Sorbona en París. Además de ser un académico destacado, Feldenkrais fue prácticamente un devoto de jujitso y judo, y mezcló la práctica de ambas disciplinas.

A raíz de una lesión, Feldenkrais usó sus conocimientos en materia de ingeniería y artes marciales para desarrollar el método terapéutico que hoy lleva su nombre, y que ha impulsado el desarrollo y rehabilitación del sistema nervioso humano.

Para efectos de este escrito basta exponer que uno de los principales paradigmas del método Feldenkrais¹ es alterar la forma tradicional en la cual se concebía el funcionamiento del sistema nervioso. Dicha concepción consistía en ver al sistema nervioso como una red en la que los impulsos circulan en un solo sentido, del cerebro —único centro del sistema y fuente de todas las decisiones— hacia todas las terminales nerviosas —que pasivamente reciben estos impulsos centrales y solo los ejecutan—.

Feldenkrais retó esa noción y demostró que las instrucciones que viajan por nuestros sistemas nerviosos no tienen por que ser solo unidireccionales; cada una de las terminales nerviosas, a través del movimiento, son capaces de generar y enviar su propia información al cerebro e “instruirlo” de tal manera que esta interacción resulta en la creación de nuevas y mejores sinapsis, dando lugar a

¹ Para más información sobre el Método Feldenkrais se puede consultar el siguiente vínculo <https://bit.ly/2JF6bP>. Consultado el 18 de julio de 2019.

un funcionamiento del sistema más robusto y armonioso, gracias a la descentralización.

Para fines de este trabajo, nos referiremos a esta aptitud de desarrollar injerencia de manera descentralizada como “capacidad de decisión”.

En este escrito usamos de manera sucinta las bases del método Feldenkrais para extrapolar su lógica al funcionamiento de la industria de red física más relevante de nuestra época: el sistema eléctrico; de tal manera que podamos entender mejor los profundos cambios que están siendo implementados en su desarrollo y así poder comprender y administrar sus consecuencias.

Nuevos esquemas de descentralización eléctrica

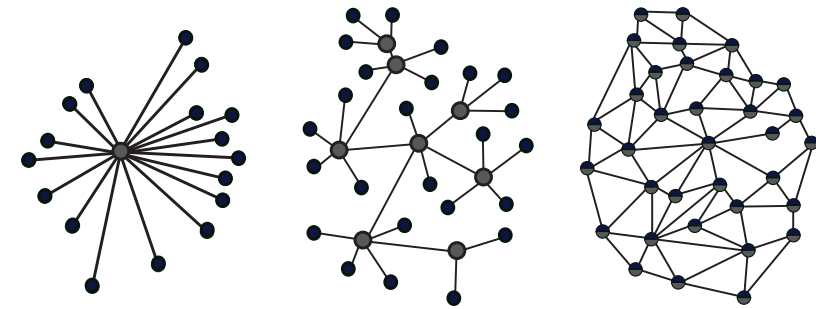
El más importante desarrollo que tiene actualmente la red eléctrica consiste en un cambio profundo en su paradigma más importante: su centralización.

A muy grandes rasgos, la operación tradicional de un sistema eléctrico siempre ha sido centralizada (a excepción de etapas muy primarias). Es decir, toda la capacidad de decisión, misma que incluye las elecciones relativas a inversión, financiamiento, mantenimiento, expansión y penetración, entre otras, son tomadas de manera central, lo cual da lugar a que los diversos servicios y productos eléctricos solo se provean unidireccionalmente a los centros de carga.

A este modelo se siguieron avances que, como se describirá más adelante, han disminuido de manera progresiva el acaparamiento centralizado de la capacidad de decisión. Por el grado de descentralización de esta capacidad, a nivel teórico y con fines explicativos, podemos afirmar que junto al esquema centralizado han surgido dos nuevos esquemas: el desconcentrado y el distribuido, que se representan en el siguiente esquema desarrollado por Sklar y Ra (Sklar & Ra, 2018).

Esquema desconcentración y descentralización de sistemas

Suministrador usuario



a) Centralizado

b) Desconcentrado

c) Distribuido

- a) Sistemas Centralizados.** Los usuarios en estos esquemas centralizados no consideran al sistema eléctrico como algo en lo que puedan participar o ejercer alguna injerencia, ellos son solo agentes pasivos que toman el suministro eléctrico como un servicio con costos y calidades fijas, gestionadas de manera exógena a ellos.
- b) Sistemas Desconcentrados.** El surgimiento del proceso de desconcentración eléctrica consiste en que la referida capacidad de decisión ya no está controlada a través de una exclusividad monopólica, sino que ha alcanzado cierto grado de diseminación y ya existen decisiones que se llevan a cabo por unidades independientes, que coordinan y otorgan diversos servicios eléctricos a usuarios que pertenecen a uno de los grupos creados alrededor de dichas unidades generadoras.
- c) Sistemas Distribuidos.** En este esquema la capacidad de decisión se ha diseminado completamente hacia los usuarios, quienes, ahora con capacidad propia de generación y procesos de decisión independientes, determinan activamente acciones de inversión, financiamiento, expansión y penetración del servicio

que ellos mismos proveen. Cada usuario es un agente activo y su capacidad de decisión se integra plenamente al sistema eléctrico.

Es importante destacar que el concepto de capacidad de decisión que estamos describiendo desborda a la simple iniciativa de poder generar energía eléctrica. Es decir, sin duda el surgimiento de usuarios con capacidad de generación (entre los que se destacan los pequeños usuarios conocidos como *prosumers*) es uno de los catalizadores de la descentralización eléctrica en México, por ejemplo, a través de los nuevos esquemas legales como el abasto aislado y la generación distribuida (comentados más adelante). Sin embargo, los nuevos servicios y capacidades van más allá de adicionar nueva capacidad de generación, por ejemplo, un *prosumer* puede dar otros servicios o productos tales como almacenamiento, regulación y administración de la demanda, sin soslayar que es ese mismo usuario el que decidió, de manera descentralizada, tomar el costo y el riesgo de invertir e instalar esta nueva capacidad sin ninguna intervención de un planificador central.

El avance de la descentralización eléctrica en México

A partir de la nacionalización de la industria eléctrica de 1960, el modelo centralizado quedaría plasmado en la norma de mayor jerarquía jurídica, reservando al Estado toda generación para fines del servicio público.

No obstante, aun dentro de ese marco constitucional, México inició un proceso de superación del sistema centralizado desde 1992, con reformas a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica que no solo permitieron a privados generar electricidad destinada al autoabastecimiento sino también a otras modalidades cuyo fin no era el servicio público: cogeneración, pequeña producción y producción independiente (Comisión Reguladora de Energía, 1997).

Lo que se registró fue que empresas con cierta sofisticación y escala pudieron “desconcentrarse” y empezar a ejercer capacidad de decisión para satisfacer sus necesidades y las de sus socios/clientes, constituyendo importantes esquemas de distribución privada, tales como las sociedades de autoabasto.

Aquí es importante señalar que los cambios regulatorios crearon la oportunidad de recolocar este poder de decisión, aprovechado luego por empresas industriales y grandes comerciales, además de gobiernos locales. Para los usuarios más pequeños los nuevos espacios regulatorios pasaron muy desapercibidos.

Finalmente, ya dentro del contexto de la Reforma Energética de 2013, la Ley de la Industria Eléctrica de 2014 (LIE) determina que los permisos otorgados bajo el marco legal anterior serán respetados en sus términos (Cámara de Diputados, s/f), por lo que las sociedades de autoabasto seguirán operando en “régimen legado” por los años que le resten a su título.

El surgimiento del esquema distribuido

La implementación práctica del esquema distribuido en México sigue, de manera preponderante, tres diferentes medios a través de los cuales se registra el surgimiento de un nuevo poder de decisión en los usuarios de energía eléctrica.

a. Generación distribuida

En términos generales, generación distribuida hace referencia a una serie de tecnologías, principalmente solar fotovoltaica, que han permitido que plantas en pequeña escala sean instaladas en el mismo sitio donde su generación va a ser consumida; en tanto ya está “distribuida”, dicha generación no requiere de su transporte.

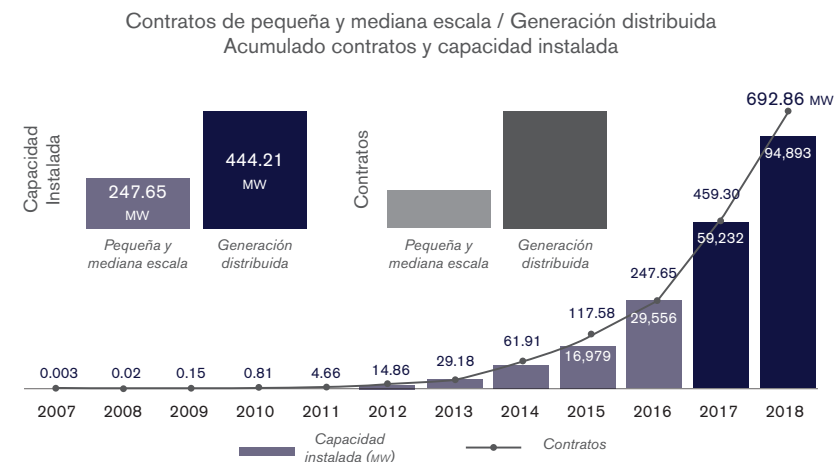
Es útil destacar que estos tipos de generación eléctrica distribuida es como de manera inicial surgieron los mecanis-

mos para la iluminación; aquellos que crecimos en ciudades pequeñas durante las últimas décadas del siglo pasado aún podemos recordar que el uso de quinqués y lámparas de queroseno no era inusual. El sistema nació distribuido, y ahora esta generación está teniendo un regreso, en formas mucho más poderosas.

En el ámbito legal, la LIE, en su artículo 2º, fracción XXIII, define a la generación distribuida como la generación de energía eléctrica que cumple con las siguientes características: a) se realiza por un generador exento en los términos de la LIE y b) se realiza en una central eléctrica que se encuentra interconectada a un circuito de distribución que contenga una alta concentración de centros de carga. De esta forma, la generación distribuida siempre debe estar conectada a una red de distribución, lo que hace que, al menos en una concepción jurídica, una generación desconectada de la red (*off grid*) no se considere legalmente en México como “distribuida”.

El marco legal también exige que la generación distribuida tenga una capacidad máxima de 0.5 MW que es la medida máxima que puede tener un generador para no requerir de un permiso gubernamental para producir electricidad, en los términos de la fracción XXV del mismo artículo 2º de la LIE. Sin duda, esta medida debería elevarse para incluir mayor potencial de participantes.

Evolución acumulada



Fuente: Comisión Reguladora de Energía.

Según datos de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la generación distribuida ha tenido un avance relativamente rápido en México, pero aún representa un poco menos del 0.9% de la capacidad instalada de generación total del país; siendo ese porcentaje mucho más alto en otras latitudes, por ejemplo, en California ese porcentaje ronda más del 10% (California Distributed Generation Statistics, 2019) mientras que en Alemania la generación distribuida representa al menos el 22% de la capacidad instalada (Anaya & Pollitt, 2014) desde hace varios años.

En México, el marco legal de la generación distribuida es tecnológicamente neutro, un enfoque que, por cierto, ha probado ser virtuoso en el impulso a la competencia entre diferentes tecnologías; sin embargo, la energía solar fotovoltaica está demostrando ser la líder en temas de generación *in situ*, debido a su escala manejable y su bajo costo.

b. Abasto aislado

El artículo 22 de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) define abasto aislado a la generación de energía eléctrica para la satisfacción de necesidades propias, sin transmitir dicha energía por la red nacional de transmisión o por las redes generales de distribución. Aunque el abasto aislado se corresponde con el esquema distribuido, tiene la ventaja de que en México sí permite generación por encima del límite de 0.5 MW, permitiendo que sea un esquema utilizado por usuarios con consumo de energía muy intensivo.

Para ceñirse al texto de la LIE y evitar una competencia en desigualdad de condiciones con los suministradores, el requerimiento de que el abasto aislado fuera destinado a la satisfacción de necesidades propias fue interpretado por la CRE como la necesidad de integración entre la unidad de generación y el centro de carga, exigiendo que ambas pertezcan al mismo grupo de interés económico (Comisión Reguladora de Energía, 2017).

c. Agregadores

La expansión de los esquemas distribuidos también ha ocasionado el surgimiento de compañías que ofrecen sus servicios y su conocimiento del mercado como representantes de los usuarios para ser intermediarios entre estos y el mercado e incluso financiar la instalación a cambio de tener una participación en las ganancias. En México, los suministradores y comercializadores tienen la facultad de representar generadores exentos, mientras que usuarios calificados pueden representarse a sí mismos o a su demanda controlable.

A pesar de compartir la incipiente de los esquemas distribuidos en general, estos acuerdos con terceros agregadores han tenido gran éxito en otros países. En el año 2015, en Nueva Jersey, los acuerdos de financiamiento y operación cubrieron el 83% del mercado residencial solar, en Nueva York el porcentaje fue de 50% y en California alrededor del 69% (Solar Energy Industry Association, 2019).

Futuros desarrollos regulatorios de los recursos distribuidos

Es importante recordar que el esquema distribuido, aun siendo impulsado por francos avances tecnológicos, también requiere de un ambiente regulatorio adecuado. No hay que soslayar nunca que la buena regulación es lo que permite que esta tecnología penetre y responda a incentivos eficientes; el éxito del desarrollo de los sistemas distribuidos en otras latitudes pueden darnos una idea de los próximos hitos en México.

a. Almacenamiento Distribuido

Una de las barreras más relevantes y que ha dirigido el diseño básico de todos los sistemas eléctricos es la limitación de un almacenamiento eficiente de energía, particularmente ante la necesidad de un balance en tiempo real. No obstante, avances tecnológicos y reducciones en los costos están permitiendo que el almacenamiento sea una opción viable.

Los avances más visibles se han dado en los almacenamientos de electricidad a gran escala, llamados *utility scale storage*; no obstante, el almacenamiento pequeño de electricidad dentro de las instalaciones de usuarios, conocido como almacenamiento atrás del medidor, permite a los usuarios (con tarifas horarias) consumir más cuando las tarifas son bajas y menos cuando las tarifas tienen un precio más elevado.

De igual manera, cuando estas tecnologías se usan de manera conjunta con generación distribuida, otorgan mucha más flexibilidad, e incluso la posibilidad de optar por el extremo de desconectarse de la red y ser un usuario *off grid*, sin comprometer el suministro.

La complejidad regulatoria del almacenamiento se deriva de su enorme versatilidad, generación, capacidad, potencia y otros servicios o productos se encuentran en mercados en donde el

almacenamiento puede llegar a competir. Esta versatilidad de ninguna forma puede considerarse como una deficiencia, sin embargo, la regulación eficiente de estos mercados requiere claridad con respecto a la forma de establecer los precios o tarifas para estos servicios.

Una salida regulatoria probable podría comenzar por considerar que sea el propio desarrollador de almacenamiento el que determine ante la autoridad para qué uso o mercado quiere desarrollar dicha capacidad de almacenamiento; es decir, que sea el propio mercado el que informe y se comprometa ante el regulador a determinar el perfil que le quiere dar a su batería, lo que ahorraría los tiempos que las entidades responsables de regulación pueden llegar a tomar cuando tratan de sustituir, con sus decisiones, las decisiones del mercado.

En México, el marco regulatorio del almacenamiento está en desarrollo, si bien las reglas del mercado ya expresan el mandato de que el almacenamiento debe ser considerado en todo el potencial de productos que pueda otorgar,² y la CRE ya impulsa un proyecto de acuerdo de interpretación relativo a los productos y servicios que pueden ofrecer los integrantes de la industria eléctrica que desarrollen actividades de almacenamiento de electricidad, se requiere de mayor claridad y certeza regulatoria para que se inicien estas figuras de manera extendida.

b. Integración de vehículos eléctricos

El incremento de vehículos eléctricos en algunas latitudes es una de las disrupciones virtuosas que más se han estado desarrollando en los mercados eléctricos. Las tecnologías V2G (*vehicle to grid*) prometen que la expansión de la flota de autos eléctricos —además de ampliar la competencia y cambiar las estructuras de mercados de transporte para siempre— per-

mitirá a estos vehículos conectarse directamente a la red eléctrica y ser considerados parte de sus recursos distribuidos, por ejemplo, ofreciendo la capacidad de almacenamiento de sus baterías, facilitando la demanda controlable o simplemente ofreciendo la disponibilidad de energía a la red en cuanto esta lo necesite.

California ha sido pionera en considerar a los vehículos eléctricos como auténticos recursos distribuidos, con un importante esfuerzo para impulsar su integración a través de planes y programas que buscan aprovechar estos nuevos recursos (California Energy Commission, 2019). En México, el impulso a los vehículos eléctricos aún requiere de mucho mayor desarrollo; no obstante, con acciones regulatorias se atendió de manera adecuada la necesidad de dar seguridad a la instalación de nuevas electrolineras (Comisión Reguladora de Energía, 2018).

c. Demanda controlable

De acuerdo con el artículo 2, fracción XVII, de la LIE, la demanda controlable se define como la demanda de energía eléctrica que los usuarios finales o sus representantes ofrecen reducir conforme a las reglas del mercado. Se trata de un auténtico producto eléctrico que busca generar incentivos para que los usuarios intervengan en sus propios patrones de consumo, simplemente reaccionando a una señal de mercado.

Por su parte, el artículo 49 de la LIE establece que los usuarios de suministro básico con demanda controlable podrán ofrecer su reducción de demanda a través de un suministrador, lo cual pone a disposición la estructura legal necesaria para que el nuevo producto pueda ser incluido entre las opciones a ser comercializadas en el mercado eléctrico mayorista; sin embargo, aún se espera la regulación que implemente la figura.

¿Cuáles son las opciones que puede tomar el regulador para implementar dicha política en el ámbito distribuido? Son básicamente:

² Así lo dispone la Base 3.3.21, 1, (a) de las Bases del Mercado Eléctrico, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Septiembre de 2015.

camente dos, una que tenga un componente de diseño tarifario que permita introducir tarifas dinámicas para que el consumo en horas pico sea más costoso; en segundo lugar, está el pago que el operador de la red puede hacer a los usuarios que reduzcan el consumo en ciertos momentos del día donde el sistema reporta mayor estrés, como por ejemplo un lunes alrededor las 6 pm, que en la mayoría de las regiones del país las personas regresan a sus hogares y la iluminación natural empieza a menguar. Se esperaría que el regulador tomara esta segunda opción, la más adecuada para apresurar una señal de precio que incentive la oferta de demanda controlable.

A manera de conclusión: Sistemas distribuidos y combate a la crisis climática

Las energías renovables son ahora la tercera fuente de energía eléctrica más importante; en 2014, a nivel global, 24% de la energía eléctrica fue generada a partir de fuentes renovables siendo la energía hidráulica la más significativa con un 17% (Center for Climate and Energy Solutions, 2019).

No obstante, y expuesto de manera contundente, las emisiones de gases con efecto invernadero no cederán a menos que, entre otras medidas, haya una transición rápida hacia fuentes de energía limpia que detengan y reviertan la dependencia de combustibles fósiles con fines de generación eléctrica y transporte, de tal manera que se llegue, tal y como se ha proyectado en el Acuerdo de París, a mantener un incremento de temperatura menor a los 2 grados celsius sobre niveles pre-industriales y hacer esfuerzos para limitar incrementos de temperatura más allá de los 1.5 grados celsius (Naciones Unidas, 2018).

¿Cuál es el papel del avance de los esquemas distribuidos y sus recursos en esta lucha? En la última mitad del siglo pasado, el surgimiento de los primeros esquemas desconcentrados fue impul-

sado en buena medida por el avance tecnológico que la generación de ciclo combinado, la cual tuvo un impacto en escalas y detonó la liberalización de los mercados de generación y energía, aboliendo el supuesto de “monopolio natural” que justificaba la existencia de los esquemas centralizados en generación (aunque aún persista en transmisión y distribución, por ahora).

Actualmente, el surgimiento de los esquemas distribuidos se basa en una disrupción tecnológica aun más poderosa. Las energías renovables han hecho avanzar como nunca la reducción de economías de escala, siendo el panel solar fotovoltaico el ejemplo más tangible del acceso de los pequeños usuarios al mercado de la producción eléctrica, no solamente haciendo referencia al tamaño de la planta, sino a todos los procesos involucrados en la instalación de capacidad de generación distribuida; costos, riesgos y las barreras de entrada se ven disminuidas gracias a la tecnología.

Y esta es la gran diferencia con las fuentes fósiles, la energía renovable no se basa en un “combustible”, sino en la tecnología. Y mientras la dependencia en combustible siempre enfrentará costos y riesgos de abasto, operación y combustión, la tecnología no tiene ningún límite en cuanto a su desarrollo, sin omitir que el insumo renovable (luz solar, viento, etcétera) es gratis.

De esta forma, en el 2018 se registró que la inversión global en energía renovable llegó a los \$288.9 miles de millones de dólares, excediendo la inversión en fuentes basadas en combustibles fósiles y con un enfoque importante en la energía solar (REN21, s/f).

El desarrollo del esquema distribuido se basa en este nuevo entorno, donde la capacidad de generación es asequible hasta para pequeños usuarios e incluso se llega a hablar del “efecto iPhone” en el sector eléctrico (The Robert Schuman Centre for Advanced Studies, 2019), donde, con base en economías de alcance, se mezclan diferentes tipos de aplicaciones tecnológicas en un solo espacio para crear un producto completamente nue-

vo, con el potencial de alcanzar aun mayores eficiencias y reducción de costos, como sería una residencia con una instalación de energía solar fotovoltaica, una unidad de almacenamiento y la capacidad de proveer demanda controlable al mercado, todo ello interactuando simultáneamente.

Es muy necesario un ambiente regulatorio que promueva la flexibilidad necesaria para la implementación y combinación de estos recursos, para que su penetración alcance todo su potencial. Sin soslayar otros retos que conforman la agenda de una industria eléctrica en un contexto de combate a la crisis climática, los recursos distribuidos permiten a los usuarios llevar esta conciencia de que ser parte de lucha contra el cambio climático implica el compromiso de tomar la decisión, de tomar acciones en nuestra vida diaria, incluyendo nuestros hogares.

Referencias

Acuerdo de la Comisión Reguladora de Energía por el cual se emite el criterio de interpretación del artículo 46, fracción I de la Ley de la Industria Eléctrica, en materia de venta de energía eléctrica de un usuario final a un tercero, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2018.

Acuerdo de la Comisión Reguladora de Energía por el que se emite el criterio de interpretación del concepto "necesidades propias", establecido en el artículo 22 de la Ley de la Industria Eléctrica, y por el que se describen los aspectos generales aplicables a la actividad de Abasto Aislado, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de noviembre de 2017.

Anaya, Karim & Pollitt, Michael (2014). Integrating Distributed Generation: Regulation and Trends in Three Leading Countries. Energy Policy. 85.10.1016/j.enpol.2015.04.017.

Bases del Mercado Eléctrico, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Septiembre de 2015.

California Distributed Generation Statistics (2019) Disponible en: <https://bit.ly/36qck3V>

California Energy Commission (2019). 'California Vehicle-Grid Integration Roadmap Update'. Disponible en: <https://bit.ly/2NsYLBw>
Cámara de Diputados (s/f). Artículo Décimo Transitorio de la Ley de la Industria Eléctrica. Disponible en: <https://bit.ly/2JBy3fK>

Center for Climate and Energy Solutions (2019). 'Renewable Energy at-a-glance'. Disponible en: <https://bit.ly/2WBUzP1>

Comisión Reguladora de Energía (1997). Se expanden posibilidades de Generación Privada de Energía Eléctrica". Disponible en: <https://bit.ly/2C1Jucc>

Comisión Reguladora de Energía (2017). "Acuerdo de la Comisión Reguladora de Energía por el que se emite el criterio de interpretación del concepto *necesidades propias*, establecido en el artículo 22 de la Ley de la Industria Eléctrica, y por el que se describen los aspectos generales aplicables a la actividad de Abasto Aislado" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de noviembre de 2017.

Comisión Reguladora de Energía (2018). "Acuerdo de la Comisión Reguladora de Energía por el cual se emite el criterio de interpretación del artículo 46, fracción I de la Ley de la Industria Eléctrica, en materia de venta de energía eléctrica de un usuario final a un tercero", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2018.

Ley de la Industria Eléctrica, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 11 de Agosto de 2014.

Naciones Unidas (2018). 'Paris Agreement- Status of Ratification'. Disponible en: <https://bit.ly/2r1MWBw>

REN21 (s/f). 'Renewable 2019 Global Status Report'. Disponible en: <https://bit.ly/2WD9BQo>

Sklar, Scott y Ra K., Hyon (2018). Reconstrucción de la infraestructura en las islas del caribe tras un huracán: cuando el modelo 'business-as-usual' es riesgoso. Alianza de Energía y Clima de

la Américas. Disponible en: <https://bit.ly/2Pwzv6O>

Solar Energy Industry Association, (2019). 'Third-Party Solar Financing'. Disponible en: <https://bit.ly/2q889cA>

The Robert Schuman Centre for Advanced Studies (2019). 'Best Paper of the Conference | Regulation of Infrastructures 2019'. Disponible en: <https://bit.ly/2pIM1LQ>

ACTUALIZACIÓN DE LA LEGISLACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO, EN MATERIA DE FUENTES RENOVABLES: CERTIFICADOS DE ENERGÍAS LIMPIAS Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Jaime Tadeo Castelán Olguín

“La energía y la persistencia conquistan todas las cosas”

Benjamín Franklin

El Gobierno de México ha llevado a cabo diversas reformas para promover la generación de energía a partir de fuentes renovables, con la finalidad de minimizar los efectos del cambio climático. Resulta importante señalar que todas las reformas que se han impulsado en la materia y que fueron aprobadas en los últimos años, han sido importantes intentos para incrementar este mecanismo de generación, y si bien ninguna reforma es perfecta, todas y cada una tienen áreas de oportunidad y mejora continua, a partir de los efectos que tienen las normas en el transcurso de su periodo de implementación.

Como ya es por todos conocido, nuestro país tiene un alto potencial para la generación de energía a través de fuentes renovables, debido a sus características geográficas, físicas y naturales. Los retos de la transición energética sobrepasan el reto del agotamiento de los recursos petroleros, ya que se ha incorporado en la agenda nacional la imperiosa necesidad de generar energía limpia con la finalidad de contribuir al medio ambiente, a través de la reducción de los gases de efecto Invernadero que producen las plantas de generación con una menor eficiencia energética (carbón, diésel, combustóleo, etc.) (Chanona & Lozano, 2013).

México fue el segundo país del mundo, después del Reino Unido, en incorporar metas de generación limpia en su marco nor-

mativo (Hernández, 2018), específicamente en la abrogada Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética¹ en la que se estableció la obligación de definir, en el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables, metas de participación de las energías renovables en la generación de electricidad, las cuales irían aumentando gradualmente sobre bases de viabilidad económica y potencial técnico existente.²

La preservación del medio ambiente ha sido una constante en temas de la agenda internacional, a partir de la celebración de la Cumbre de Río de 1992 y las negociaciones sobre el cambio climático que dieron como resultado la suscripción del Protocolo de Kioto en 1997. Nuestro país históricamente ha tenido un comportamiento excepcional en el ámbito diplomático, lo cual se traduce en la suscripción de un sinnúmero de compromisos de carácter internacional (tratados, acuerdos multilaterales, bilaterales, etcétera). El liderazgo de México en la materia tuvo vital relevancia, siendo sede en 2010 de la 16° Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP16), que tuvo como resultado una serie de compromisos que derivaron en la suscripción del Acuerdo de París (SENER, s/f) el cual establece que todas las partes firmantes del documento tienen la obligación de reducir sus emisiones. Bajo esta tesitura, México adoptó la obligación de carácter nacional de cumplir con los compromisos asumidos, mediante la aprobación de la Ley General de Cambio Climático en 2012.

La citada Ley General estableció la obligación para la Secretaría de Energía en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de promover que la generación de energía eléctrica

¹ Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2018, y abrogada el 24 de diciembre de 2015.

² El artículo 3, fracción XI, de la abrogada Ley establecía que dichas metas deberían ser actualizadas y reportadas semestralmente, y se expresarán en términos de porcentajes mínimos de capacidad instalada y porcentajes mínimos de suministro eléctrico, e incluirán metas para los suministradores y los generadores.

proveniente de fuentes de energías limpias alcance la cifra de por lo menos el 35% para el año 2024.³

La referida meta se contraponía con una obligación legal que tenía la CFE, en la entonces Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica,⁴ de generar energía dando prioridad a la producción que resulte de menor costo para el entonces organismo descentralizado, toda vez que la producción a partir de energías limpias generalmente es más costosa que la producción a partir de energías fósiles. Dicha contradicción normativa detuvo las acciones para llevar a cabo la generación de energía a través de fuentes renovables.

Sin embargo, con la reforma constitucional de 2013 se establecieron bases para instruir al Congreso de la Unión a realizar las adecuaciones del marco jurídico, con la finalidad de que el Estado procurara la protección y cuidado del medio ambiente y, específicamente en materia de electricidad, el Constituyente determinó que la ley establecería para los participantes de la industria eléctrica obligaciones de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes. De igual manera, el Constituyente instruyó a la Secretaría de Energía (SENER) incluir, en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, una estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios y, al Congreso de la Unión, la emisión de una ley en materia de geotermia.⁵

Al respecto, el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 señaló que el éxito de las medidas de eficiencia energética dependería en buena parte de la existencia de las sinergias institucionales, así como de un marco regulatorio que

³ Tercero transitorio, inciso e) de la Ley General de Cambio Climático publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012.

⁴ Artículo 36 Bis, de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la cual fue abrogada el 11 de agosto de 2014.

⁵ Décimo Séptimo y Décimo Octavo Transitorios del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de Energía, publicado el 20 de diciembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.

fomentara la participación del sector privado; y subrayó la necesidad de promover la eficiencia energética a través de la creación de normativa y la actualización de la existente (SENER, 2014).

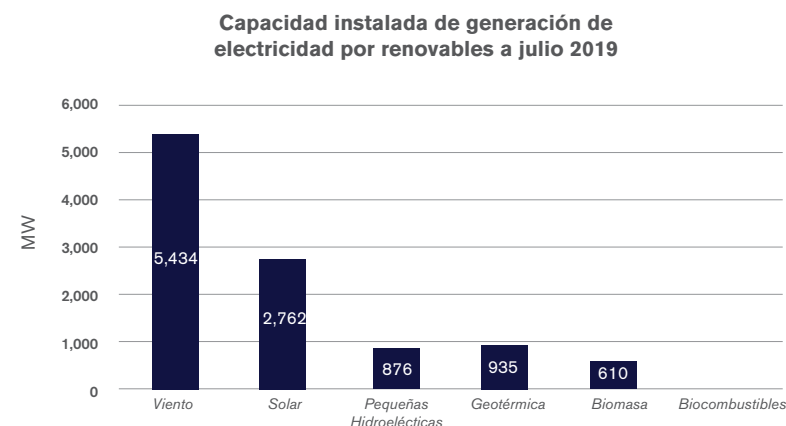
Ante lo señalado, el Ejecutivo Federal promulgó diversos ordenamientos jurídicos que derivan de la citada reforma constitucional, como la Ley de la Industria Eléctrica (LIE),⁶ que incluyó novedosos mecanismos para incentivar la generación de electricidad mediante fuentes de energías limpias, así como el mecanismo de los Certificados de Energías Limpias (CEL). La LIE regula las actividades relacionadas con la operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), teniendo como finalidad la promoción del desarrollo sustentable de la industria, estableciendo obligaciones para sus participantes en materia de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes. Otro avance importante de la LIE es que establece de manera clara las atribuciones de la SENER y de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) en la materia; aunado a que establece la creación del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) como un organismo público descentralizado, independiente de la CFE, quien tiene como principal atribución llevar a cabo el control del sistema eléctrico nacional y del MEM.

Por su parte, se aprobó la Ley de Transición Energética, la cual tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.⁷

Como un dato importante, el Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL) publicó datos de actualización para la generación de energía eléctrica en el país, conforme a la última actualización de diciembre de 2016 que, en comparación con los datos que contenían la actualización de junio de 2015, refleja que las fuentes renovables

que se aprovechan mayormente en México son la hidráulica, la eólica y la geotérmica.

Cabe señalar que en los últimos 4 años la generación eólica y solar han tenido un incremento significativo, derivado de la introducción del mecanismo de CEL. Lo anterior queda de manifiesto en la gráfica que muestra que, al cierre de julio de 2019, en México se encuentran instalados 10,619.76 MW de capacidad renovable de las siguientes tecnologías: solar, eólica, pequeñas hidroeléctricas, biocombustible, de acuerdo con la siguiente gráfica:



Fuente: Bloomberg New Energy Finance (BNEF)

Al respecto, y toda vez que el tema que nos ocupa podría ser objeto de un trabajo de tesis doctoral, abordaré el análisis y la propuesta de reforma sobre dos temas de vital trascendencia en materia de generación a partir de fuentes renovables: i) la regulación en materia de CEL y ii) el esquema de generación distribuida.

Regulación en materia de CEL

La creación de MEM (el cual inició sus operaciones en enero de 2016) dio lugar a que sus participantes pudieran vender y comprar

⁶ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.

⁷ Artículo 1, de la Ley para la Transición Energética, publicada el 24 de diciembre de 2015 en el Diario Oficial de la Federación.

energía eléctrica, potencia, CEL, servicios conexos y cualquier otro producto asociado que se requiera para el funcionamiento del sistema eléctrico nacional.

Dentro de los mercados que conforman el MEM, se encuentra el Mercado de Certificados de Energías Limpias. 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 y que sirve para cumplir los requisitos asociados al consumo de los Centros de Carga.⁸ Los CEL se emiten cuando se genera 1 MWh de electricidad proveniente de un recurso de energía limpia y deben ser adquiridos por los participantes obligados del mercado para satisfacer un requerimiento anual de consumo proveniente de energías limpias. En México, el requerimiento de CEL⁹ para el 2018 se ha establecido en 5%,¹⁰ para 2019 en 5.8%,¹¹ para 2020 en 7.4%, para 2021 en 10.9% y para 2022 en 13.9%.¹²

La LIE determina que la SENER establecerá las obligaciones para adquirir Certificados de Energías Limpias e instrumentará los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, así como los criterios para su otorgamiento en favor de los generadores y generadores exentos que produzcan energía eléctrica a partir de energías limpias.

⁸ Artículo 3, fracción VIII, de la LIE.

⁹ El artículo 124 de la LIE, establece que en el primer trimestre de cada año calendario, la SENER establecerá los requisitos para la adquisición de CEL a ser cumplidos durante los tres años posteriores a la emisión de dichos requisitos, pudiendo establecer requisitos para años adicionales posteriores. Una vez establecidos los requisitos para un año futuro, no se reducirá.

¹⁰ Aviso por el que se da a conocer el requisito para la adquisición de Certificados de Energías Limpias en 2018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de marzo de 2015.

¹¹ Aviso por el que se da a conocer el requisito para la adquisición de Certificados de Energías Limpias en 2019, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de marzo de 2016.

¹² Aviso por el que se da a conocer el requisito para la adquisición de Certificados de Energías Limpias en 2020, 2021 y 2022, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de marzo de 2017.

La relevancia que tienen los CEL radica en que son el instrumento para lograr el cumplimiento de la meta anual en cuanto a la producción de energía limpia que México está obligado a alcanzar, así como para el desarrollo de generación limpia; y el citado mercado de CEL está diseñado para dar a los generadores limpios ingresos complementarios, ya que los generadores que tienen costos más bajos y los que producen la energía y la potencia más valiosas serán los que puedan vender sus CEL a menor precio (Hernández, 2018).

Algunos de las principales razones por las que México implementó la regulación, en materia de CEL, son las siguientes:

1. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
2. Diversificar las fuentes de generación de energía eléctrica.
3. Nivelar la competencia de costos entre tecnologías para generación de energía limpias y energías fósiles.

Al cierre de julio de 2019, en el mercado existen un total de 12,619,074 CEL. Se han otorgado a generadores 10,200,277 CEL, mientras que en la cuenta de la CRE (todos los CEL generados pero no reclamados) se tienen 2,418,797 CEL.

Regulación en materia de Generación Distribuida (GD)

Si bien la LIE no define qué es generación, determina la existencia de las figuras de generador, generador exento y generación distribuida, y define claramente que un generador es el titular de uno o varios permisos para generar electricidad en centrales eléctricas, o bien al titular de un contrato de participante de mercado que representa a dichas centrales en el MEM.¹³

Para llevar a cabo las actividades anteriormente descritas, se requiere un permiso de generador, el cual es otorgado por la CRE y

¹³ Artículo 3, fracción XXIV, de la LIE.

tiene una vigencia máxima de 30 años; el citado permiso contiene el derecho a recibir CEL, datos del generador y tipo y características de la generación.¹⁴ Dichos permisos son necesarios siempre y cuando los generadores tengan la capacidad para generar 0.5 MW o más, de lo contrario no se requerirá permiso y estamos ante la figura de un generador exento.¹⁵ Estos generadores exentos pueden llevar a cabo la figura de la GD.

GD, en términos de lo previsto por la LIE, requiere del cumplimiento de dos características:¹⁶ i) se realiza por un generador exento, y ii) se realiza en una central eléctrica que se encuentra interconectada a un circuito de distribución que contenga alta concentración de centros de carga, en los términos de las reglas del mercado. En otras palabras, la GD es un método que utiliza tecnologías de pequeña escala para producir electricidad cerca de sus usuarios finales. En muchos casos, este tipo de generadores pueden proveer electricidad cerca de sus usuarios finales a menor costo, generar mayor potencia y seguridad, así como incurrir en un menor número de consecuencias ambientales que los generadores tradicionales.

La energía eléctrica de la GD puede generarse a través de: Electro Generadores que se utilizan a su vez como sistemas de emergencia, Sistemas de cogeneración, de autoabastecimiento o de energías renovables (SENER, 2018). Tal como señala White & Case en su publicación denominada *Client Alert. Energy, Infrastructure and Project Finance*, con la GD se pretende que microgeneradores de energías renovables puedan vender su energía de una manera más sencilla y expedita que las fuentes de mayor capacidad (White & Chase, 2014).

La LIE establece las reglas para que la GD, que se caracteriza por su desintegración, tenga acceso abierto y no indiscriminado a las

¹⁴ Artículo 17, de la LIE, 20 y 26, del Reglamento de la LIE.

¹⁵ Artículo 3, fracción XXV, de la LIE.

¹⁶ Artículo 3, fracción XXIII, de la LIE.

redes generales de distribución y a los mercados en donde pueda comercializar su producción.¹⁷ Esta es una enorme oportunidad que tiene el Gobierno Federal para satisfacer la demanda eléctrica nacional, sin necesidad de realizar una inversión física en una planta de generación.

La emisión del Manual de interconexión de centrales de generación con capacidad menor a 0.5 MW,¹⁸ fue un gran avance para dar impulso a la GD con respecto a la vaga y anacrónica regulación que establecía la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, toda vez que cambió las condiciones para la interconexión de las pequeñas centrales de generación distribuida: redujo trámites y costos, otorgo plazos ciertos, eliminó potenciales conflictos de interés en la certificación¹⁹ y dio condiciones de transparencia para evitar tratos discriminatorios (Hernández, 2018)

En resumen, tal como señala el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, la generación distribuida representa un área de oportunidad que puede ser aprovechada tanto por las entidades federativas como por los municipios puesto que, además de ser una actividad exenta del permiso, facilita la cobertura en aquellas zonas en las cuales no hay abasto eléctrico a partir del uso de fuentes renovables (Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C., 2017).

Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2033

La presente administración tiene clara la necesidad de incrementar la generación a partir del uso de energías renovables, ante el incremento de la demanda de energía eléctrica que crece día a día en México. De hecho, el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2033 (PRODESEN) establece

¹⁷ Artículo 68, de la LIE.

¹⁸ Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de diciembre de 2016.

¹⁹ Hoy en día, no sólo la CFE tiene la posibilidad de llevar a cabo la certificación, existen unidades de inspección para llevar a cabo el citado requisito.

dentro de los principios y acciones que guían el referido programa lo siguiente:

1. Aumentar la generación eléctrica con energías limpias y renovables, y cumplir con los compromisos internacionales, en relación al cambio climático y reducción de emisiones.
2. Hacer un uso racional y sostenible de todos los recursos energéticos y tecnologías disponibles, para el desarrollo nacional e integrar de manera ordenada, sostenible y confiable las energías limpias y renovables en la matriz energética nacional, para con ello promover la generación y uso de energías limpias, que contribuyan a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la recuperación de los sistemas ecológicos.
3. Producción nacional de ciencia, tecnología, ingeniería e industrias nacionales de equipos y bienes de capital; así como, aprovechar la transferencia tecnológica que llegue al país.
4. Se proyecta una planeación en la demanda de electricidad y su complemento de generación fotovoltaica distribuida que requerirá en un futuro la carga de baterías de vehículos eléctricos en nuestro país para el mediano y largo plazo.
5. De acuerdo a la Ley de Transición Energética es necesario reconocer a la empresa productiva del Estado su contribución a la generación nacional de electricidad con energías limpias, para que apliquen los mismos criterios administrativos y financieros que los demás productores privados.
6. Con base en la autonomía e independencia de cada empresa participante en el mercado eléctrico, se modifica la normatividad que sujeta al subsidio o cargo de costos sobre las empresas productivas del Estado a otros participantes del Sistema Eléctrico Nacional.
7. La generación renovable intermitente deberá cumplir con el criterio de no afectación a la Confiabilidad del Sistema

Eléctrico Nacional, tanto a nivel nacional como regional (SENER, 2019).

Conclusiones

Es importante señalar que las consecuencias y los efectos que derivan de una reforma legal se materializan en un mediano o largo plazo. A medida que se van implementando las reformas, se generan áreas de oportunidad para poder realizar modificaciones.

Actualmente, el MEM se encuentran en un estado de madurez, por lo que es responsabilidad del Ejecutivo Federal que las normas que fueron aprobadas sean implementadas y aplicadas correctamente. Uno de los grandes problemas que ha retrasado la correcta implementación de la reforma eléctrica, ha sido la no aplicación de las normas que fueron aprobadas.

Las áreas de oportunidad que se observan en los temas señalados son las siguientes:

1. La CRE debe aplicar las medidas correctivas y sancionar a aquellos que incumplan con los requerimientos anuales de CEL, cuestión que al día de hoy no se está realizando.
2. Establecer un índice de reducción de emisiones y que el mismo sea directamente proporcional al índice de sustitución de centrales que utilizan energías fósiles, por centrales a partir de fuentes renovables.²⁰
3. Esquemas de reducción gradual de los subsidios que actualmente tienen los esquemas de generación a partir de energías fósiles.
4. Inclusión de metas de generación a partir de proyectos de generación a partir de geotermia.
5. Generar normativa para reconocer, prevenir y minimizar el impacto ambiental de las plantas de generación.

²⁰ Actualmente se cuenta con un índice de reducción de emisiones, pero el mismo no tiene un efecto en la sustitución de centrales.

6. Establecer un esquema de incentivos fiscales para la inversión en esquemas de generación a partir de energías renovables, así como el tratamiento fiscal que tendrán los CEL.
7. Llevar a cabo un ejercicio de simplificación administrativa para los requisitos de interconexión aplicables a la GD.
8. La Secretaría de Energía debería emitir una estrategia para fomentar el otorgamiento de créditos y otros esquemas financieros para el desarrollo de centrales eléctricas a partir de fuentes renovables de energía.
9. Incremento gradual del umbral de 0.5 Mw para ser considerado GD.
10. La CRE tiene la obligación de desarrollar programas de capacitación a empresas, profesionales y técnicos independientes para llevar a cabo la instalación de este tipo de centrales.
11. La SENER cuenta con fondos sectoriales, como lo es el Fondo CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética, para impulsar la investigación científica y tecnológica aplicada, así como para llevar a cabo la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico, y la formación de recursos humanos especializados que resulta imprescindible utilizar.

Referencias

- Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C. (2017). Marco jurídico de las energías renovables en México. Disponible en: <https://bit.ly/3lhjX2V>
- Chanona Burguete, Alejandro y Lozano Vázquez, Alberto (2013). Los desafíos de la seguridad energética y la sustentabilidad ambiental de México, en Chanona Burguete, Alejandro (coord.), *Confrontando modelos de seguridad energética*. México: Sisa/UNAM, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, p. 292.
- Hernández Ochoa, C. (2018). Reforma energética electricidad. México: Fondo de Cultura Económica.

- SENER (2014). Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 (Pronase), abril de 2014, pp. 13-18. Disponible en: <https://bit.ly/39li8Qi>
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.
- Ley General de Cambio Climático.
- Ley de la Industria Eléctrica.
- Ley de Transición Energética.
- Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.
- SENER (2018). Política pública para promover la generación distribuida en México. Disponible en: <https://bit.ly/2JrpMxo>
- SENER (2019). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional. Disponible en: <https://bit.ly/3o5LwOp>
- SENER (s/f). Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpio. Secretaría de Energía y Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) p. 30. Disponible en: <https://bit.ly/2VjynbK>
- White & Case (2014). Reforma Energética en materia de Electricidad. Disponible en: <https://bit.ly/36jDOdv>

EL ROL DE LA REFORMA ENERGÉTICA EN EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS SUSTENTABLES

Jesús Antonio del Río Portilla
Celeste Morales Santiago

Actualmente enfrentamos un cambio climático antropogénico causado fundamentalmente por la quema de hidrocarburos para producir energía. La mayoría del consumo de esos hidrocarburos se ha usado para el transporte y para la producción de electricidad. En el ámbito mundial se han definido los compromisos para contender contra el cambio climático en los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015). En este contexto internacional, en nuestro país fue establecida la llamada Reforma Energética (RE). La RE obedece fundamentalmente a la definición de política económica de aperturar el sector de hidrocarburos a la inversión privada, pero en el camino se establecieron las bases para la inversión en fuentes renovables de energía y orientar la diversificación de la matriz energética del país para cumplir con los ODS.

El marco político necesario para obtener una energía que sea sustentable y asequible debe basarse en una verdadera comprensión de todos los aspectos del mundo de la energía. Además, debe ser realista, equilibrado y estable para que pueda atraer a los inversionistas (Consejo Mundial de la Energía, 2014).

En este breve texto, enfatizamos los aspectos de la RE que fomentan u obstruyen la adopción de las energías renovables y el desarrollo de estas tecnologías, las estrategias implementadas para la consolidación de la seguridad energética de nuestro país, la importancia de la alineación internacional para cumplir los compromisos de alcanzar un futuro sustentable, la evolución de los costos de tecnologías solares y el impacto económico que

representan para la generación de empleo. Finalmente, el apoyo que representa el sector académico para la consolidación de la RE y el impulso de tecnologías energéticas sustentables.

Al menos hasta el siglo pasado, el conocimiento sobre el medio ambiente, los procesos industriales y, en general, de los ecosistemas de nuestro planeta, no podía augurar el cambio climático y la situación de deterioro ambiental al que hemos llegado. En la actualidad es irresponsable no tomar en cuenta que nuestra voraz forma de explotar los recursos naturales y la fuerza de trabajo son actitudes que comprometen la forma natural en que se desarrollan los ecosistemas. Estos ecosistemas son los que nos permiten la vida tal y como la conocemos, somos parte de ellos y, para propiciar el desarrollo de las personas, debemos conocer sus procesos naturales. Hoy en día, nuestro conocimiento del medio natural y de los procesos económicos y sociales nos indican que este sistema económico no es sustentable y que sus crisis recurrentes pueden terminar en desastres sociales y ambientales.

Una de las causas principales del meteórico desarrollo económico ha sido la densidad energética que se encuentra en los hidrocarburos y su fácil acceso. Sin embargo, ya no podemos argumentar que su uso puede ser continuado a la tasa actual sin influir negativamente en nuestro entorno natural. Tampoco podemos argumentar que el actual sistema económico basado en la maximización del consumo es justo y equitativo y conlleva a un bienestar social (del Río, 2013a).

Entre agosto y diciembre de 2013 en México se discutieron los términos de la Reforma Energética que modificaría los artículos 25, 26 y 27 de la Constitución Política, que permitieron la apertura del sector energético mexicano a la inversión privada y extranjera en ciertas actividades de la cadena de valor. A pesar de las protestas, oposición política y los antecedentes históricos, el 20 de diciembre finalmente fue promulgada la RE en el Patio de Honor del Palacio Nacional.

Esta reforma estructural formó parte de las propuestas de campaña electoral del expresidente Enrique Peña Nieto y, desde nuestra opinión, llegó tarde y se aprobó en un contexto adverso para los hidrocarburos. Durante la primera década de este milenio los precios del petróleo marcaron los niveles más altos; pero para el fin del primer tercio de la segunda década los precios del petróleo y el gas natural habían caído drásticamente. Así, mientras las expectativas de inversión en la extracción en aguas profundas caían, en nuestro país se aprobó la RE, lo que a pesar de la apertura a la inversión en el ámbito de extracción de hidrocarburos, colocó a México fuera de las prioridades de los inversionistas. Además, dada la política de desinversión en infraestructura de las entonces paraestatales Petróleos Mexicanos (Pemex) y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que se mantuvo por décadas, al final del 2018 encontramos un sector energético descapitalizado, pero con áreas de oportunidad para las Fuentes Renovables de Energía (FRE).

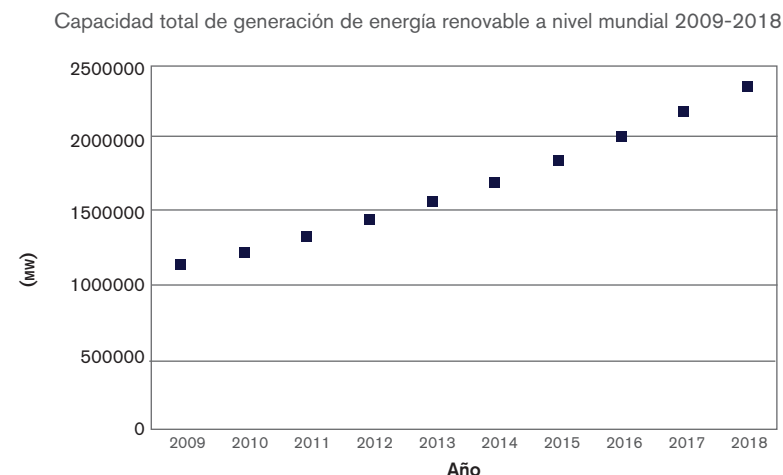
Desde nuestro punto de vista, por un lado, el actual gobierno concibe al petróleo como el principal componente del crecimiento nacional y la forma de garantizar la seguridad energética del país. Por otro lado, la RE se enfoca en propiciar las condiciones para la inversión en la extracción de más hidrocarburos en lugar de fomentar decididamente el ahorro de energía y la utilización de las FRE, como se está haciendo en el resto del mundo. Para fundamentar esta última afirmación podemos observar que, en el ámbito internacional, la capacidad total de generación de energía renovable alcanzó 2,351 gigavatios (GW)¹ a fines del 2018, aproximadamente una tercera parte de la capacidad total de electricidad instalada. La energía hidroeléctrica representó la mayor parte de las renovables con una capacidad instalada de 1,172 GW, aproximadamente la mitad del total. Las energías eólica y solar representaron la mayor parte restante con capacidades de 564 GW y 480 GW respectivamente.

¹ Gigavatio, abreviado GW, es una unidad de potencia en el Sistema Internacional de Unidades equivalente a mil millones de vatios. 1 GW = 1,000,000,000 W.

También se sumaron 121 GW de bioenergía, 13 GW de energía geotérmica y 500 MW de energía marina (energía de mareas, olas y océanos) (IRENA, 2019). No obstante, la transición energética mundial necesita que este crecimiento se acelere todavía más. Según el análisis de IRENA, para descarbonizar el sector energético en la línea de los objetivos climáticos establecidos en el Acuerdo de París, la participación de las energías renovables en la generación eléctrica total debería alcanzar el 85% en 2050 (IRENA, 2018). En la gráfica de puntos observamos el claro crecimiento de la capacidad de generación con renovables.

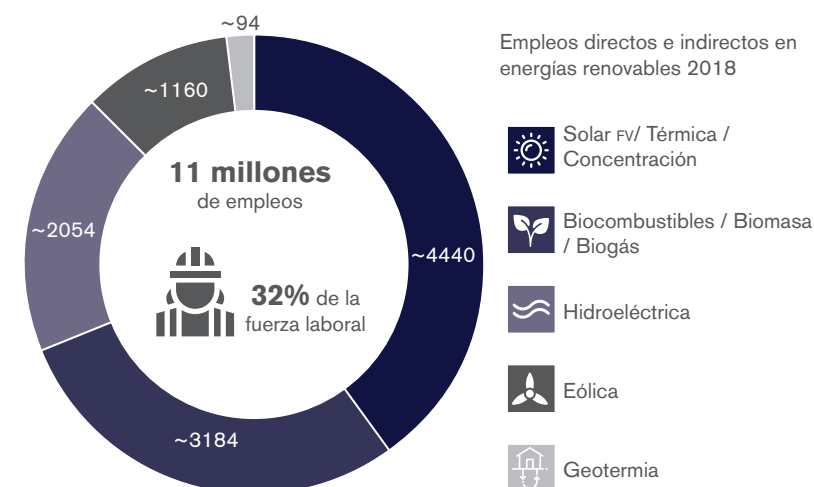
En el contexto de los ámbitos sociales podemos afirmar que a medida que las industrias de energía renovable crecen, la demanda laboral en ellos aumenta. De acuerdo con datos del Renewable Energy and Jobs de IRENA, en 2018, este sector empleó once millones de personas directa o indirectamente. Es importante resaltar que, dentro de este número, las mujeres representan el 32% de la fuerza laboral total de energía renovable, en contraste con 22% que representan la fuerza laboral del petróleo y el gas. Esto representa un avance significativo para el cumplimiento de otro de los ODS, el objetivo cinco: igualdad de género. El incremento de la participación de las mujeres en este sector permite una distribución social más justa de las oportunidades socioeconómicas y propicia un equilibrio de género en la transición energética mundial, al garantizar que las habilidades y opiniones de las mujeres sean incluidas en la creciente industria energética. En nuestro país, el esfuerzo de promoción de la inclusión de las mujeres en actividades científicas y de ingeniería debe ser compartido desde el sector energético. Las industrias de energía solar fotovoltaica (FV), bioenergía, hidroeléctrica y eólica fueron los principales empleadores. En la gráfica de pastel se muestra que la energía solar es la que, proporcionalmente, más empleos demanda.

Crecimiento de la capacidad de generación eléctrica con energías renovables



*La gráfica muestra la capacidad instalada y conectada al final del año natural.
Fuente: Elaboración propia con datos de "Estadísticas de capacidad renovable 2019" de IRENA.

El total incluye la conversión de residuos en energía (41100) y energía oceánica (1100), que refleja principalmente las estimaciones de empleo disponibles en la UE, así como empleos no específicos de tecnología (7600)

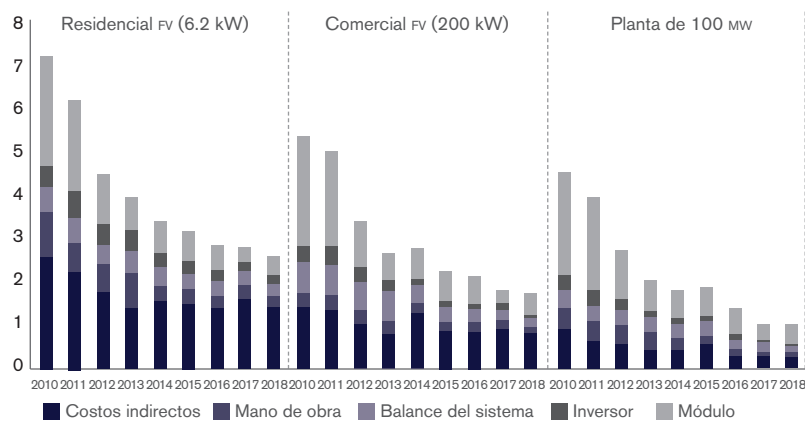


Fuente: Elaboración propia con datos del Renewable Energy and Jobs 2019 de IRENA.

Actualmente los costos de instalación de la energía solar se han vuelto significativamente competitivos, ilustrados en la próxima figura, frente a las fuentes convencionales de generación de energía (Fu et al., 2018). La implantación de calentadores solares, sistemas fotovoltaicos, generadores eólicos o aerobombas sobre las edificaciones actuales es una estrategia a impulsar para disminuir la producción de bióxido de carbono y el impacto negativo ambiental que actualmente se hace al quemar los hidrocarburos. Es posible propiciar una real transición energética desde las raíces de la sociedad, incorporando a los dispositivos que aprovechan las fuentes renovables de energía en la vida cotidiana (del Río, 2013b).

Resumen del índice de referencia de costos de sistemas fotovoltaicos (ajustado por inflación) 2010-2018

Dólares por Watt Corriente Continua



Se observa una disminución de los costos que hacen competitiva la tecnología fotovoltaica.
Fuente: Elaboración propia con datos de NREL.

A pesar de este empuje en el ámbito internacional para las renovables, es lamentable que la RE se haya quedado en la inmediatez, promueve la inversión en extracción de hidrocarburos, pero no prevé la seguridad energética en el largo plazo, además no contempla acciones concretas para evitar la emisión de gases de efecto invernadero y fomenta limitadamente la creación de fuentes de empleo de baja remuneración.

Desde una perspectiva climática, apostar a continuar con un modelo energético basado en fuentes fósiles no es la mejor manera de enfrentar los problemas energéticos de México. Por otro lado, el actual modelo económico, que también sigue la actual administración, impulsa un tipo de desarrollo caracterizado por explotar los recursos naturales y la mano de obra en una forma autodestructiva, en lugar de promover una economía basada en productos o servicios de alto valor agregado.

Sin embargo, la actual RE brinda oportunidades que podrían aprovecharse si se plantean acciones que promuevan el uso de las FRE en forma distribuida e incrementen la generación de energía, mediante fuentes que no emitan gases de efecto invernadero, sin aumentar el contenido de CO₂ en la atmósfera y sobrepasar la insuficiente meta del 35.8%² de la generación de electricidad mediante fuentes limpias³ para el 2024. Es en este campo donde el desarrollo de tecnología renovable para situaciones dentro de los trópicos está abierto.

Tras la presentación del Plan Nacional de Desarrollo (PND) por el actual Gobierno de México, las áreas de oportunidad que se vislumbran en la legislación secundaria de la RE parecen acercarnos a la real transición energética, pues además de la apertura del sector energético mexicano a la participación de particulares, se pretende impulsar el desarrollo con responsabilidad social y protección al medio ambiente. El eje 3 del PND “Desarrollo económico” tiene como principal objetivo “Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a

² La Estrategia Nacional de Energía 2013-2017 (ENE) contemplaba una meta del 35% de la generación de electricidad usando energías limpias en el año 2024. El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 estableció la meta de pasar del 25.6% de energía eléctrica producida mediante fuentes limpias en el 2018 a 35,8% al 2024.

³ Energía limpia no es lo mismo que fuentes renovables de energía. Las fuentes limpias incluyen la energía nuclear, en cambio las fuentes renovables de energía excluyen a la nuclear; ese es el vocabulario que debemos conocer en esta área.

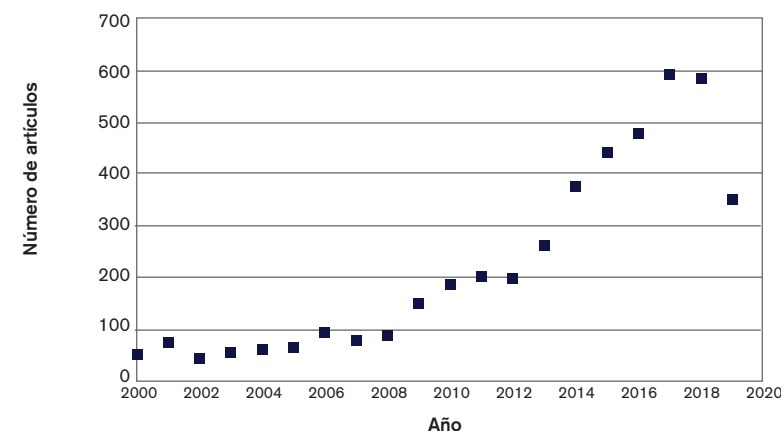
un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio”, de esta manera se pretende “Establecer una política energética soberana, sostenible, baja en emisiones y eficiente para garantizar la accesibilidad, calidad y seguridad energética” (Plan Nacional de Desarrollo, 2019).

Una de las más grandes aportaciones de la RE es la posibilidad de incrementar significativamente la generación de energía con FRE en los próximos años. De esta manera México ha impulsado la creación de estrategias similares a las de otros países⁴ con resultados favorables. En 2013 la Secretaría de Energía (SENER) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) pusieron en marcha la creación de los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIE), que tenían por objetivo cerrar la brecha entre la innovación tecnológica y la comercialización, mediante la creación de clústers entre instituciones académicas, empresas, organizaciones no gubernamentales y otros. Para ello recibieron financiamientos del Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética (FSE). Aunque los CEMIE nacieron como proyectos, finalmente fueron formalizados con la Ley de Transición Energética (LTE) publicada en 2015, con la intención de promover la investigación y el desarrollo de tecnologías energéticas y contribuir enormemente al crecimiento del sector energético nacional; pero no se les dio estructura definida. Con un claro enfoque hacia las energías renovables hoy en día contamos que los siguientes CEMIE: Bioenergía (CEMIE Bio), Eólica (CEMIE Eólico), Geotermia (CEMIE Geo), Océano (CEMIE Océano) y Solar (CEMIE Sol). Hoy en día han sido reducidos a proyectos financiados por el FSE, pero tienen capacidades organizativas interesantes.

⁴ Canadá con los Centros Innovadores de Excelencia para la Investigación y Comercialización (Innovative Centres of Excellence for Commercialization and Research), Reino Unido con el Centro de Bioenergía SUPERGEN (SUPERGEN Bioenergy Hub) y Estados Unidos con los Centros de Innovación en Energía del Departamento de Energía (Energy Innovation Hubs).

Antes de ilustrar los impactos en desarrollo de conocimiento y de tecnología de los CEMIE, veamos la producción científica en tópicos de renovables en este milenio. Podemos contabilizar los artículos de investigación sobre el tema en búsquedas⁵ que muestran 4741 artículos con al menos una institución mexicana desde 1900 a la fecha, en este milenio 4044 y 3668 en esta década; es decir, más de las tres cuartas partes de la investigación mexicana en energías renovables se ha generado en la última década. Adicionalmente, como se puede observar en la siguiente gráfica, la producción científica muestra un incremento después de la conformación de los CEMIE a partir de 2014. Lo que claramente es un impacto indirecto de la RE y de la creación del Fondo Sectorial CONACYT- Secretaría de Energía- Sustentabilidad Energética.

Evolución de los artículos científicos publicados en revistas internacionales con temas sobre energías renovables 2000-2019



Fuente: Elaboración propia con datos del ISI Thomson.

⁵ La búsqueda se realizó en la base de datos del ISI Thomson en julio 2019 con la especificación: TS=(‘Renewable Energy’ OR ‘Wind Power’ OR ‘Eolic Energy’ OR ‘Wind Energy’ OR ‘Wind Turbine’ OR ‘Solar Energy’ OR ‘Photovoltaic**’ OR ‘Solar Thermal’ OR ‘Solar Generation’ OR ‘Solar Cell*’ OR ‘Solar Heater’ OR ‘Hydropower’ OR ‘Hydroenergy’ OR ‘Hydraulic Generation’ OR ‘Hydraulic Energy’ OR ‘Geothermal Energy’ OR ‘Geothermal’ OR ‘Bioenergy’ OR ‘Biofuel’ OR ‘Biogas’ OR ‘Biodiesel’ OR ‘Bioethanol’) AND CU=(Mexico).

El CEMIE Sol es la red más grande. A finales del 2018 participaban en este 1242 personas, 62 universidades y centros de investigación mexicanos, 10 empresas, 22 universidades y centros de investigación internacionales y 1 entidad paraestatal, trabajando en áreas de energía solar fotovoltaica y energía termosolar. Como consecuencia de las primeras ocho etapas el CEMIE Sol, se publicaron 346 artículos científicos, 7 planes de negocio, 175 grados académicos (licenciatura y posgrado), 42 solicitudes de propiedad intelectual y 29 paquetes tecnológicos (CEMIE Sol, 2019). Es decir, hoy en día la creciente industria solar en México puede explorar las posibilidades de negocios construidos con base a estos conocimientos e invertir para generar productos o servicios con valor agregado. El número de patentes solicitadas se incrementó sustancialmente y la disponibilidad para el sector solar es interesante. Sin embargo, recordemos que en 2010 no se armaban paneles fotovoltaicos en nuestro país y hoy hay casi una decena de armadoras, por lo tanto, la transformación de armadores o usuarios a fabricantes es un reto que corresponde al sector empresarial y a la CFE.

Los CEMIE han demostrado que el sector científico tiene la capacidad de generar conocimiento que las empresas pueden utilizar para construir innovación y que de esta forma las ideas lleguen a los usuarios. Insistimos: estas actividades son claramente tareas del creciente sector empresarial privado y de la recientemente transformada CFE. Sin embargo, debemos estar atentos de algunos aspectos que todavía se deberían contemplar en la implementación de la RE y las leyes secundarias con esta nueva administración. Siguiendo la argumentación de IRENA podemos señalar que es necesario: 1) desarrollar marcos de políticas con visión de futuro que se anticipen a las necesidades futuras del sistema eléctrico; 2) adoptar un enfoque sistémico, que reúna innovaciones en tecnología, diseño de mercado, modelos de negocio y operación para que se llegue a los usuarios; 3) fomentar el aprendizaje a través de pruebas y demostraciones continuas; 4) tener en cuenta los cambios de

roles y responsabilidades en la operación del sistema eléctrico que promoverá la generación distribuida; 5) priorizar las innovaciones en el diseño del mercado, ya que fomenta la flexibilidad a un costo relativamente bajo; 6) crear sinergias entre la oferta de energías renovables y la movilidad eléctrica, la calefacción y la refrigeración teniendo en cuenta los aspectos sociales; 7) adoptar un enfoque abierto y cooperativo para la innovación.

La RE sembró iniciativas donde el desarrollo tecnológico en el ámbito energético puede ser construido, pero con menos de un sexenio de funcionamiento no pudo consolidarse. Así, dadas las nuevas conceptualizaciones de la administración actual sobre el sector energético y su aparente desprecio por la sustentabilidad, se genera incertidumbre y escepticismo sobre el futuro del impacto positivo de la RE en el desarrollo de tecnologías energéticas sustentables.

Referencias

- CEMIE Sol (2019). Resultados del periodo inicial del CEMIE Sol. Disponible en: <http://www.cemiesol.mx/cemie-sol/resultados/>
- Consejo Mundial de la Energía. (2014). *Cómo hacer realidad la energía sostenible*. World Energy Council.
- del Río, J. A. (2013a). *Reforma energética, hacia las renovables*. Consultado el 25 de junio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2rl5Fs0>
- del Río, J. A. (2013b). *Una real transición energética*. Consultado el 27 de junio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2pMaCJU>
- Fu, R., Feldman D., y Margolis, R. (2018). *U.S. Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: Q1 2018*. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-6A20-72399. Disponible en: <https://bit.ly/2qGb38O>
- IRENA. (2018). *Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Disponible en: <https://bit.ly/2qqXSzZ>

- IRENA. (2019a). Renewable capacity statistics 2019, International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi ISBN 978-92-9260-123-2 (PDF).
- IRENA. (2019b). *Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2019*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015 en su septuagésimo período de sesiones. Organización de las Naciones Unidas, Asamblea General.
- Plan Nacional de Desarrollo. (2019). Gaceta Parlamentaria. Disponible en: <https://bit.ly/2DayUAo>
- REN21 (2019). *Renewables 2019 Global Status Report* (Paris: REN21 Secretariat). ISBN 978-3-9818911-7-1

CAMINO A LA COP25, COSTA RICA Y CHILE MARCAN EL RUMBO A LA DESCARBONIZACIÓN EN LA REGIÓN

Caso de éxito

Judit Alonso Gonzalbez

El informe especial del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2018) apunta que para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 1.5 °C por encima del nivel preindustrial, las emisiones globales deben caer a cero para 2050.

Teniendo en cuenta que el sistema energético genera dos tercios de las emisiones globales, este se encuentra en el punto de mira. No obstante, el Índice de Transición Energética (EIT, 2019) muestra que la transición energética se ha ralentizado a nivel mundial. Asimismo, el consumo de carbón aumentó en 2018, después de disminuir durante tres años. La electrificación, fundamental para la descarbonización, representa solo el 19% del consumo final total de energía, generada en un 81% por combustibles fósiles.

Con el 8,3% de la población mundial, América Latina y el Caribe aglutinan casi el 6% de la demanda mundial de energía. La Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2019) estima que dicha demanda se incrementará alrededor de un 30% para 2040.

El “Plan de acción regional: Acelerando el despliegue de energía renovable en América Latina” de la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA, 2019), señala que América Latina alberga algunos de los mercados de energía renovable más dinámicos del mundo, con más de un cuarto de su energía primaria generada a partir de fuentes renovables, el doble del promedio mundial. Más de 200 gigavatios (GW) de su potencia (56% del total) provienen de fuentes renovables, principalmente hidroelectricidad de gran escala y biomasa.

Uruguay, Costa Rica y Brasil se encuentran entre los diez países con el puntaje más alto en la dimensión de sostenibilidad ambiental de la EIT con una gran proporción de energías renovables en su suministro total de energía primaria.

En diciembre de 2018, Costa Rica quiso dar un paso más allá de sus esfuerzos medioambientales y se ofreció para albergar la próxima cumbre de Naciones Unidas sobre cambio climático (COP25). No obstante, debido a su falta de capacidad, se decidió que Costa Rica fuera sede de la reunión preparatoria para dicha cumbre, en octubre de 2019, mientras que Chile fue designado a ejercer la presidencia de dicho evento, cuya celebración fue trasladada a Madrid (España) en diciembre de 2019 tras la anulación en Santiago. En el marco de estos acontecimientos, ambos países presentaron durante este año planes para la descarbonización de sus emisiones.

Costa Rica marca la ruta del futuro

Costa Rica cuenta con uno de los pocos sistemas eléctricos descarbonizados del mundo. En 2017, el 99,5% de la electricidad fue generada sin usar combustibles fósiles. Asimismo, la protección del bosque y el pago de servicios ambientales (PSA) permitió revertir la deforestación, de manera que actualmente tiene un 52% de cobertura forestal a diferencia del 21% de finales de los años ochenta. Para ello, el país ha llevado a cabo diversas iniciativas como el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) que, desde el 2010, desarrolla el programa de reducción de emisiones ante el Fondo de Carbono.

No obstante, según la Contribución Nacional Determinada (NDC, por sus siglas en inglés, 2015), presentada en el marco del Acuerdo de París, Costa Rica tendrá que reducir 170.500 toneladas de gases de efecto invernadero (GEI) por año, hasta el 2030, para lograr su meta. En dicha NDC, Costa Rica confirma la orientación de

su economía hacia la carbono neutralidad. Por lo que en febrero de 2019, el gobierno presentó un plan para alcanzar una economía descarbonizada en 2050.

Según explicó a KAS, Andrea Meza, directora de Cambio Climático de Costa Rica, se trata de un “cambio de modelo de desarrollo”. Así, se agregaron los objetivos de descarbonización al plan de desarrollo actual, que también incluye otras metas como la reducción de la pobreza.

Una hoja de ruta reúne las actuaciones que deben implementarse para consolidar el proceso. Las acciones se concentran en tres grandes etapas: etapa inicial (2018-2022), etapa de inflexión (2023-2030) y etapa de normalización del cambio o despliegue masivo (2031-2050). Se tratan de “paquetes de política a corto y mediano plazo”, en los que hay que “lograr tener una visión de largo plazo, pero al mismo tiempo hay que empezar a hacer”, dijo Meza. En este sentido, una de las mayores dificultades es “dar resultados rápidos” ya que la “gente necesita ver resultados en el corto plazo”. No obstante, consideró que “existe un contexto sociopolítico favorable” y apuntó a políticas que se están llevando a cabo en otros países como Noruega y Suecia en materia de conservación de los recursos naturales. Igualmente, destacó la innovación desarrollada por Chile en materia de movilidad y de transporte público en Medellín (Colombia).

El Plan de Descarbonización se estructura en diez ejes que se derivan del patrón de emisiones de gases de efecto invernadero. Dichos ejes pertenecen a cuatro tipos de fuentes de emisiones: Energía (Transporte —colectivo, particular y de carga—, Sistema eléctrico, Sector residencial y comercial y Sector industrial), Procesos industriales, Residuos y Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo (ganadería bovina, agricultura y bosques).

Asimismo, se han trazado diversas estrategias transversales para potenciar estos ejes y el proceso de cambio, entre las que se destaca la Reforma Fiscal Verde, que pretende ser un primer paso para iniciar el proceso de fijar un precio al carbono en Costa Rica.

Ocho estrategias transversales, Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica

Ocho Estrategias Transversales
A. Reforma integral para la nueva institucionalidad del Bicentenario.
B. Reforma fiscal verde.
C. Estrategia de financiamiento y atracción de inversiones para la transformación.
D. Estrategia de digitalización y de economía basada en el conocimiento.
E. Estrategias laborales de "transición justa".
F. Inclusión, derechos humanos y promoción de la igualdad de género.
G. Estrategia de transparencia, métrica y datos abiertos.
H. Estrategia en educación y cultura: La Costa Rica Bicentenario libre de combustibles fósiles.

Desde 2018 se priorizaron acciones vinculadas con los dos sectores que más contribuyen con la carbonización en la economía costarricense: el transporte y el sector agropecuario.

El reto de un transporte limpio

Mientras que en muchos países el sector eléctrico es el gran emisor de GEI, Costa Rica posee una matriz eléctrica diversificada con base en fuentes renovables (hidro, eólico, geotermia, solar, biomasa), que permite el abastecimiento eléctrico con prácticamente cero emisiones. Esta condición propicia una transición energética del uso de los hidrocarburos hacia la electricidad en los sectores de transporte, industria y otros.

La mayor parte de las emisiones de carbono del país proviene del sector transporte. El modelo de transporte privado, público y de

carga carbonizada de Costa Rica. En los últimos treinta años se ha triplicado la flota de vehículos. Este hecho ha provocado una alta dependencia de hidrocarburos. Así, de 1996 a 2016, el país pasó de comprar 6.24.561 de barriles a 20.208.666. Por ello, el carbono generado por la combustión de gasolina y diésel creció 43% entre 2002 y 2012. La flota privada consume el 50% del total de energía usada en el sector transporte comparada con el 10,13% que consume el transporte colectivo. Por otro lado, el 36,5% del consumo total de energía en Costa Rica del sector transporte proviene del transporte de carga.

Diez Ejes de la Descarbonización, Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica

Diez Ejes de la Descarbonización
1. Desarrollo de un sistema de movilidad basado en transporte público seguro, eficiente y renovable, y en esquemas de movilidad activa.
2. Transformación de la flota de vehículos ligeros a cero emisiones, nutrido de energía renovable, no de origen fósil.
3. Fomento de un transporte de carga que adopte modalidades, tecnologías y fuentes de energía cero emisiones o las más bajas posibles.
4. Consolidación del sistema eléctrico nacional con capacidad, flexibilidad, inteligencia, y resiliencia necesaria para abastecer y gestionar energía renovable a costo competitivo.
5. Desarrollo de edificaciones de diversos usos (comercial, residencial, institucional) bajo estándares de alta eficiencia y procesos de bajas emisiones.
6. Transformación del sector industrial mediante procesos y tecnologías que utilicen energía de fuentes renovables u otras eficientes y sostenibles de baja y cero emisiones.
7. Desarrollo de un sistema de gestión integrada de residuos basado en la separación, reutilización, revalorización, y disposición final de máxima eficiencia y bajas emisiones de efecto invernadero.
8. Fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono.
9. Consolidación de modelo ganadero eco-competitivo basado en la eficiencia productiva y disminución de gases de efecto invernadero.
10. Consolidación de un modelo de gestión de territorios rurales, urbanos y costeros que facilite la protección de la biodiversidad, en el incremento y mantenimiento de la cobertura forestal y servicios ecosistémicos a partir de soluciones basadas en la naturaleza.

La descarbonización del transporte protagoniza los tres primeros ejes del plan. Según las previsiones del mismo, entre 2019-2022 se publicará un Plan Nacional de Transporte Eléctrico. Igualmente, se prevé consolidar una “red de carga rápida” para transporte eléctrico, así como la instalación de centros de recarga rápida distribuidos en todo el país, con el objetivo de tener 69 centros de recarga rápida operando en 2022. Posteriormente, se llevarán a cabo acciones para elaborar una hoja de ruta para la producción y el uso de biodiésel, la consolidación del desarrollo de la industria de biocombustibles y la implementación de la Estrategia Nacional de Biocombustibles, entre otras.

Por otro lado, hacia 2025 se adoptarán estándares para migrar a una flota cero emisiones. Entre 2023 y 2030, se prevé la licitación de operación e implementación completa del proyecto del Tren Eléctrico entre Cartago, San José, Heredia y Alajuela. Otras acciones previstas para este periodo son una hoja de ruta para consolidar un clúster de hidrógeno e incrementar el número de municipalidades en el “Programa País Cantonal Carbono Neutralidad 2.0”. En 2035, un 30% de la flota de vehículos ligeros, privados e institucionales será eléctrica y el Tren Eléctrico de Pasajeros operará de manera 100% eléctrica. Para 2050, se prevé que el 95% de la flota sea de cero emisiones y la existencia de una extensa red de recarga eléctrica a lo largo del país, mientras que, en lo que respecta al transporte de carga, el objetivo es establecer metas de reducción para 2026 y 2030 (por ejemplo la reducción del 20% con respecto a 2018).

Para el 2050 la energía eléctrica será fuente de energía primaria para el sector transporte, residencial, comercial e industrial. Para ello, entre 2019 y 2022 se promoverá la modernización del sistema eléctrico y se impulsarán los procesos de electrificación de sectores clave, entre otras acciones. En el periodo siguiente, de 2023-2030, se prevé incrementar las inversiones para masificar la electro-movilidad cero emisiones en el transporte de pasajeros, carga y

vehículos livianos, mientras que de 2031 a 2050, se implementarán estrategias para consolidar el proceso de transición energética, entre otras acciones.

Chile, tras los pasos de Costa Rica en busca de un futuro más sostenible

La NDC de Chile (2015) presentada en el marco del Acuerdo de París apunta que el país es altamente vulnerable a los impactos del cambio climático. En 2012, Chile contribuyó con un 4,7% de las emisiones de la región, situándose por debajo de México, Brasil, Argentina y Venezuela. No obstante, Chile se compromete a reducir para 2030 sus emisiones de CO₂ por unidad de Producto Interior Bruto (PIB) en un 30% con respecto al nivel alcanzado en 2007 (NDC, 2015).

Según el Ministerio de Energía de Chile, en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) existen 28 centrales termoeléctricas a carbón. La generación eléctrica en base a carbón representa un 26% del total de emisiones de GEI de Chile. El parque generador a carbón, que aporta un 40% del total de la generación eléctrica, cuenta con un promedio de 18 años de operación.

No obstante, en el marco de la Ruta Energética 2018-2022, el Ministerio de Energía se comprometió a iniciar el proceso de descarbonización de la matriz eléctrica, a través de la elaboración de un cronograma de retiro de centrales a carbón. De este modo, el pasado mes de junio, el gobierno chileno anunció el cierre de dos centrales termoeléctricas durante este 2019. Este retiro se enmarca en un cronograma que establece el cese de los primeros 1.047 MW de las ocho centrales más antiguas para el 2024, situadas en las comunas de Iquique (1), Tocopilla (4), Puchuncaví (2) y Coronel (1), y que representan en su conjunto un 19% del total de la capacidad instalada de centrales a carbón.

Esta actuación se complementa con el compromiso de definir fechas cada cinco años que permitan establecer cronogramas

específicos del retiro de operaciones del parque total de centrales a carbón. “El acuerdo de descarbonización en Chile comprometió el retiro de todas las plantas de generación a carbón al 2040 y estableció la meta de convertirnos en un país carbono-neutral al 2050. El cierre total de las operaciones de las centrales a carbón al 2040 implicará una reducción de cerca de un 30% de las emisiones totales de gases de GEI en nuestro país”, dijo en entrevista con KAS, Juan Carlos Jobet, ministro de Energía de Chile.

“En 2008 se aprobó la primera ley para fomentar la generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales en Chile. Esta ley estableció que en 2024 el porcentaje de generación con medios renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica nacional debía alcanzar un 10%, y fijó requerimientos de generación para las grandes empresas, los que iban en aumento progresivo hasta alcanzar la meta final. La ley definió como fuentes de Energía Renovable No Convencional (ERNOC) la generación con energía geotérmica, solar, biomasa, mareomotriz y las pequeñas centrales hidroeléctricas (inferiores a 20MW)”, explicó.

“En 2013 se aprobó una segunda ley más ambiciosa que aumentó el porcentaje de generación renovable no convencional requerido por la primera ley a una meta de 20% para 2025, con el objetivo de propiciar la expansión de la matriz energética mediante fuentes renovables no convencionales”, agregó Jobet.

Buscando aliados en el camino a la descarbonización

En junio de 2018, el Ministerio de Energía conformó la “Mesa de Retiro y/o Reconversión de Unidades a Carbón” con la participación de las empresas, ONGS, académicos, trabajadores, organismos internacionales y representantes del sector público, entre otros. Se llevaron a cabo ocho sesiones temáticas y una sesión de cierre en la que el Ministerio de Energía presentó un resumen del trabajo desarrollado. Además de analizar experiencias de algunos

países que han anunciado el cierre de centrales a carbón, dichas sesiones abordaron los impactos económicos y sociales, el efecto que dicho cierre tendrá en el sistema eléctrico y las diferencias en costos totales de operación e inversión en el parque generador y transmisión eléctrica, además de las variables ambientales y las alternativas tecnológicas.

“Evaluamos difícil la viabilidad de este compromiso, pues en términos de descarbonización del sector energético, que es responsable del 78% de las emisiones de gases de efecto invernadero, el único cronograma que plantea el gobierno es en el sector eléctrico (emisor de 41,5% de las emisiones nacionales) donde anunció el cierre de ocho termoeléctricas a carbón antiguas y obsoletas entre 2019 y 2024 (equivalentes a una capacidad de 1.000 MW). El cierre de las restantes veinte termoeléctricas a carbón (4.500 MW aproximadamente) se anuncia para 2040, sin compromisos vinculantes, por lo cual quedará sujeto a acuerdos voluntarios entre los futuros gobiernos y las cuatro empresas generadoras que se adhirieron a este plan de descarbonización”, dijo en entrevista con KAS, Sara Larraín, Directora Ejecutiva de Chile Sustentable, una de las organizaciones que participó en las sesiones de la Mesa.

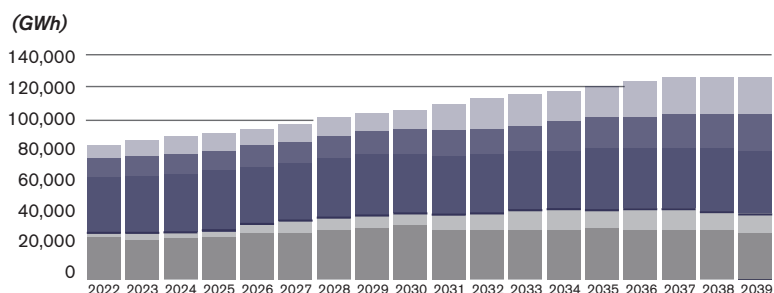
Asimismo, “al mismo tiempo que se anunció el cierre de ocho centrales de carbón, se anunció la apertura de una nueva termoeléctrica a carbón en Mejillones con una capacidad de 375 MW. En lugar de descarbonizar, se recarboniza la matriz energética”, añadió en entrevista con KAS, Ingrid Wehr, Directora de Heinrich Böll Stiftung Cono Sur.

En este sentido, el Estudio Prospectivo Escenario de Descarbonización Eléctrica al 2030, (KAS Ingeniería, 2019) muestra que en el escenario de descarbonización al 2030, se lograría una reducción de emisiones de CO₂ del orden de 30 millones de toneladas al año, al reemplazar los 3.600 MW de potencia media de generación a carbón, por tecnologías de generación renovables: solar

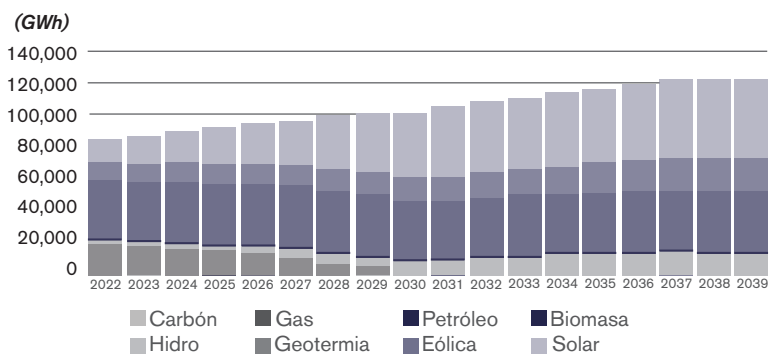
fotovoltaica, eólica, solar fotovoltaica con acumulación (baterías), solares térmicas de concentración y/o acumulación, entre otras. Se tratan de las mismas fuentes de energía recomendadas por el Coordinador Eléctrico Nacional que también elaboró un estudio en 2018, para un cronograma de cierre total de carboneras en 2038.

Estudio de KAS Ingeniería

Con carbón - Generación anual por fuente (GWh)



Sin carbón - Generación anual por fuente (GWh)

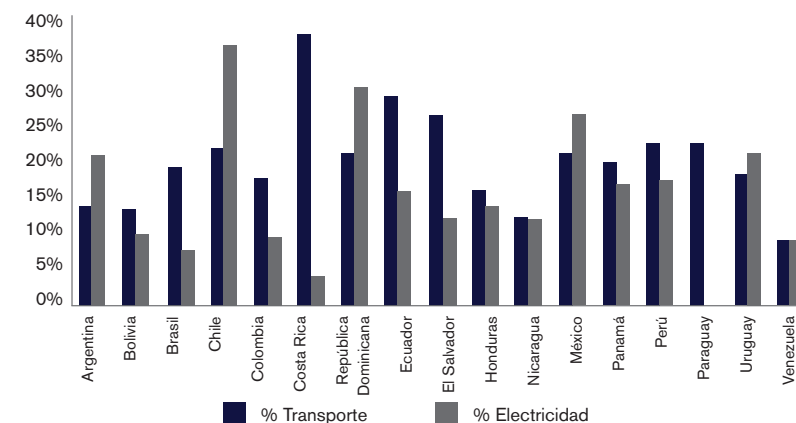


Para Mauricio Ceballos, vocero del área de campañas de Greenpeace en Chile, “el hecho que se haya puesto un plan a tan largo plazo demuestra que el plan solo está pensado para garantizar la rentabilidad de las generadoras”. Así, recordó que “en tan solo diez años, el sector de las ERNC en Chile han puesto en operación más de 5.000 MW de potencia instalada. Hoy sale más barato generar de manera limpia que operar termoeléctricas con combustibles fósiles”.

Chile Sustentable criticó la inutilización de insumos de la Mesa de descarbonización y abogó por la elaboración de una ley que garantice la descarbonización con un cronograma vinculante, de manera que apuesta porque este se incluya en el anteproyecto de Ley de Cambio Climático. “Tampoco hay un cronograma de descarbonización en el sector transporte, responsable de más de 31,3% de las emisiones del país”, aseguró Larraín.

No obstante, el Ministro de Energía recordó que la capital chilena “se posiciona hoy como una de las ciudades con mayores flotas de buses eléctricos del mundo”. Igualmente, existe un compromiso de aumentar en diez el número de vehículos eléctricos circulando en Chile para 2022, “que para 2040 un 100% del transporte público urbano sea eléctrico, y para 2050 un 40% de la flota de vehículos particulares sean eléctricos”. Finalmente, “queremos fomentar la transición desde el uso de combustibles fósiles hacia el uso de energías limpias también en el sector industrial. Actualmente estamos evaluando posibles medidas que nos permitan incentivar este cambio, por ejemplo, a través del fomento de la electrificación de los servicios y el uso de hidrógeno”, avanzó.

Contribución de transporte y electricidad a las emisiones totales para algunos países de América Latina



Fuente: World Resources Institute, WRI 2016.

Referencias

Acta de cierre de Mesa de Retiro y/o Reconversión de Unidades a Carbón, enero 2019. Contribución prevista y determinada a nivel nacional de Chile, 2015.

Contribución prevista y determinada a nivel nacional de Costa Rica, Ministerio de Ambiente y Energía, Gobierno de Costa Rica, San José, septiembre de 2015.

Entrevista a Andrea Meza, Directora de Cambio Climático de Costa Rica, julio 2019. Entrevista a Juan Carlos Jobet, Ministro de Energía de Chile, agosto 2019. Entrevista a Sara Larraín, Directora Ejecutiva de la organización Chile Sustentable, julio 2019.

Entrevista a Ingrid Wehr, Directora de Heinrich Böll Stiftung Cono Sur, julio 2019.

Entrevista a Mauricio Ceballos, vocero del área de campañas de Greenpeace Chile, agosto 2019.

Estudio Prospectivo Escenario de Descarbonización Eléctrica al 2030, elaborado por la empresa consultora KAS Ingeniería para Chile Sustentable, mayo 2019.

Índice de Transición Energética 2019.

Informe especial sobre el Calentamiento global de 1,5 °C, IPCC, octubre 2018.

Plan de acción regional: Acelerando el despliegue de energía renovable en América Latina de la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA), 2019.

Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica, Gobierno de Costa Rica 2018-2050.

Ruta Energética 2018-2022, Ministerio de Energía de Chile.

World Energy Outlook (Perspectivas de la energía en el mundo), Agencia Internacional de la Energía, noviembre 2019.

RETOS DEL GOBIERNO ANTE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA, 2018-2024

María Isabel Ortiz Mantilla
Víctor Florencio Ramírez Cabrera

No es menor la afirmación de que el reto más importante que tiene el ser humano como especie es la lucha contra el cambio climático. Y no es menor porque el desarrollo de la sociedad contemporánea como la conocemos se dio gracias al incremento de la intensidad energética. Las sociedades más desarrolladas son las que más consumen energía, cosa que recientemente se ha modificado gracias al uso de los mecanismos de eficiencia energética; pero el reto continúa.

Actualmente, sin energía no hay desarrollo de los países, por lo cual se debe buscar satisfacer la demanda de energía de forma que esto no genere emisiones de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, no se siga acelerando el cambio climático de origen antropogénico.

Afortunadamente, el desarrollo tecnológico, la investigación y ahora el mundo financiero están impulsando las energías renovables; han logrado bajar los costos de la tecnología y asegurar la calidad y la generación, dando certidumbre a las inversiones, lo que a su vez ha mejorado las capacidades de los países, incluso los que están en vías de desarrollo, para conseguir la energía necesaria para desarrollarse económicamente al tiempo que sustituyen sus fuentes de energía por algunas más limpias, baratas y renovables o simplemente crecen gracias a estas.

El contexto mexicano no es muy distinto. Ante el reto de mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, en 2015 la Ley de Transición Energética estableció como objetivos que para los años 2021 y 2024 se debería generar el 30% y 35% de la energía eléctrica, respectivamente, mediante fuentes limpias (artículo tercero transitorio de la mencionada Ley).

Sin embargo, la administración federal actual cambió la visión y perspectiva con respecto a la prioridad que se le debe de dar a las renovables, en sentido inverso al resto del planeta, provocando gran incertidumbre.

Lo planteado en la reforma energética para impulsar la transición energética solo atendió al sector eléctrico. Es necesario, sin embargo, considerar que el generador de emisiones es todo el sector energético. Existen una serie de retos poco abordados, como el caso de la energía calorífica y la movilidad, principalmente.

Reto del sector de calor y la eficiencia energética

Dada la heterogeneidad del país provocada por sus diferentes condiciones climáticas, el reto del confort térmico y el uso del calor en México abre un mercado interesante, que debe tener una cobertura tan amplia como el eléctrico y que, además, abarca desde aspectos sociales hasta industriales.

Los retos de hacer habitable una casa en la península de Yucatán sin incrementar el gasto energético de forma que se vuelva imposible de pagar, son tan trascendentales como la colocación de equipos de concentración solar en fábricas que trabajan temperaturas superiores a los 200 o 400 grados y que pueden mitigar el uso de gas mediante esta tecnología, ya probada en otras latitudes con menos potencial que México.

Este subsector aún incipiente es un reto del sector energético sin tanta visibilidad como los grandes parques eólicos o solares y, por lo tanto, para bien y para mal, poco politizado. Ha sido una labor casi de hormiga, abordada desde Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) incluyendo a su antecesor CONAEE, y puede ser uno de los logros que transformen de forma importante la visión del consumo energético de nuestro país. Este sector tiene un mercado potencial de más de 40 millones de usuarios, que pueden sustituir sus actuales patrones de consumo de combustibles, prin-

cialmente gas LP, por calentadores solares de agua o aislantes térmicos, desde los hogares hasta la industria. Desafortunadamente, la falta de certeza técnica en proyectos previos, en programas de gobierno que intentaron masificar el calentamiento solar de agua a nivel nacional, ha generado desconfianza sobre la tecnología. Es primordial que el Estado trabaje en mecanismos para garantizar la efectividad de los sistemas en este subsector, asegurar la calidad de las inversiones y, por tanto, que quien opte por cambiar el origen de su energía, lo haga de forma satisfactoria, y pueda masificarse, ahora sí de forma efectiva, el manejo y uso de calor solar.

Ahora, si bien tal vez el calor es el reto más importante de la eficiencia energética, no es el único, la transición requiere de equipos cada vez más eficientes. Gracias al uso de estos equipos, ahora un hogar completo puede consumir lo que hace 40 años consumía solo el refrigerador.

Reforzar, fortalecer y relanzar el reto de la eficiencia energética permitirá el desarrollo económico sin incrementar la intensidad energética o suavizando ese incremento. Siguiendo el orden, es siempre primero la eficiencia y luego la generación limpia.

Movilidad, reto y oportunidad

Cuando se habla de transición energética, el tema más cuestionado es el abandono del diésel y gasolina en la movilidad.

El impacto de este sector no es menor: el 44% de la energía que se consume en el país es para movilidad y el 89.8% de la energía del sector movilidad (39.51% del total) es aportada por gasolina y diésel. El problema es que buena parte de esa energía es desperdiciada, pues los motores de combustión interna despiden un gran porcentaje de la energía que toman de la gasolina en forma de calor no aprovechado. Además, el modelo de auto personal o familiar mueve alrededor de 1.4 toneladas de peso del auto para transportar menos de 400 kilos efectivos como máximo, pero transporta un

promedio de 150 kilos (dos personas), por lo que la eficiencia de los autos es muy baja.

El asunto de mover todo el tonelaje de los automóviles no puede modificarse mucho, pero sí la proporción de combustibles y la baja eficiencia de los motores de combustión interna. Supongamos que se logra usar motores eléctricos y el calor de rechazo es eliminado o mitigado, con lo que el 30% de la energía que se pierde ahí no es usada ni desperdiciada. Eso significaría que de los 2,360.16 Petajoules (PJ) que se usaron en transporte en 2017 solo serían necesarios unos 1,652.11 PJ.

Eso puede ser posible mediante el uso de autos eléctricos, pero lograr su uso implica cambios enormes en la forma de entender la movilidad. A diferencia de las gasolineras, que no se pueden almacenar en casa y por tanto tener estación de recarga en los hogares, los autos eléctricos se pueden cargar de manera pasiva en el hogar. Eso disminuirá la demanda de centros de carga fuera del hogar (gasolineras, electrolineras, solineras), pero requerirá incrementar la capacidad de generación de energía y su aporte a la red.

Sin embargo, esto puede ser parte de un propio mercado completo: ofrecer paquetes que incluyan no solamente autos, sino centros de carga y que los autos se conviertan también en centros de almacenamiento de energía. Esto requiere regulaciones del tipo V2N (Vehicle-2-Net) que arrojarían mayor aprovechamiento de potencial solar con generación distribuida interconectada, donde los autos se vuelven un factor de estabilidad de la red, al generar almacenamiento portable de energía.

Pero la entrada de los autos híbridos o eléctricos es aún muy pequeña y aunque el crecimiento de ese mercado luce exponencial, en comparación con el mercado regular de autos de combustión interna siguen siendo un mercado muy pequeño.

La sola sustitución de autos normales por híbridos o eléctricos, significa mitigar una gran parte de la energía de rechazo o ineficiente que usan los autos. Pero si además de eso, se logra sustituir la

fuerza de origen de la energía de esos autos por electricidad generada de forma limpia, significaría que el 44% del sector energético se vuelve limpio. ¿Cuál es el obstáculo y reto aquí?

La sustitución del auto por otro auto, aunque fuese eléctrico, en el corto plazo es una posibilidad poco viable, dado que aunque los costos siguen bajando, sigue existiendo la percepción de la tecnología como algo caro. Además, el incremento de la demanda eléctrica se volverá un reto y oportunidad: reto por las necesidades mayores de energía en los hogares o sitios de concentración de autos; oportunidad por el mencionado V2N y por techos solares.

Pero justamente la sustitución del auto de combustión interna se convierte en una oportunidad. Los gobiernos subnacionales mexicanos, encargados de la regulación de la movilidad y de la operación del transporte público en las ciudades mediante concesiones, deberán emprender acciones para modificar la visión que se tiene sobre la movilidad, generar redes de transporte público masivo, eficiente, con cero o muy bajas emisiones, y que permita generar ciudades más habitables y transitables.

El asunto llega incluso a la visión personal del mexicano sobre los autos: el auto se ha vuelto un fetiche que se convierte casi en sinónimo de éxito en las sociedades americanas. Modificar esa visión es fundamental para lograr una transición energética exitosa, con menores impactos negativos en la vida de las personas.

Sector eléctrico

El sistema eléctrico se encuentra en un momento muy especial. Si bien la Reforma Energética de 2013 tuvo en su inicio una visión netamente petrolera y de impulso al gas, la inserción en el artículo 25 de la Constitución del término “Sustentabilidad” en el desarrollo nacional, la reformó eliminando el monopolio del Estado en materia de electricidad y las condiciones del mundo posteriores a la Reforma, además de la apertura pragmática que esta modificación inclu-

yó, hicieron que las renovables fueron el gran ganador de la propia reforma, permitiendo el crecimiento del sector por encima de los 2.7 GW anuales de capacidad instalada, principalmente con energía solar fotovoltaica y eólica.

Sin embargo, el cambio de gobierno con una visión netamente petrolera, y, con ello, el freno a los mecanismos que permitieron la inversión masiva en el sector, llevaron a las renovables a un segundo plano. De igual forma la visión dentro del propio gobierno con respecto a la soberanía energética, entendida incluso como la necesidad de generar y usar la tecnología desarrollada y fabricada en el país para el sector, podría significar un freno aun más fuerte al proceso de transición energética.

Este es el primer y más grande reto que tiene el propio sector y gobierno: entender que la transición energética es un reto que supera la visión de un país como isla, para volverse un asunto de la aldea global, de cooperación, intercambio, aprovechamiento tecnológico global, de aprovechamiento de las condiciones de mercado mundial, además de la urgencia de este cambio tecnológico.

Y de ahí, partimos al reto que tiene el sector eléctrico como tal.

Transmisión eléctrica

La transición acelerada requiere usar los recursos renovables potenciales para cubrir de manera eficiente toda la demanda energética. Esto significa utilizar todo el potencial de generación mediante fuentes renovables y cambia el paradigma geográfico de la generación-consumo.

Pasamos de la instalación de centros industriales (como los textiles) cerca de donde se podía generar electricidad, como mini-hidroeléctricas, a grandes generadoras térmicas a base de combustibles, cerca de las ciudades. Ahora volveremos a desarrollar donde hay más potencial, ayudados por generación distribuida y almacenamiento, con lo que los grandes generadores deben ser co-

nectados con redes mas amplias y eficientes a los sitios de mayor consumo eléctrico. Además, incrementar el “ancho de banda” de la red permitirá el intercambio de energía más fácil entre regiones, lo que terminará por disminuir los costos de transmisión y los costos de energía en lugares que no tienen recursos renovables tan masivos como otros sitios y así generar un mercado menos desigual de costos de energía en todo el país.

Es entonces cuando la transmisión eléctrica, reservada al Estado, se vuelve uno de los grandes retos, más considerando la visión del gobierno actual de utilizar recursos propios o que el Estado sea el gran desarrollador de infraestructura. Bajo esta perspectiva será complejo contar con los recursos para caminar a una red de transmisión amplia en el corto o mediano plazo.

Eso podría frenar o limitar el desarrollo de proyectos o regiones, como los eólicos en Tamaulipas, Yucatán y Oaxaca, frenando de corto plazo también el desarrollo económico de centros urbanos ante la falta de energía para las actividades productivas y para la vida cotidiana.

El mayor reto para los próximos cinco años es generar certidumbre para continuar el impulso nacional a las energías renovables, retomar el modelo de subastas, mantenerlas confiables, hacer efectivos los contratos y darles viabilidad a largo plazo.

Es necesario incrementar la capacidad de la red eléctrica para poder desahogar toda la energía que se puede generar mediante fuentes renovables hacia los sitios de mayor consumo eléctrico. Si consideramos factores como que el mayor consumo eléctrico del país está dado por la industria, —representada por los usuarios calificados que son más del 80% del consumo—, la tendencia normal de generar energía para consumo propio mediante abasto aislado o generación distribuida y la tendencia de parques nuevos más pequeños, es posible que se requiera, si se mantienen los precios de almacenamiento hacia abajo, capacidad de transmisión mayor, pero además un control más importante sobre la red.

El crecimiento de la capacidad instalada se volverá un reto, más que por la falta de energía, por la alta disponibilidad de fuentes que competirán entre ellas para aportar energía a la red de manera más económica, empujando los precios hacia abajo.

Aislados de la red y pobreza energética

Sobre la transición y el combate a la pobreza, poco menos de 1% de la población no tiene acceso a electricidad, en poblaciones dispersas, conformadas en 45,000 localidades de las cuales 10,427 localidades tienen más de 3 habitantes, y más de 34,500 localidades con tres o menos habitantes. Todas ellas pueden ser atendidas de forma más eficiente con energías renovables de forma aislada de la red, que a través del crecimiento de la red eléctrica. Pensar en establecer redes eléctricas de más de 5 kilómetros para más de 34,500 localidades de menos de tres habitantes, significan unos 172,865 km de redes eléctricas por más de 200 mil millones de pesos para menos de 100,000 habitantes. Un costo de 2 millones de pesos por habitante electrificado, contra 50 mil pesos que costaría por habitante mediante equipo solar. Sin embargo esta solución es solo eléctrica y podría haber soluciones adicionales como las térmicas, que pueden satisfacer las necesidades energéticas de estas pequeñas poblaciones. Aquí se requiere una visión más completa para pasar del modelo de Fondo de Servicio Universal Eléctrico a uno energético.

Subsidio eléctrico

El subsidio es la parte más delicada del sector eléctrico, pues se convierte de forma cruzada en financiamiento a la quema de combustibles fósiles. Significa una sangría de más de 100 mil millones de pesos anuales a las finanzas públicas, que evita la migración a modelos de generación limpia al mantener el pago a generadores caros.

Se convierte en un problema dado que más del 90% de los usuarios domésticos se mantienen en esa tarifa, lo cual le da trascendencia social pero además política. Eliminar el subsidio de forma intempestiva sería imposible en cualquier gobierno, por lo cual requiere soluciones de desplazamiento, además de determinar hasta dónde debe llegar el subsidio o el desplazamiento, pues el límite de consumo eléctrico subsidiado supera por mucho las necesidades básicas de un hogar en condiciones de pobreza.

Se han planteado alternativas como cambiar el gasto por inversión y subsidiar ahora generación renovable. Este es un reto que debe abarcar a generadores, distribuidores y suministradores, además de a las autoridades hacendarias, que son finalmente quienes asignan los presupuestos.

Generación Distribuida

Una forma de disminuir la necesidad de desarrollo de líneas de transmisión o inversión en generación eléctrica es la generación distribuida. Además, dado el problema que significa para las finanzas públicas y la propia transición energética el subsidio eléctrico, el subsidio convertido de condonación en factura a financiamiento de equipos solares o de renovables, puede permitir una migración masiva del modelo hacia fuentes renovables.

Entonces, la generación distribuida se convierte en una solución a varios problemas de la propia red eléctrica. El reto de la Generación Distribuida es garantizar la calidad y la seguridad de los componentes, medir y pagar los beneficios variados que genera a la red, migrar el modelo de redes a redes inteligentes, permitir y regular de manera eficiente el almacenamiento de energía a pequeña y mediana escala y usar la generación distribuida como uno de los modos de alimentación de autos eléctricos.

Contenido nacional

Uno de los grandes debates dentro del mercado eléctrico es cuanto de contenido nacional debe haber, y el sector de energías renovables no es distinto.

México tiene al menos trece fabricantes de paneles solares y dos fabricantes de aspas para aerogeneradores. Sin embargo, no son suficientes para cumplir con la demanda del mercado, dada por las subastas y el mercado eléctrico, al menos en lo solar. Además, los costos en el mercado de los paneles solares mexicanos parecen no ser competitivos en comparación con equipos importados de otras latitudes, lo que dificultaría el desarrollo de la transición energética si se condiciona a un contenido nacional fuerte.

Eso no significa que en el país no se puedan desarrollar o impulsar industrias que apoyen de forma importante la transición. Por ejemplo, los paneles solares significan entre 15% y 25% del costo de instalaciones solares en Generación Distribuida. El resto de los elementos podrían ser desarrollados y fabricados en México, o tal vez partes como soportería y aditamentos de la instalación.

Es importante desarrollar el contenido nacional, sin perder de vista que debemos ser eficientes en este aspecto e impulsarlo de forma decidida pero inteligente, de manera que no frene la transición energética.

Participación de los estados en el impulso de las energías renovables

Si bien la regulación energética es de competencia federal, es también cierto que muchos de los temas energéticos, al no ser parte de la regulación formal, son competencia de los estados.

El ejemplo del transporte, la regulación de la construcción que termina siendo incluso municipal, la actuación de los gobiernos estatales como consumidores de energía, la construcción de ca-

denas productivas, la formación de personal calificado en instituciones estatales, la participación en el establecimiento de modelos de alumbrado público eficientes e inteligentes, el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, son espacios donde los gobiernos subnacionales pueden y deben aportar soluciones para disminuir el uso intensivo de energía o generar condiciones para que el uso de energía limpia.

Sin este tipo de acciones es probable que la transición termine siendo solo la instalación insuficiente de parques de generación limpia, con costos altísimos e impactos ambientales también delicados.

El asunto social brinca también a la vista. ¿Es viable el modelo federal de solución de controversias conocido como evaluación del impacto social (EVIS)? ¿Es igual de viable en todo el país? ¿Las condiciones de regulación pueden ser tan generales en un país tan diverso? ¿No debería o podría darse una regulación local de forma más efectiva que una general? Son preguntas que abren el espacio a un nuevo debate del federalismo energético.

Conclusión

El mayor reto que tiene México, para contar con una política climática real, es asumir el compromiso adquirido al suscribir el Acuerdo de París y presentar las (NDC) Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional en marzo del 2015, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 22% de forma no condicionada al 2030, o condicionada en un 36%, para ello es indispensable no solo una apuesta contundente a la transición energética en el sector eléctrico, sino también garantizar la eficiencia especialmente en el sector de calor y en el de movilidad, cambiando hacia vehículos eficientes, bajos o cero emisiones, preferentemente masivos.

En materia eléctrica, para el 2024 es necesario empezar con la implementación de lo planteado en la legislación, cambiando la visión al instalar las generadoras en los lugares de mayor potencial,

contar con redes de transmisión más amplias y eficientes, garantizar el suministro de electricidad a toda la población aislada a través de energías renovables, e impulsar la generación distribuida (una de las alternativas es convirtiendo el subsidio eléctrico en créditos blandos que permitan acceder a equipos de renovables).

El tamaño del reto global, al que nuestro país debe de aportar, requiere de la participación de los tres niveles de gobierno, la academia, el sector privado y el de la sociedad civil.

El futuro no será si no es sustentable. El futuro energético no será si no es renovable. Caminar más rápido hacia renovables nos hará no solo cumplir objetivos, sino ser una economía más competitiva, soberana y segura. Caminar hacia un México competitivo, soberano, seguro y sustentable debe ser la prioridad y será el reto.

Referencias

- Diario Oficial de la Federación (24 de diciembre de 2015). Ley de Transición Energética. Disponible en: <https://bit.ly/2JWJnpt>
- Gobierno de la República (2013). Reforma Energética. Disponible en: <https://bit.ly/2L185Wj>
- United Nations (s/f). Nationally Determined Contributions (NDCs). The Paris Agreement and NDCs. Disponible en: <https://bit.ly/2lhBnyZ>

REVOLUCIONANDO LA FORMA EN QUE LAS EMPRESAS EN MÉXICO COMPRAN ENERGÍA

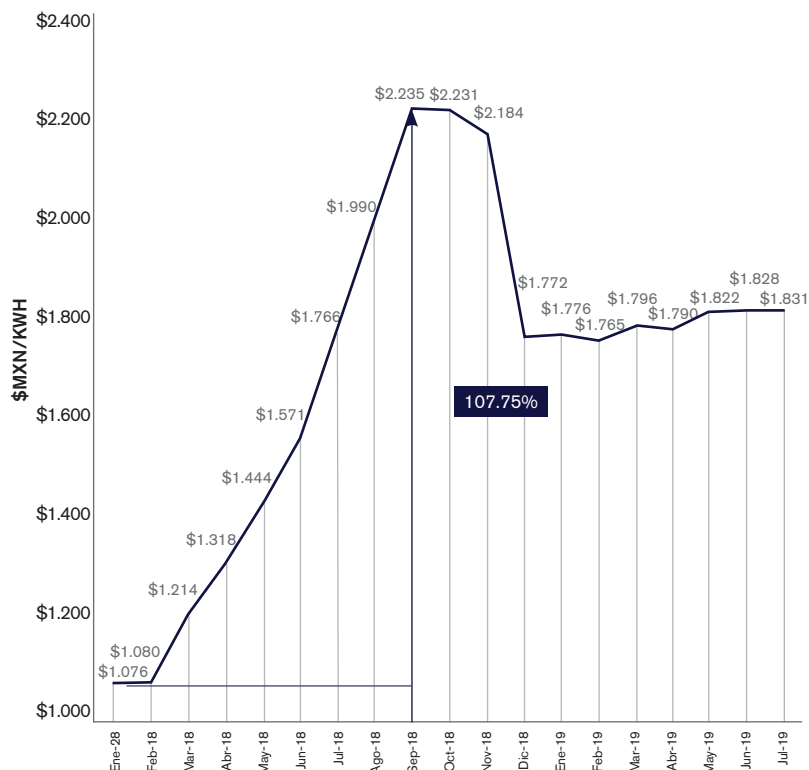
María José Treviño Melguizo

A raíz de diversos cambios en el marco legal y regulatorio del sector eléctrico desde la Reforma Energética del 2013, los grandes consumidores de energía obtuvieron visibilidad, control y reducción de costos en sus presupuestos energéticos. La liberalización del mercado eléctrico creó competencia y, consecuentemente, distintas oportunidades y retos para todos los actores involucrados.

Esto es fundamental para un país como México, con una clara vocación hacia la industrialización, en el que existen alrededor de cinco millones de empresas industriales y comerciales distribuidas por todo el país (INEGI, 2015). Alrededor del 16% del PIB nacional se atribuye a las industrias automotriz, metalúrgica, petroquímica, alimenticia, textil, minera, papelera, entre otras (Araujo, 2018). Las manufacturas, en particular, dependen de la competitividad que alcanzan frente a otros competidores del mundo. Esta se define no solo por la posición geográfica de México o su avance en tecnología, sino también y crucialmente por alcanzar bajos costos de operación. Para las empresas del sector manufacturero que actúan como motor económico del país, el gasto en energía es uno de sus cinco costos principales, por lo que las reducciones en las tarifas eléctricas impulsan su competitividad, o bien los incrementos funcionan de manera contraria, imponiendo riesgo.

Tarifa CFE-Alta Tensión (DIST)

Promedio de regiones central, noroeste, noreste, norte, peninsular y sur

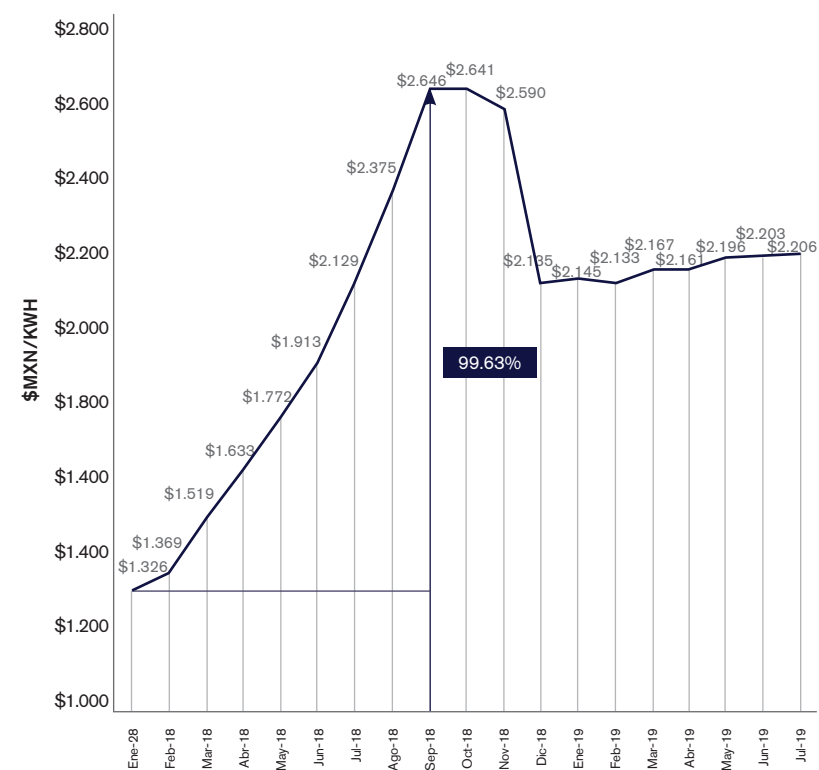


Fuente: Acclaim Energy, 2019.

En los últimos años, las tarifas de CFE Suministro Básico incrementaron de manera importante. Solo en los primeros nueve meses de 2018, la tarifa aumentó entre un 60% y 120%, según el tipo de tarifa y la ubicación geográfica de los centros de carga. Si bien las tarifas bajaron en el último trimestre de 2018 y se han incrementado de manera gradual en la primera mitad de 2019, su nivel actual es más del 65% al que observaban en enero de 2018. A pesar de que no hay claridad sobre lo que ocurrió para que las tarifas subieran de esa manera, sí es claro que parte de estos incrementos son debidos a las ineficiencias de operación de CFE, sus altos costos de generación y la falta de inversión en el sistema (Sigler, 2018).

Tarifa CFE-Media Tensión (GDMTH)

Promedio de regiones central, noroeste, noreste, norte, peninsular y sur



Fuente: Acclaim Energy, 2019.

Los directores de las empresas consumidoras de energía cuestionaron el alza, inexplicable desde la perspectiva de quien pagaba las facturas. Lo anterior debido a que las empresas están acostumbradas a cubrir sus recibos y seguir con sus actividades de negocio sin interrupciones, pagando puntualmente su factura de energía eléctrica. Por primera vez, gracias a los cambios en el sector eléctrico, los grandes consumidores de energía pudieron tomar decisiones en torno a su presupuesto de gasto en electricidad considerando que ahora podían participar a través de alternativas de suministro de: (1) contratos bilaterales bajo distintos esquemas y (2) proyectos de generación in situ.

Para el consumidor de electricidad, la decisión no es nada sencilla a pesar de que a raíz de las eficiencias en generación de privados se les presentan ofertas con ahorros importantes. Existe muy poca transparencia en costos y nula estandarización en contratos. El desconocimiento en la materia prevalece entre los consumidores al nunca haber tenido que incurrir en un proceso de compra de energía, sin embargo vemos un interés creciente por explorar estas oportunidades emergentes. Además de las empresas que migraron al esquema de autoabasto y generación en sitio en su momento, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) lleva un registro del incremento de Usuarios Calificados (UC) registrados en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Los registros de la CRE en el 2016 finalizaron en 32, hubo una adición de 77 registros a finales del 2017 y en diciembre del 2018 se cerró la lista con 176 UC registrados (CRE, 2019).

La incertidumbre en los presupuestos, la falta de infraestructura y capacidad disponible en el sistema para soportar próximos planes de expansión y los problemas de confiabilidad de la red, han llevado a los consumidores a tomar decisiones en este campo y comprometerse contractualmente ante las distintas alternativas de suministro. Los oferentes de electricidad, ya sean generadores, suministradores o comercializadores llevan ventaja, ya que cuentan con un nivel de conocimiento del mercado superior al de su contraparte, quien probablemente nunca ha tenido que llevar a cabo un proceso de adquisición de energía en México.

¿Existen opciones? Muchas, por ejemplo, se le presentó a las empresas consumidoras de electricidad la oportunidad de elegir el plazo del contrato bajo el esquema de autoabasto prereforma, los plazos eran de 10 a 20 años. Bajo el suministro de CFE no había plazo, simplemente un compromiso permanente e incuestionable.

Surgió también la opción de elegir la moneda de la transacción, aunque en la mayoría de los casos la composición de los costos lleva una mezcla de dólares y de pesos mexicanos. Muchas empresas

en México, a raíz de las exportaciones en la industria manufacturera y de la moneda de uso común en el sector inmobiliario, tienen cobertura natural en dólares, lo cual permite transacciones menos costosas al homologar la moneda con la de los financiamientos de los proyectos de generación. Para quienes no operan con monedas más fuertes que el peso mexicano y se niegan a su exposición, existen coberturas y opciones para mitigar estos riesgos, los cuales vuelven la transacción más costosa, pero hasta eso, más competitiva que el suministro a través del CFE.

Por primera vez las empresas pudieron elegir entre distintas estructuras de producto, las cuales pueden ser analizadas según los perfiles de consumo de los centros de carga que son incluidos en el contrato. Las empresas también tuvieron la oportunidad de incorporar suministro desde fuentes renovables, participar en estrategias corporativas de sustentabilidad, negociar términos y condiciones de los contratos y presentarse como ejemplo líder en esta materia frente al mundo.

La duración de los contratos y las opciones se están abriendo. Los contratos que antes se conocían como PPAs¹ en autoabasto eran de largo plazo. La tendencia actual es la de evaluar contratos bilaterales principalmente de uno, dos, tres y cinco años, ya que los movimientos de mercado son frecuentes y no existe claridad a mediano-largo plazo.

Para los desarrolladores de proyectos y las entidades que soportan el proyecto de manera financiera, estos contratos más cortos implican que hayan tenido que exponerse a riesgos de mercado.² En esta situación, los oferentes de electricidad están asumiendo

¹ *Power Purchase Agreement (PPA)*: Contrato bilateral de energía entre un generador y un consumidor de energía.

² *Riesgo de Mercado (Merchant Risk)*: Cuando un proyecto tiene exposición a un periodo a riesgo de precios de mercado. Esto pasa cuando la energía generada por el proyecto de generación no es colocada en su totalidad durante la vida del proyecto, situación que pone en riesgo al proyecto en función de los precios que enfrentará en los años posteriores a los de los contratos actuales.

que en el futuro tendrán capacidad de colocar y recolocar esa energía a lo largo de la vida del proyecto, con el fin de que el proyecto tenga sentido económicamente hablando. No obstante, la venta de energía excedente en el Mercado Spot tiende a ser muy tentadora para los generadores y SC ya que los precios son mucho mayores a los de los contratos bilaterales. La tentación de capitalizarse a corto plazo puede reducir la oferta de energía proveniente de plantas de generación existentes. Las limitaciones de generación física se extienden a raíz del incremento en demanda por tomar energía disponible más barata, la disminución en oferta debido a la rápida colocación de la misma y a la falta de desarrollo de infraestructura de transmisión que se necesita para evacuar la energía de los proyectos en desarrollo.

Por el lado del consumidor industrial o comercial tampoco es claro que ese corto plazo sea el ideal. Firmar un contrato a largo plazo para ciertos perfiles, de hecho, puede tener mucho sentido en escenarios con elevada incertidumbre. Es decir, no existe una receta, ni solución única para los consumidores. Los cambios políticos, regulatorios y de mercado con el tiempo van modificando las distintas tendencias de oferta del suministrador y de compra del consumidor. Eso, aunado al gradual incremento en conocimiento, las altas y bajas de confianza, así como el impulso e intento internacional de disminuir la huella de carbono.

Otro aspecto que vale resaltar es el de la asimetría de la información. Como ha pasado en otros mercados, existe un periodo de desconocimiento profundo que parte desde la desregulación de una industria. La información que se presenta ante los consumidores es aquella que prepara su contraparte. Por lo tanto, tiende, de manera natural, a ser unilateral y sesgada por intereses del que está realizando la venta, buscando ser exitoso en su negocio.

La ausencia de transparencia crea un reto importante para el consumidor ya que las decisiones que están tomando provienen de información no necesariamente alineada con los intereses de

su empresa. Adicionalmente, se siente indefenso por su falta de experiencia en la gestión de riesgos como los de mercado, contractuales, de crédito, regulatorios, etcétera. Estos riesgos incrementan aun más los niveles de complejidad a la hora de tratar contratos de suministro y esquemas de generación propia.

De estos retos surge el miedo de tomar decisiones equivocadas y se frena la participación de los consumidores en el mercado. A pesar de que existen reglas entorno al número de días que tiene un UC para asignar al SC que le suministrará, solamente una fracción de los 176 UC registrados realmente están participando en el MEM. La falta de participación se justifica además por otras razones. Las empresas consumidoras con frecuencia reciben ofertas atractivas en papel, pero no respaldadas por generación real ni soportadas por capacidades técnicas y financieras requeridas para garantizar el servicio de suministro. Los suministradores y comercializadores batallan para conseguir contratos de cobertura para respaldar las ofertas presentadas y enfrentan baja liquidez para transaccionar entre ellos. De hecho, a diciembre 2018 el MEM contaba con 76 generadores, sin embargo, 30 de ellos aún siguen en proceso de entrar en operación. De los 43 suministradores calificados (SC) registrados, solamente 17 están operando y de los 17 comercializadores no suministradores participando, únicamente 7 están comercializando (Paniagua, 2019). La confusión del consumidor crece cuando recibe una combinación de ofertas reales y propuestas de participantes que aún están especulando. Para los consumidores es muy difícil poder distinguir estos elementos críticos.

Las empresas que enfrentan este tipo de retos suelen contratar a expertos en la materia para apoyarse en el desarrollo de su estrategia de abastecimiento y para soporte en la creación de mecanismos de mitigación de los riesgos expuestos anteriormente. Las transacciones deben ser balanceadas, sostenibles y con beneficio para las partes involucradas con el fin de impulsar la confianza y el desarrollo saludable de una industria con tanto potencial en este país.

A pesar de todos los esfuerzos para mitigar, cubrir o gestionar los riesgos dentro de los contratos bilaterales, existe uno que prevalece: el riesgo político y regulatorio. La incertidumbre sobre políticas gubernamentales, la transición entre administraciones, la confusión ante la falta de alineación entre las entidades involucradas del sector, la cancelación de ciertos proyectos y la falta de claridad sobre las tarifas de Suministro Básico causan preocupación y retrasan el desarrollo de un mercado energético que es de vital importancia para el país.

Los consumidores de electricidad en México actualmente se enfrentan a la oportunidad de producir ahorro en energía eléctrica con poca inversión de capital. Sin embargo, en su día a día reciben ofertas unilaterales, con riesgos ocultos tras pasados debido a la misma naturaleza de los productos. Estos son riesgos que deben ser identificados y calculados según el perfil de consumo y de riesgo que tenga el consumidor. Las ofertas presentadas a los industriales y comerciales son todas distintas, por lo que la actividad de homologación para comparar el costo total de la energía a ser suministrada es compleja. Existen un sinnúmero de componentes, variables, exposiciones y escenarios a ser calculados desde las perspectivas de volúmenes de consumos actuales y futuros, inteligencia de mercados subyacentes e influyentes y condiciones particulares de cada perfil.

Tenemos la oportunidad de alcanzar un mercado más dinámico, transparente y relevante con el fin de que el consumidor, representante de la industria mexicana y motor económico del país desde sus distintos sectores, cuente con certidumbre en sus presupuestos, mayor flexibilidad, control y manejo del gasto energético. Si esto lo logramos con más producción de energía a precios competitivos, a través del desarrollo de fuentes renovables, aprovechamiento de precios baratos de gas natural y proyectos de infraestructura energética para soportar la demanda creciente de electricidad, estaremos impulsando un México más competitivo frente al mundo.

Referencias

- Acclaim Energy Services S. De R.L. de C.V. (2019). Evolución de Tarifas CFE Suministro Básico. Consultado el 25 de julio de 2019.
- Araujo, M. (2018). Sector Industrial en el 2018. Consultado el 1 de junio 2019. *El Economista*. Disponible en: <https://bit.ly/34YEX71>
- Comisión Reguladora de Energía. (2019). Inscripciones en el Registro de Usuarios Calificados. Consultado el 1 de junio 2019. CRE Base de datos.
- Comisión Reguladora de Energía. (2019). Tabla con el número de Usuarios Calificados Registrados ante la CRE a nivel nacional. Consultado el 20 de julio 2019. Gobierno de México. Disponible en: <https://bit.ly/2KilDK2>
- Daniel Paniagua Silva. (2019). Mercado Eléctrico Mayorista PRIMESONE (Medición y Tendencias 2019). CENACE.
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. (2015). INEGI.
- Energía a Debate. (2019). "Avanza diálogo en energía; anuncian esquema 54-46 en electricidad". Consultado el 25 julio 2019. Energía a Debate. Disponible en: <https://bit.ly/36WeB7i>
- Sígler, E. (2018). ¿Qué hay detrás del alza de tarifas eléctricas a empresas?. Consultado el 12 de junio 2019. *Expansion México*. Disponible en: <https://bit.ly/2QcJG0L>
- Heiligtag, S. & Kühn, F. & Küster, F. & Schabram, J.(2018). Merchant risk management: The new frontier in renewables. Consultado el 12 de junio 2019. McKinsey & Company. Disponible en: <https://mck.co/34TEfYp>
- (2014). Metodología para financiamiento de proyectos - fase de operación. Consultado el 12 de junio 2019. Standard & Poor's Rating Services. Disponible en: <https://bit.ly/2CE4m9S>

GESTIÓN ELÉCTRICA Y SU RELACIÓN CON LA REFORMA ENERGÉTICA

Pablo David Necoechea Porras¹

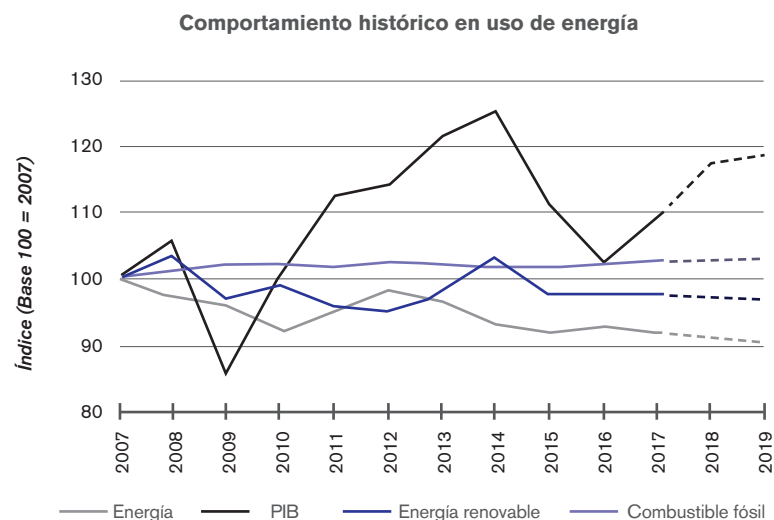
La energía eléctrica es actualmente una de las principales formas de energía usadas en el mundo y desempeña un factor fundamental en la productividad de las industrias. Sin embargo, su uso implica también externalidades medioambientales. La Reforma energética (2013) trajo retos y oportunidades en el sector energético para proponer una planeación de crecimiento atendiendo la seguridad energética bajo un enfoque sustentable, es decir, sin sacrificar los recursos para las generaciones futuras.

Una industria sustentable diversifica su matriz energética hacia fuentes limpias y establece programas de gestión y eficientización de la energía para contribuir con las metas nacionales relacionadas con el medioambiente y con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La generación de energía eléctrica está relacionada directamente con el desarrollo de los países. En México, la energía ha sido útil para el desarrollo económico del país activando todo tipo de sectores productivos e impulsado la capacidad energética que demandan industrias estratégicas para el desarrollo intersectorial. Es por esto que el consumo de energía está directamente relacionado con el desarrollo económico. A mayor eficiencia energética, mayor crecimiento económico y menor consumo de energía; esta ecuación podría llevar a los países a una tendencia de economía descarbonizada. La siguiente gráfica muestra el comportamiento

¹ Las opiniones establecidas en este artículo/ensayo son personales, independientes y no vinculantes a ninguna institución.

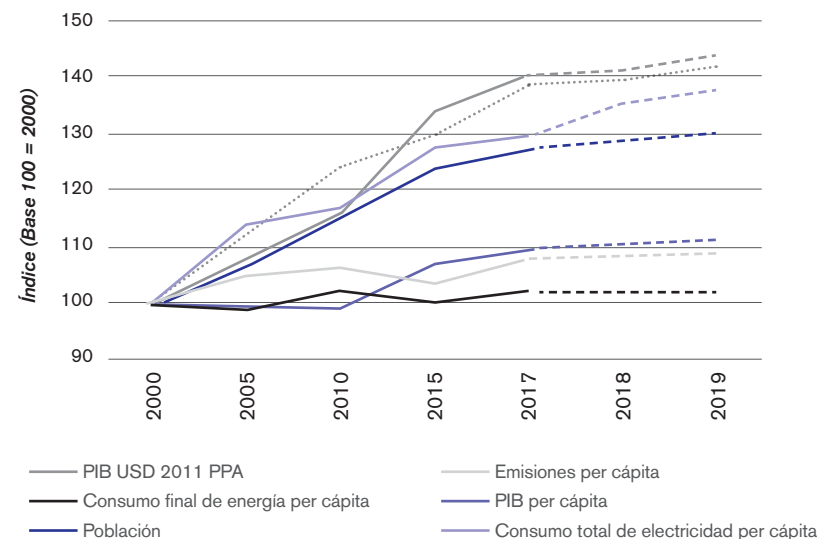
histórico en uso de energía, Producto Interno Bruto (PIB), energías renovables y combustibles fósiles en México con sus proyecciones al año 2019. La figura muestra una correlación positiva entre el PIB y la energía, especialmente la energía renovable.



Fuente: World Development Indicators. Junio 2019. <https://data.worldbank.org/>

De acuerdo con esta figura, existe una correlación entre el desempeño de variables energéticas y económicas: a medida que se ha incrementado el consumo final y consumo total de energía, se ha registrado a su vez un aumento en el crecimiento económico, medido a través del PIB. Sin embargo, esto ha ocasionado también un aumento en las emisiones. La próxima gráfica muestra los rendimientos históricos de México en términos de indicadores macro con sus proyecciones al año 2019.

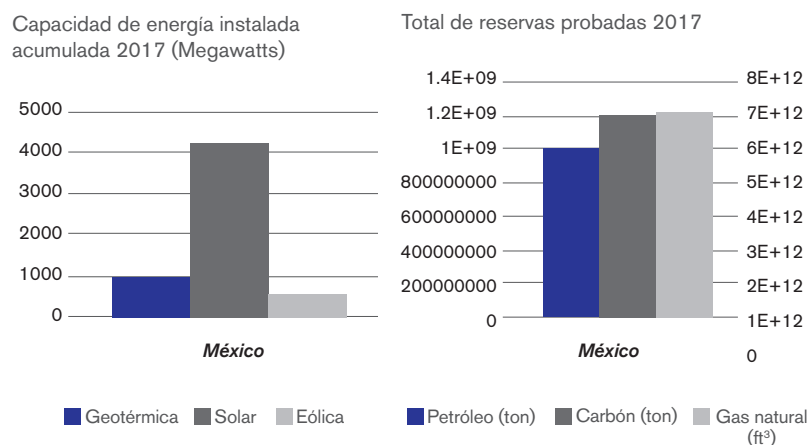
Rendimientos históricos de México, en términos de indicadores macro



Fuente: Organización Latinoamericana de Energía. Junio 2019. <http://www.olade.org/>

En México, la demanda de energía aumenta año con año. La demanda de electricidad aumenta a una tasa del 3% anual (PRODESEN, 2016), por lo que la seguridad energética seguirá estando presente en la formulación de políticas públicas. Y no solo por la demanda nacional; México, además de ser potencia económica, es potencia en materia de energía ya que es el décimo país con mayor cantidad de reservas petroleras a nivel mundial, y cuenta con gran potencial en materia de energías renovables. Las siguientes gráficas muestran las reservas probadas totales y la energía renovable instalada acumulada para 2017. Adicionalmente, la tabla sucesiva muestra el alcance de los indicadores energéticos y macroeconómicos para México, América Latina y el Caribe.

Reservas probadas totales y Energía renovable instalada acumulada. 2017



Fuente: Organización Latinoamericana de Energía. Julio 2019.
<http://www.olade.org/>

Alcance de los indicadores energéticos y macroeconómicos para México, América Latina y el Caribe

Datos de relación macroeconómica y energética

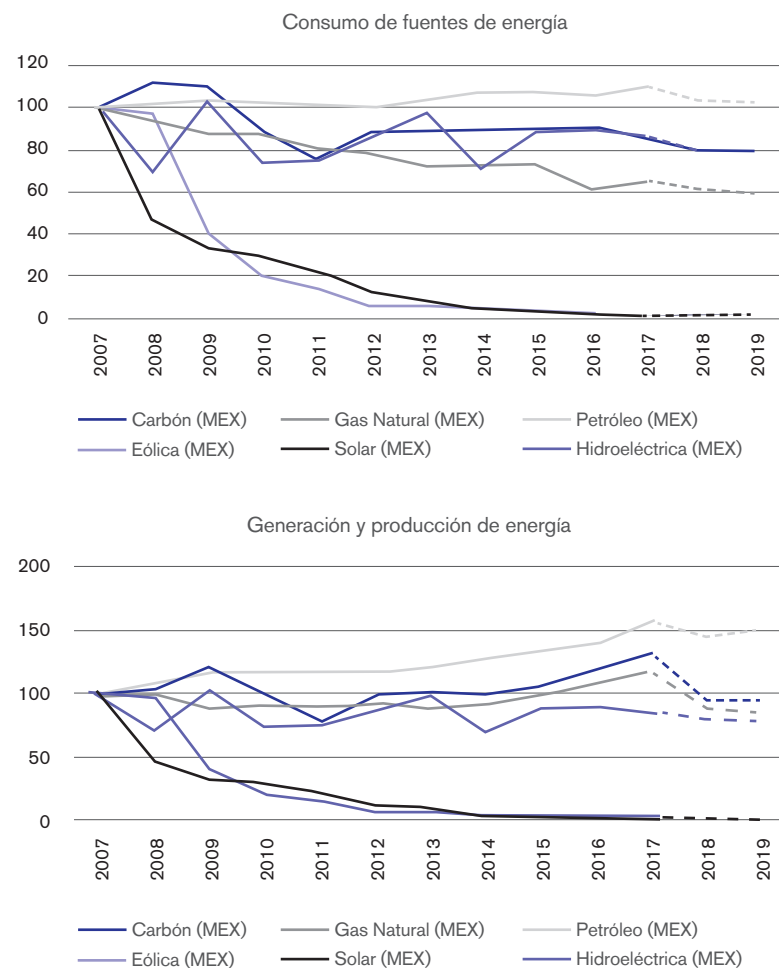
Información general	LAC	México
Población, mil habitantes.	628,844	126,248
Área, km2	21,326,496	1,964,380
Densidad de población, habitantes / km2	29	64
Población urbana, %	80	80
PIB per cápita, miles, USD	15	17
Reservas de petróleo, Mbbl	330,955	7,641
Reservas de gas natural, Gm3	7,653	358
Reservas de carbón, Mt	14,831	1,211

Fuente: World Development Indicators. Junio 2019.
<https://data.worldbank.org/>

Sin embargo, aun con datos económicos y energéticos sobresalientes a nivel mundial, el país necesitaba la desregularización de su sector energético para abrir el mercado y volverlo más rentable. Con la Reforma, el país avanzó en la liberalización de los mercados energéticos: hidrocarburos y electricidad para volver aun más competitivo al sector. La Reforma permitió por primera vez la participación privada en exploración, extracción, refinación, petroquímica, transporte y almacenamiento de hidrocarburos, llevando al país hacia un nuevo horizonte energético.

Históricamente, el país ha tenido una dependencia muy alta de energías fósiles, además de una dependencia actual y muy alta de energía hidroeléctrica. Sin embargo, México cuenta con una prometedora y dinámica industria de energías renovables que, con ayuda de la Reforma, ha integrado su consumo energético renovable con su consumo de energía hidroeléctrica a su matriz energética para cumplir con sus metas económicas, pero también medioambientales. La Reforma brindó a México una oportunidad histórica para detonar su potencial energético mediante instrumentos y mecanismos que han ayudado a aumentar la generación de energías renovables tales como la geotérmica, solar y eólica, mitigando así las externalidades ambientales del sector, dado que las implicaciones medioambientales en el sector energético son grandes. La siguiente gráfica muestra el consumo histórico de fuentes de energía en México, mientras que la gráfica sucesiva señala la generación y producción histórica de energía en el país, ambas gráficas con sus proyecciones al año 2019.

**Consumo histórico de fuentes de energía en México
y Generación y producción histórica de energía en México**



Fuente: BP Statistical Review of World Energy. Julio 2019. <https://www.bp.com/>

México ha expresado sus compromisos en materia de cambio climático y ha desarrollado numerosas acciones para la mitigación de su impacto ambiental. En 2012, el Congreso de la Unión aprobó la Ley General de Cambio Climático (LGCC), convirtiendo a México en un país pionero al desarrollar una ley en el tema. Dicha Ley estable-

ce las metas aspiracionales de reducción de emisiones de México (DOF, 2012). La LGCC también establece el mandato de crear los diferentes instrumentos de planeación que facilitarán el cumplimiento de dichas metas como la Estrategia Nacional de Cambio Climático y los programas estatales de cambio climático. Los compromisos de la Ley se reafirmaron posteriormente por el gobierno de México en las Contribuciones Determinadas Nacionalmente (CDN) de México, en el Acuerdo de París, descrito a continuación.

En diciembre de 2015, la conferencia número 21 de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, marcó un hito histórico. La entrada en vigor del Acuerdo de París, a una velocidad sin precedentes en la historia reciente de los tratados internacionales. El Acuerdo de París (AP) incluye obligaciones legalmente vinculantes para que todos los países preparen regularmente planes climáticos dentro de sus CDN. México fue uno de los primeros países en el mundo en presentar compromisos climáticos en el período previo al AP y fue uno de los países que presionó más por un acuerdo sobre el cambio climático. El AP busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y limitar el aumento medio de las temperaturas globales a muy por debajo de los 2º centígrados, y seguir los esfuerzos para limitar el aumento de las temperaturas medias globales a 1,5º (Fernández-Reyes, R. 2016).

El AP establece las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés), las cuales constituyen un mecanismo clave respecto al cambio climático y los esfuerzos para cumplir con el objetivo global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Los compromisos climáticos en las INDC sobre reducción de las emisiones GEI para 2030 son ambiciosos. La meta de contribución de México para el año 2030 es la reducción de un 22% de sus emisiones gases de efecto invernadero con respecto a una línea base, aumentando a un 36% esta reducción condicionada al apoyo y financiamiento internacional (Programa de prueba del sistema de comercio de emisiones, 2019).

Las INDC han contribuido a impulsar políticas públicas para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y favorecer la descarbonización de las respectivas economías. El objetivo incondicional de México es una reducción del 36% de GEI a 2030 y una reducción del 70% de carbono negro. El objetivo implica reducir la intensidad de las emisiones de 2013 a 2030 en un 40%. Las prioridades de la INDC de México en sectores de mitigación específicos son energía, industria, agricultura, desechos, transporte y fomento. Las prioridades de la INDC de México en sectores específicos de adaptación son la costa, la gestión del riesgo de desastres, la vivienda, la biodiversidad, la salud y el agua (Carlino, H. 2018). La siguiente tabla muestra el desarrollo de México en los compromisos climáticos.

Compromisos climáticos de México

	% GEI mundiales 2017	Seguimiento de compromisos con políticas y regulaciones	NDC: GEI per cápita	
			NDCs	tCO ₂ e/cap 2030 Vs 2015
Mexico	1.50%	Si	5.1	-2%

Fuente: United Nations Environment Program. Emissions Gap Report 2018.

Dentro de los instrumentos de planeación que facilitan el cumplimiento de los compromisos ambientales, México cuenta con un impuesto al carbono desde el 2014, cuyo valor está determinado por el potencial de emisiones de dióxido de carbono de los combustibles fósiles al momento de su combustión. Este impuesto es el primer instrumento que fija un precio al carbono en México e interactúa con las CDN meta para México en producción de energías limpias, las cuales son: 25% en 2018; 28.3% en 2020; 30% en 2021; 31.7% en 2022; 35% en 2024 y 50% en 2050 (Cespedes, 2018).

Con estas metas, México ha tenido la posibilidad de desarrollar sus energías renovables con inversiones públicas y privadas, nacionales e internacionales para consolidar una seguridad energética alternativa, basada en la sostenibilidad. Especialmente en la gestión de la energía eléctrica como elemento clave para la cadena de valor del sector energético mexicano.

La energía eléctrica producida en México se conduce por más de 752 mil kilómetros de líneas de transmisión y distribución. Este suministro llega a cerca de 190 mil localidades (190,732 rurales y 3,667 urbanas), cubriendo un 97.60% de la población nacional. En la actualidad, el parque eléctrico nacional está compuesto por 197 centrales generadoras, incluyendo 19 que se agregaron en octubre de 2009 y que pertenecían a la extinta Luz y Fuerza del Centro (Ramos-Gutiérrez, L. & Montenegro-Fragoso, M. 2012).

Hasta el 2009, el sector eléctrico en México era gestionado únicamente por dos empresas estatales: Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y Fuerza del Centro. Entre 2009 y 2014, por ley, los consumidores de electricidad adquirirían energía eléctrica mediante tarifas reguladas por la CFE, por lo que no había otra opción para su adquisición. La manera en que una empresa podía gestionar la energía era únicamente mediante programas de eficiencia energética, por ejemplo, perfeccionando procesos y adquiriendo tecnología ahorradora de energía.

El suministro eléctrico en México se liberalizó gracias la Reforma, lo que representa un campo de oportunidad para el usuario calificado; el usuario final que cuenta con grandes centros de carga (de más de 2MW hasta agosto de 2016 y de más de 1 MW a partir de esa fecha) que decida registrarse como Usuario Calificado ante la CRE, o aquellos centros de carga al amparo de contratos legados. Los Usuarios Calificados tienen la libertad de participar en el mercado eléctrico mayorista (MEM) ya sea directamente o a través de un Suministrador de Servicios Calificados o SSC (Ibarra Yúnez. & Yúnez, A.). Los usuarios calificados pueden elegir el su-

ministrador eléctrico con base en sus necesidades, controlando costos y condiciones, lo que puede beneficiar la economía de la empresa y aumentar su competitividad. Con esto, se puede evitar la volatilidad del precio de la energía eléctrica, volviendo más eficiente su planeación financiera a corto, mediano y largo plazo.

La Reforma energética estableció la creación de un mercado eléctrico mayorista para las empresas privadas, lo que faculta a la iniciativa privada a colocar su producción en mercados que operan en tiempo real, respondiendo a las fluctuaciones de la demanda; esto ha generado dinamismo, competitividad y transparencia en el mercado, así como oportunidades laborales para la gestión.

Como consecuencia de la Ley de Transición Energética, se estableció la obligación de generación o adquisición de energía limpia para todos los participantes del MEM, entre cada planta que genera o consume más de 1 MWh, así como entre quienes lo suministran, estableciendo como metas nacionales: 5% en 2018 y 2019; 7.4% en 2020; 10.9% en 2021 y 13.9% en 2022 (CRE, 2017).

Con estos requerimientos, los participantes del MEM deberán probar que cuentan con este mínimo, ya sea por su propia generación limpia o porque compraron el equivalente en CEL a generadores limpios, que en la Ley de Transición Energética son los que emiten como máximo 100 kilogramos de CO₂ por MWh, como los productores de energía eólica, fotovoltaica, biomasa, geotérmica, hidroeléctrica y nuclear. Con estos instrumentos, México pretende incentivar la meta de producción de energías limpias del total nacional.

El MEM se consolidará gradualmente, alineándose con las mejores prácticas de la industria eléctrica. Todos los actores deben identificar sus capacidades para definir e implementar una estrategia exitosa para la gestión sustentable de la energía. La liberalización del suministro eléctrico y la nueva metodología de tarifas implica una oportunidad para que los consumidores integren la

variable energía en la estrategia corporativa de sus planes de negocio, dado que ser sustentable ya no es un valor agregado para las empresas, sino un elemento indispensable en los negocios, con gran importancia dentro de las mismas organizaciones y sus grupos de interés.

Industrias intensivas en energía

La intensidad energética es un indicador que sirve para analizar cómo se gestiona la eficiencia de los recursos energéticos de una economía. El indicador se calcula como la relación entre la demanda o consumo energético y el PIB. La tabla muestra las intensidades de energía sectoriales en la LAC y su comparativo con México, para ambos casos, el sector transporte y el industrial componen más de la mitad porcentual. Las siguientes gráficas muestran las fuentes de energía y el uso de energía para 2017, en estas resalta el gran impacto de ambos sectores en las matrices.

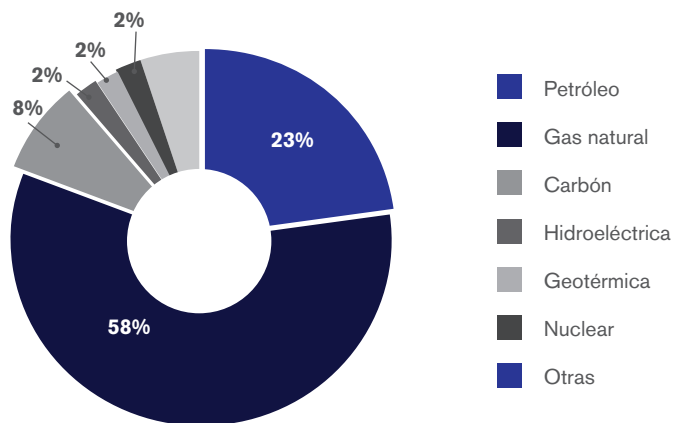
Intensidades de energía sectoriales

Intensidades energéticas sectoriales (consumo final, mtep) 2017	LAC	México
Sector del transporte	236.00	59.39
Sector industrial	186.00	39.39
Sector residencial	100.00	18.22
Sector comercial y de servicios	33.00	3.93
Agricultura, minería, otros consumos no energéticos	69.00	9.25

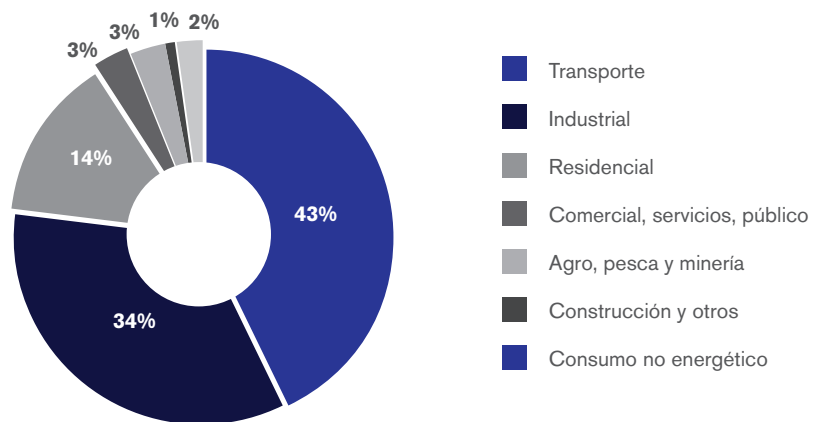
Fuente: Organización Latinoamericana de Energía. Julio 2019.
<http://www.olade.org/>

Fuentes de energía. México 2017 y Uso de energía. México 2017

Fuentes de energía: México 2017



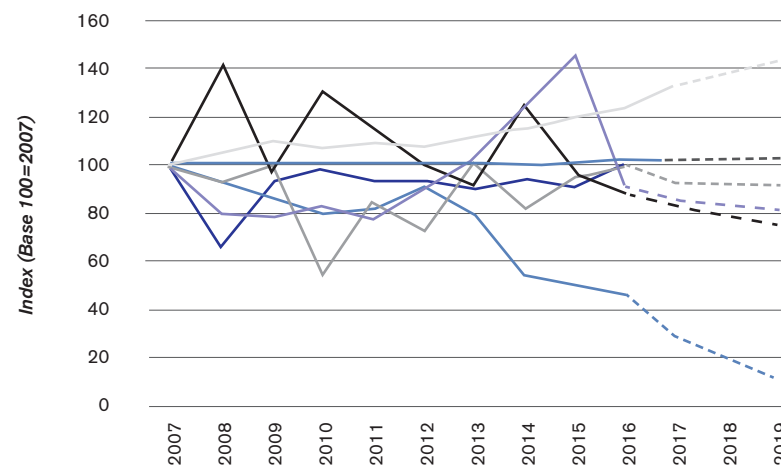
Uso de la energía: México 2017



Fuente: Organización Latinoamericana de Energía. Julio 2019. Disponible en: <http://www.olade.org/>

En el sector energético, la formulación de políticas públicas tiene que integrar la relación entre el crecimiento económico, el consumo energético y sus impactos ambientales, para preservar el desarrollo del país. Para abordar el problema, las políticas públicas destinadas a aumentar la eficiencia energética y a promover tecnologías limpias deberán alinearse con el crecimiento económico de la región. La siguiente gráfica muestra el acceso y fuentes de electricidad en México, lo que nos da idea de cómo ha evolucionado la matriz energética.

Acceso y fuentes de electricidad en México



- Acceso a electricidad (% de la población)
- Producción de electricidad por fuentes hidroeléctricas (% del total)
- Producción de electricidad por fuentes renovables, excluyendo la hidroeléctrica (% del total)
- Producción de electricidad por fuentes de carbón (% del total)
- Producción de electricidad por fuentes petroleras (% del total)
- Producción de electricidad por fuentes nucleares (% del total)
- Producción de electricidad por fuentes de gas natural (% del total)

Fuente: World Development Indicators. Agosto 2019. Disponible en: <https://data.worldbank.org/>

La Reforma alentó inversiones en el sector energético tanto para energías fósiles como para renovables. Las subastas, como instrumentos financieros, favorecieron un mercado abierto, transparente y competitivo. Adicionalmente, la Reforma estimuló a la inversión privada, competencia justa y apertura del sector. Sin embargo, ante el cambio de gobierno federal, México enfrenta retos en materia de política energética, por lo que el sector debe conciliar esfuerzos con el gobierno para contribuir a la construcción de un acuerdo de colaboración con fines específicos intersectoriales que ayuden a maximizar la productividad y generar ingresos y empleos.

Es esencial implementar acciones para aumentar la eficiencia energética, mejorar el suministro para promover el desarrollo económico en México y reducir el consumo de energía y las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Es imprescindible diversificar la matriz energética expandiendo la adopción de energías renovables y tecnologías limpias, así como diseñando estrategias ambientales para tener en cuenta las externalidades positivas de otros sectores económicos.

El sector energético ha evolucionado por completo en los últimos años, la nueva era de la transición energética estará llena de retos y desafíos, pero también de oportunidades de inversión e innovaciones que se tendrán que visualizar y alcanzar mediante un trabajo basado en la colaboración de todos los niveles y sectores. El éxito radicará en poder adaptarse constantemente a entornos inciertos globales y nacionales debido a las condiciones geopolíticas y sociales en constante cambio.

Referencias

- Carlino, H. (2018). El Acuerdo de París y sus Implicaciones para América Latina y el Caribe. PNUMA.
- Comisión Reguladora de Energía (CRE). "Certificados de Energías Limpias CEL". Agosto 2017. Disponible en: <https://bit.ly/2Y3XLiL>
- Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (Cespedes). "Estudio de Energías Limpias en México 2018-2032". (2018). Disponible en: <https://bit.ly/2OvWiyw>
- Diario Oficial de la Federación (2012). Ley general de cambio climático.
- Fernández-Reyes, R. (2016). El Acuerdo de París y el cambio transformacional, en *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, n° 132, pp. 101-114.
- Ibarra Yúnez, A., & Yúnez, A. I. Preguntas y respuestas sobre el Mercado Eléctrico Mayorista y los participantes.
- Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Disponible en: <http://www.olade.org>. Fecha de consulta: junio de 2019.
- Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2016-2030. Disponible en: <https://bit.ly/2OXfBA0>
- Programa de prueba del sistema de comercio de emisiones. (2019). SEMARNAT. Disponible en: <https://bit.ly/2suir81>
- Ramos-Gutiérrez, L. D. J., & Montenegro-Fragoso, M. (2012). La generación de energía eléctrica en México, en *Tecnología y ciencias del agua*, n° 3(4), pp. 197-211.
- World Bank Data - World Bank Group. Disponible en: <https://bit.ly/2L7ea0A> Fecha de consulta: agosto de 2019.

DECARBONISATION POLICIES IN ASIA-PACIFIC

Successfull case

Peter Hefele
Eric Chun Sum Lee

Introduction

If it comes to energy and climate, the development in Asia-Pacific is breathtaking in more than one aspect, the region is consuming 40 percent of global primary energy; greenhouse gas emissions account for roughly 35 percent in the world; since 1990 the deforestation rate has been higher than in any other region exceeding Latin America; and geopolitical tensions are plenty in the region, most of them linked to the (potential) exploitation of natural resources – the ‘great power game’ on energy and resources is back. This *re-drawing* of the geopolitical landscape is not limited to Eurasia but comes along with far-reaching implications for Latin America as well.

However, another aspect is often neglected, despite its strategic importance: *the quest for a superior and sustainable political and economic development model*. Not seen since the end of the cold war, global system competition is back, fuelled mainly by China’s rise and global expansion. For this analysis, we leave aside the geopolitical and ideological implications. We will rather focus on what lies at the very heart of those global discussions on development: *how to transform the existing energy (and resource) system in order to achieve affordable and sustainable energy security (‘energy trilemma’)*. All different models of development have to find an answer to this question.

Energy security is no longer seen as a supply-side problem as it has been after the oil crisis in the 1970s. In recent years, a more

comprehensive understanding of security and impacts of climate change on system stability has evolved. And due to this insight, reducing greenhouse gas (GHG) emissions (mainly carbon dioxide) is an inseparable part of any discussion on energy security. This transformation process is often described as *decarbonisation*. The scientific and public discussion gained momentum in recent years, in particular following the Paris Agreement of 2015.

The future of the global climate system is largely depending on decisions and shifts made in Asia and Pacific. If this region fails to substantially speed up its efforts of cutting GHG emissions, the target of 2 degrees Celsius average global warming set by the Paris Agreement can by no means be met. Representing 2 billion people and 18 percent of global GDP, the PR China and the countries of the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) stood for roughly 20 percent of global GHG emissions in 2017. What pledges did these nations make at the Conference of the Parties COP) 21 to reduce emissions? How did they perform in recent years in decarbonising their economies? What has to be done in addition to the steps made so far?

We limit our analysis to ASEAN and the PR China, while we are well aware that South Asia, in particular India, is just about to catch up.

Decarbonisation in Southeast Asia

Southeast Asia is one of the fastest-growing regions in the world. Nine out of the ten countries in this region are developing nations, which experienced an economic growth rate of over 5% on average and a population increase of about 2% per year over the past decades. They all face a substantial increase in energy demand as well as greenhouse gas emissions.

The region's total energy consumption has been surging at an average rate of 3.4% annually since 1995 and is expected to in-

crease by almost two-thirds in 2040. Vietnam, Thailand, Malaysia, Indonesia and the Philippines consume more than 90% of the energy in the region. Residential, industry and transport sectors are the major drivers of energy consumption growth. Although the regional share of global GHG emissions lies currently at the level of 3%, it is predicted to reach 5% in 2030 mainly due to high dependence on fossil fuels in the power sector. Substantial decarbonisation in this region would be a major contribution to global climate protection efforts.

In the face of these ongoing economic, social and energy-related challenges, the region is increasingly aware of the need for a sustainable development model to resolve the dilemma between economic growth and environmental protection. Adverse impacts of fossil fuels' use, notably air pollution on the environment and human health, cannot be ignored any longer. In addition, Southeast Asian countries largely rely on agriculture and are vulnerable to consequences brought by climate change, such as droughts, floods and salination due to rising sea level.

Decarbonisation is among the top priorities of countries in Southeast Asia, not least since the commitments made at the COP21. As a regional collaboration entity, ASEAN has agreed to lower greenhouse gas emissions by 20 percent over the next decade. It has outlined key approaches towards a low-carbon community via mainly cleaner coal technologies, renewables and energy efficiency, namely in the ASEAN Economic Community Blueprint 2025 and the ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation 2016–2025.

Supply Side: Increasing Deployment of High-Efficiency Coal Technologies and Renewables

Southeast Asia needs to diversify energy sources to meet the rising energy demand and ensure energy security in the long run. Higher penetration of non-fossil fuel sources and wider deployment of

more efficient coal-fired plants are expected to reduce the carbon intensity of the power sector by almost one-fifth.

Among all energy options, coal is currently seen as the most reliable one as it provides abundant, affordable and secure baseload power for the region. Unfortunately, shortage of gas supply has driven many ASEAN countries to shift from natural gas to coal. The later has long been favoured by most countries in Southeast Asia and was only addressed with a subsidy reform to reduce government spending on energy in 2016. Nevertheless, fossil-fuel subsidies have accounted for US\$20 billion (2017) despite these reforms. As coal is expected to account for 40 percent of all electricity generation in the region by 2040, ASEAN recognised the major role of coal in the future regional energy mix. The ASEAN Clean Coal Technology Handbook for Power Plants prepared by the ASEAN Centre for Energy (ACE) 2017 highlighted the necessary implementation of advanced coal technologies to curb carbon dioxide, sulphur dioxide and nitrogen oxides emissions.

Another way to decarbonise is to expand renewable energies (RE). In the past three years, the share of renewable energy in the ASEAN power mix has risen due mainly to the fast-paced solar and wind power use. Hydropower and geothermal remain two major sources of renewable energy in the region. In 2016, ASEAN managed to generate almost 21 % of its primary energy from renewable energy sources, close to the set target of 23% for 2025. Most of the Member States have developed their long-term goals and regulatory frameworks for RE deployment. The potential for renewables in the region is quite significant, with its abundant and diversified energy resources such as biomass in Thailand, geothermics in Indonesia and the Philippines, hydropower in Vietnam, Cambodia, Lao People's Democratic Republic and Myanmar, wind energy in Thailand, Philippines, Vietnam and Indonesia, and solar power in almost all countries.

Among the ASEAN Member States, it is Indonesia, Malaysia, the Philippines, Thailand and Vietnam which show higher degree of re-

newable energy deployment. The key elements that contribute to the successful RE growth are medium to long-term national renewable energy targets; well-designed feed-in-tariffs for various renewable energy sources; financial and nonfinancial incentives to support RE projects; clear permit and license mechanisms; and advanced technical standards, especially grid connection codes.

Despite various policy measures among countries, feed-in-tariffs (FITs) seem to be the most decisive instrument to foster the development of renewables in the region. Besides FITs, financial incentives include tax credits, tax reduction, tax exemptions and capital cost grants. For example, Malaysia introduced its feed-in-tariff system in 2011, which is well defined in the Renewable Energy Act. Corporate Investment Tax Incentives are available for RE projects, too. To promote green finance, the Green Technology Financing Scheme provides a 60% public guarantee on the cost of renewable energy deployment and a rebate of 2% on the interest or profit charged by the financial institutions. For non-financial incentives, ASEAN Member States are taking measures to ensure easier access of independent power producers to the energy market. Malaysia's Small Renewable Energy Programme aims at integrating renewable energy into the national grid system. Under this scheme, small-scale RE power plants can sell generated electricity to the power companies.

Besides policy support at the national level, regional cooperation on power interconnection could massively increase energy efficiency at a macro level. The ASEAN Power Grid, which operates eleven cross-border grids, enables all member states to take advantage of available energy resources in the region. For example, the hydropower resources of the Mekong Delta are shared among the countries in the South. This does not only reduce the economic costs of power generation, but cuts greenhouse gas emissions as well.

The renewable energy is expected to grow at an average rate of 4% by 2040. However, in general, ASEAN is still in the early stage of renewable energy development. The vast majority of the renewable

energy resources has not been explored so far. Its growth is driven by falling costs of renewable energy technologies and technological advancement. International Energy Agency (IEA) estimates that annual investments of about USD\$27 billion are needed to fill the 10% gap between the current status and the 23% RE target by 2025. The key lies in the governments' capability to attract foreign investment and make RE projects bankable via putting stable and effective policy and regulatory frameworks in place.

Demand Side: Improving Energy Efficiency

Energy efficiency serves as a key instrument to achieve decarbonisation across all sectors. ASEAN has set the target to reduce energy intensity by 20% in 2020 and by 30% in 2025 based on a 2005-level. All member states have formulated their national plans and regulatory frameworks on energy conservation with differentiated targets. In 2018, according to ACE's statistics, ASEAN achieved an energy intensity reduction by 20% compared to 2005 levels.

ASEAN has been making efforts to promote energy efficiency. In the region, Thailand, Singapore and the Philippines are leading countries in improving energy efficiency. In the building sector, many countries have introduced green building codes and building certificates for government and commercial constructions. In the transport sector, tax incentives and rewards are available to encourage the purchase of energy efficient and low emission vehicles. Standard labelling has widely been used for end-use appliances. In the industry sector, some countries have mandatory energy management programs for large energy consumers. Financial incentives were offered by public agencies to boost energy efficiency improvement, including tax incentives, capital allowance, low-interest loans, subsidies and other budgetary measures. In addition, governments have actively engaged the private sector in energy efficiency financial mechanisms. Joint investment programs via public and private

partnership have been initiated to raise funds for renewable energy-related and energy efficiency projects.

Although progress in energy efficiency has been made, huge challenges still lie ahead due to the rising energy intensity. Importantly, in many places the current energy policy often contradicts the target of achieving energy intensity reduction. The fossil fuel subsidies disincentivise energy users to tap the energy saving potential. Moreover, many countries suffer from limited governance capacity in policy enforcement. They lack the technical and financial capacity to implement energy efficiency programs.

With the dramatic increase in energy demand, it seems to be no easy task for Southeast Asia to achieve decarbonisation in the short as well as long term. Although the potential of decarbonisation is enormous and ASEAN has set targets for carbon dioxide emissions' reduction, RE deployment and energy efficiency, several political, financial and technical constraints at the national level remain significant barriers to the effective implementation of policy measures.

Decarbonisation in the People's Republic of China

As the world's largest emitter of greenhouse gases, the PR China has a special responsibility in global climate politics. Thus, the country is in the focus of many climate debates and is facing certain international pressure. In its National Determined Contributions (NDCs), China has set concrete targets in climate policy: The absolute greenhouse gas emissions are projected to reach their peak in 2030 at latest and then decrease continuously. However, as the Chinese economy will continue to grow rapidly, the emissions per unit of GDP need to decline by more than one third.

This ambitious goal can only be reached through a comprehensive and fast decarbonisation, especially in the energy generation and production industry sector. At the same time, the transformation of economy and society from fossil resources to renewable energies

is a key element in the general transition of the Chinese economic system and a further increase in public wealth.

The 13th Five-Year Plan (2016–2020) provides the framework for this transition. In this sense, decarbonisation is understood as a multidimensional challenge. It is related to numerous policy areas, such as agricultural, industrial, energy, transportation, environmental and climate politics. This will lead to conflicts in reaching the goals because the country is still striving for stable growth in the economy and it has so far not succeeded in decoupling economic growth and energy consumption – despite significant efforts in increasing the energy efficiency. Currently, decarbonisation in China is mainly based on the following areas: energy generation from renewable sources; a higher rate of use of electrical energy instead of fossil sources, e.g. in transportation (e-mobility); and a more efficient use of energy.

Renewable energies

China is the top producer and consumer of electrical energy in the world. Although it is also by far the largest producer of renewable energies, their share at the national energy mix accounts only for 15 percent, placing the country in the global average. Energy generation from coal makes up the largest share of electricity production. This is unlikely to change quickly in the coming decades.

In Asia, China is the pioneer in the use of hydropower which is providing one-fifth of the electricity generated within the country. This amount is due to large-scale projects such as the Three Gorges Dam. These projects, however, have severe ecological consequences and are affecting China's neighbour states as well. Therefore, in the framework of its decarbonisation policy, China is increasingly focusing on alternative sources of renewable energy.

The PR China is the world's largest producer of solar panels. Since 2013, the country has installed more solar power capaci-

ty than whole Europe combined. Wind power however is currently having a more significant share of the national electricity generation. In the world's third largest country by area, the long coastlines and vast deserts provide much potential for further exploitation of these sources. In the mid-term, wind and solar energy together are expected to replace hydropower as the most important renewable energy source in China. However, currently, there are severe bottlenecks for feeding the green electricity into the existing national grid.

Electrification

In the previous years, China has massively extended its electricity grid. Today, almost every household has access to electric energy. Nevertheless, private households still contribute significantly to the national greenhouse gas emissions, both through open fire and electricity generators running on petrol. Decarbonisation on the countryside thus implies an increased use of electric energy. Local off-grid electricity generation from renewable sources can partly solve this issue.

Due to the catastrophic air pollution in many urban centres, the country is also striving for a transition in mobility. China is among the pioneers of developing, producing and selling electric vehicles and e-mobility concepts. In six large metropolitan areas (among them Beijing and Shanghai), the number of vehicles with a combustion engine or hybrid technology is strictly limited by regulation. Private cars, but especially public buses and taxis, are already running on electricity in many cities. Bicycles and mopeds are also increasingly equipped with an electric motor.

Emission trade and Carbon Capture and Storage

As 'workbench of the world', the industrial sector of China is among the main sources of greenhouse gases. In recent years, Emission

Trading Schemes (ETS) and the development of Carbon Capture and Storage (CCS) are seen as important instruments of decarbonisation.

In order to gain experiences on a small scale and prepare a nation-wide ETS system, beginning in 2013, China has implemented eight pilot projects in the industrialised East and Southeast of the country. The projects were located in five cities (including Beijing and Shanghai) and three provinces. In the metropolitan areas, there is a clustered and cross-linked production industry which showed great flexibility when introducing Emission Trading. In the rural provinces, the emitters are more diverse and geographically distributed; forestry is playing an important role. In order to meet different requirements, each pilot project defined the emission trade target on its own.

In December 2017, those pilot projects were merged into a nation-wide standardised ETS system. With this step, China is among the first countries having introduced such a comprehensive system. The implementation follows three steps: (1) Regulatory preparations were made and a trading platform established. (2) Trade began in limited volume for eight economic sectors, including the producing and heavy industry. (3) ETS market will be opened for all sectors and all types of certificates.

Besides the decreased use of fossil resources, the *clean use of coal* is an equally indispensable element for a sustainable decrease of greenhouse gas emissions in China. The country has installed nearly one-half of the worldwide capacities in coal power generation. Both power plants and the industry are continuously improving technologies in reducing and filtering the exhaust gases. For the industry, the ETS system is providing financial incentives. A further step is Carbon Capture/Sequestration and Carbon Storage (CCS/CCUS) which extract carbon dioxide from the exhaust gases and store it permanently in bounded form, usually underground.

Upgrading existing industrial and power generation plants is much cheaper than building new plants from the ground. An upgrade can reduce the carbon emissions of a typical Chinese coal

power plant by 85% or more. Furthermore, more than one-third of all power plants is located within a 250-kilometre range of an appropriate terminal repository for carbon. However, neither China nor other countries have so far installed CCS plants on a large scale. Despite enormous efforts in research and development, only in 2018, a first commercial system will be implemented in Western China. It is hard to estimate to what extent CCS/CCUS will become a major element of the Chinese decarbonisation policy.

Prospects

On its way towards decarbonisation, the People's Republic of China is still facing large financial, technical and regulatory challenges. Among them are the continuously increasing use of both primary and electric energy, the enormous size and diversity of the Chinese economy, the vast geographic extent of the country and a strong political focus on economic competitiveness. Yet, China could become an example and provide the impetus for other countries, for example within the increasing regional interconnection of transportation and energy infrastructure (Belt and Road Initiative) – supporting China's claim of being a global responsible power.

Bibliographic references

- ASEAN Centre for Energy. (2016). Renewable Energy Policies One Community for Sustainable Energy.
- ASEAN Centre of Energy. (2017). The 5th ASEAN Energy Outlook.
- ASEAN. (2017). One ASEAN Community through Resilient and Sustainable Energy. Joint Ministerial Statement of the 35th ASEAN Ministers on Energy Meeting.
- Central Committee of the Communist Party of China (2016): *13th five year plan for economic and social development of the PR China*.
- Clifford, M., Pau, J., & Sobolewska, J. (2017). Decarbonization: Opportunities in ASEAN.
- Department of Climate Change, National Development and Reform Commission of China (ed.) (2015): *China's first NDC*.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (2017): *ETS in China*. Accessible on <https://bit.ly/36kMtwm>
- Feng, E. (2017): *China looks to capture millions of tonnes of CO₂*. In: Financial Times online. Accessible on <https://on.ft.com/3q5Crae>
- Finenko, A., Owen, A., & Tao, J. (2017). Power Interconnection in the ASEAN Region: Lessons Learnt from International Experience.
- International Energy Agency (2017a): *The potential for carbon capture and storage in China*. Accessible on: <https://bit.ly/2VjxyvW>
- International Energy Agency (2017b): *World Energy Outlook 2017: China*.
- International Energy Agency. (2017). Southeast Asia Energy Outlook World Energy Outlook Special Report. Paris: International Energy Agency.
- International Renewable Energy Agency (2014): *Renewable energy prospects: China - Executive summary*. Accessible on <https://bit.ly/2HOgDyA>
- International Renewable Energy Agency. (2018). Renewable Energy Market Analysis: Southeast Asia.
- Shi, X. (2015). Energy Efficiencies in ASEAN Region. 6, 3681-3699.
- Zhang, Y., Tian, Y., Lyu, D., & Dormido, H. (2018) *These Six Chinese Cities Dominate Global Electric-Vehicle Sales*. Accessible on <https://bloom.bg/2JjZT31>

LOS PROBLEMAS SOCIALES QUE ENFRENTA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Rosanety Barrios Beltrán

La aceptación de un proyecto de infraestructura por parte de los grupos sociales que se ubican alrededor de su área de impacto constituye una condición *sine qua non*, de conformidad con nuestra Carta Magna. Su implementación puede dividirse en dos etapas: en la primera, la Comisión Federal de Electricidad y Petróleos Mexicanos contaban con un mandato que las obligaba a desarrollar infraestructura para cumplir con la obligación de suministro; y la segunda, que deviene de la reforma constitucional en materia de energía ocurrida en diciembre de 2013. A partir de ahí, la Secretaría de Energía (SENER) es la encargada de realizar la evaluación de impacto social, resolver si procede una consulta indígena y, en su caso, conducirla, lo que ha implicado una serie de dificultades ante un marco legal posiblemente incompleto, limitados recursos materiales y humanos, así como un proceso de aprendizaje sobre la marcha. Este capítulo aborda los elementos nodales de dicha consulta en proyectos de energía renovable y las lecciones aprendidas a cinco años desde el arranque del nuevo modelo energético.

Antecedentes

La obligación de llevar a cabo una consulta para obtener la aprobación de las comunidades indígenas en el desarrollo de un proyecto de energía tiene como origen el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo,¹ cuyo artículo 6 establece que los gobiernos que adoptaron el convenio, deberían:

¹ La Organización Internacional del Trabajo es una agencia "tripartita" de la Organización de las Naciones Unidas, que reúne a empleadores, trabajadores y gobiernos de los Estados miembros. México es un Estado miembro fundador de la ONU. El Convenio 169 fue adoptado en la reunión de Ginebra ocurrida el 27 de junio de 1989 y ratificado por México el 5 de septiembre de 1990.

- “Consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente...”.

Asimismo, establece las condiciones mínimas que deben cumplirse en dicha consulta, como sigue:

- “Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas”.
- Esta consideración fue elevada a grado constitucional en nuestro país en el año 2001, cuando se reformó el artículo 2 para establecer las bases de los derechos de los pueblos indígenas y la obligación de los gobiernos federal, estatal y municipal de crear las instituciones de atención a dichas comunidades.

Sin embargo, esta disposición no fue aterrizada en una Ley específica que estableciera, al menos, la(s) institución(es) que deberían conducirla, así como los criterios y procedimientos específicos que dieran cumplimiento a los criterios mínimos definidos en nuestra Constitución.

Para dimensionar adecuadamente la complicación que puede implicar el acceso a tierras/propiedad de pueblos indígenas, es conveniente recordar que en México existen tres tipos de regímenes de propiedad de la tierra: a) propiedad privada, regulada por leyes civiles y comerciales; b) propiedad pública, regida por la ley administrativa y c) la propiedad agraria, que es donde se encuentra la mayor parte de la tierra de comunidades indígenas. La propiedad agraria se divide en comunal y ejidal y su regulación responde, entre otros, a los usos y costumbres de las comunidades, quienes definen sus órganos de gobierno y toma de decisiones. Es decir que cualquier consulta a comunidades indígenas debe hacerse con un conocimiento profundo de la relación de dichas comunidades con

elementos patrimoniales naturales, tales como la tierra, el aire o el sol; así como, de sus mecanismos de toma de decisiones.

En este contexto, la entrada de nuevos participantes del mercado hizo surgir diferentes problemas de implementación de la consulta, que dieron por resultado oposiciones férreas al desarrollo de proyectos tales como el Acueducto Independencia en el Valle Yaqui, la oposición de la comunidad Wixárica a proyectos mineros en San Luis Potosí, diferentes proyectos relacionados con productos transgénicos en siete estados del país y, en materia de energía, los proyectos la Parota en Guerrero y el proyecto eólico conocido como Proyecto Eólico Mareña Renovables (Proyecto Mareña) en el Istmo de Tehuantepec.²

Con el cambio constitucional en materia de energía, ocurrido en el 2013, se abordó de manera directa el tema de la consulta social en las leyes de la Industria Eléctrica³ (LIE), y de Hidrocarburos como un elemento indispensable para el desarrollo de proyectos de energía; y se estableció que la Secretaría de Energía (SENER) sería la responsable de coordinar todo el proceso, empezando por la evaluación del impacto social a cargo de los interesados en desarrollar proyectos, que concluye con la emisión de una resolución en la que la propia Sener determina si es procedente o no llevar a cabo la consulta indígena y, de resultar necesaria, es también la Sener la que la conduce.

Los reglamentos de dichas leyes aportaron criterios para su implementación, si bien por su naturaleza se vieron limitados. Otro hecho relevante es que la SENER creó una Dirección General para llevar a cabo todo el proceso establecido por ley, lo que de manera natural representó una limitante en materia de recursos humanos y materiales para atender a toda una industria.

² Para mayor detalle se recomienda consultar el documento emitido por la Comisión Nacional de Derechos Humanos “Recomendación General No. 27/2016 sobre el derecho a la consulta previa de los pueblos y comunidades indígenas de la República Mexicana”. Disponible en: <https://bit.ly/2X9uZwO>

³ Artículos 117 a 120, Ley de la Industria Eléctrica, y 118 a 121 de la Ley de Hidrocarburos.

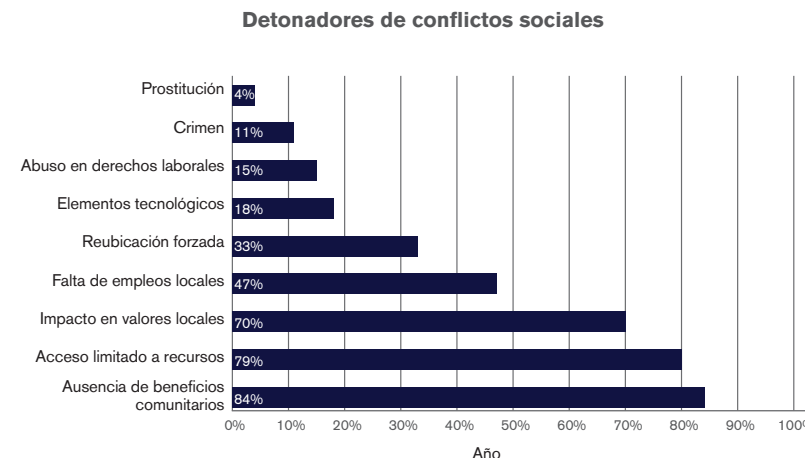
Los retos de la consulta social

Uno de los primeros problemas que enfrentó el sector bajo el nuevo marco legal de energía fue el de abordar los casos de proyectos que arrancaron antes de la emisión de dicho marco. Tal fue el caso del Proyecto Mareña, que a la fecha de la aprobación de la LIE ya había iniciado y en el cual ya se había aplicado una consulta indígena. La oposición de las comunidades al proyecto terminó convirtiéndolo en un emblema, generando una serie de preocupaciones por parte de los inversionistas del sector energía. Sin embargo, ha quedado documentado que la problemática fue desatada por una serie de errores incurridos en la aplicación de la consulta indígena, tal y como quedó lo expresó la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN).⁴

La problemática fue resuelta favorablemente luego de una serie de acciones adoptadas para corregir los errores incurridos, entre las cuales se incluía el cambio de ubicación del proyecto, así como la reposición de la consulta con un estricto apego a sus principios fundamentales. Este nuevo proceso dio como resultado la entrada en operación del Proyecto Eólica del Sur, el 29 de mayo de 2019.

Si tomamos en cuenta lo hasta aquí descrito es conveniente preguntarnos: ¿cuáles son los problemas sociales que enfrenta el desarrollo de proyectos de energía renovable? ¿Es válida la afirmación de que la licencia social es un requisito que cada día se complica más?

Para responder a la primera pregunta conviene conocer los detonadores de conflicto social que el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Inter-American Development Bank, 2017) identificó en un análisis de 200 proyectos de infraestructura desarrollados en Latinoamérica, 18 de los cuales están localizados en México:



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo.

Como se puede observar, la percepción de que los beneficios del proyecto no llegan a las comunidades involucradas representa el primer factor de conflicto. Es relevante también la afectación a los valores locales, lo que exige un esfuerzo importante por parte del equipo de trabajo, con el fin de identificar la posible afectación y encontrar formas de solucionarla. En este sentido, es conveniente considerar que dentro de un mismo grupo hay más de un interés, como puede ser el de propietarios de tierras que tendrán beneficios económicos directos, frente a no propietarios que perciban una afectación en los valores de su estructura social.

Para responder la segunda pregunta ¿es válida la afirmación de que la licencia social es un requisito que cada día se complica más? empecemos por conocer los requisitos mínimos que la consulta social debe cumplir de acuerdo con el criterio de la SCJN en el amparo 631/2012:

- a) La consulta debe ser previa. Es indispensable entender en qué etapa del proyecto debe aplicarse, ya que es imposible

⁴ Amparo en revisión 213/2018.

asumir que antes de contar con un dimensionamiento adecuado puede realizarse la consulta. Por esa razón la SCJN definió que la consulta debe realizarse durante las primeras etapas del proyecto. No siempre es fácil determinar cuáles son esas primeras etapas, pero para ello pueden ayudar las disposiciones emitidas por la SENER el pasado 1 de junio de 2018 en el Diario Oficial de la Federación,⁵ las cuales definieron una serie de formatos que deben ser llenados por los interesados en llevar a cabo los proyectos de infraestructura energética previstos en la LIE. Los requisitos establecidos en los formatos correspondientes son una guía de la información mínima que el interesado debe obtener. A estos requisitos hay que agregar aquellos solicitados por la ASEA para efectos de la Manifestación de Impacto Ambiental y los que la Comisión Reguladora de Energía solicita para dar el permiso correspondiente. Es importante destacar que ninguno de los requisitos establecidos en los permisos y autorizaciones referidos permiten el inicio de la construcción si para ello se requiere de algún otro tipo de autorización, como es la licencia social.

- b) Culturalmente adecuada. Sin lugar a la duda que este requisito demanda la presencia de personal altamente calificado y conocedor sobre los usos y costumbres de las comunidades involucradas en el proyecto, a efectos de identificar adecuadamente, entre otros, los mecanismos de decisión comunal que imperan en cada comunidad.
- c) Informada. Partiendo del principio de que nunca es conveniente sorprender a las comunidades, es como debe definirse la información a difundir sobre el proyecto y los mecanismos de transmisión. Hay que recordar que los proyectos de energía renovable pueden implicar una sofisticación técnica

⁵ Disposiciones administrativas de carácter general sobre la Evaluación de Impacto Social en el Sector Energético.

que complica la comunicación, por lo que se requiere de tiempo y creatividad. Asimismo, es relevante contar con mecanismos de atención a quejas que estén vigentes a lo largo de la vida útil del proyecto, ya que puede haber afectaciones no esperadas una vez que se inicie la operación. Más adelante se aborda la necesidad de una planeación adecuada que permita avanzar desde la posición de autoridad

- d) De buena fe. En este tema es indispensable tener perfectamente definido el procedimiento y la transparencia en su implementación, a efectos de que las comunidades tengan la plena certeza de que han sido debidamente consultadas y que su opinión puede ser expresada con total libertad.

Es evidente que cada proyecto tiene sus propias características, por lo que es imposible definir una “receta” aplicable para todos los casos. Esto hace de la aplicación de la consulta un ejercicio dinámico con formas diferenciadas para dar cumplimiento a cada uno de los requisitos mencionados, y que definitivamente requiere de líneas estratégicas de política pública que solo el gobierno puede implementar.⁶

Por esta razón resulta complejo predefinir el tiempo de implementación de una consulta social y, tomando en cuenta que para efectos de energía renovable la ubicación ideal de los proyectos es aquella donde la naturaleza concentró el recurso natural, la conclusión es que el ejercicio de consulta resulta ineludible e indispensable para que en nuestro país exista la infraestructura necesaria para generar electricidad de la manera más respetuosa con el medio ambiente.

Dado que la implementación adecuada de la consulta requiere de una gobernanza muy robusta, el rol de las autoridades es nodal para el éxito de la misma. Para dimensionar este hecho a continua-

⁶ Un mayor detalle de los requisitos que debe cumplir la consulta social puede encontrarse en el documento “Consulta significativa con las partes interesadas”, publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo en la serie sobre riesgo y oportunidad ambiental y social.

ción se presentan los resultados del análisis realizado por el BID (Inter-American Development Bank, 2017):



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo.

Como puede observarse, el principal detonador de conflicto en materia de gobernanza es la planeación, seguido de una consulta mal conducida y falta de transparencia. Indudablemente que la planeación de proyectos de energía renovable en México ha sido deficiente. La planeación oficial se publica en el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), a cargo de la SENER, pero se trata de una planeación indicativa, de manera que el gobierno no se involucra de manera previa con las comunidades y autoridades estatales y municipales a efectos de considerar el desarrollo de estos proyectos en los planes de desarrollo locales con suficiente antelación.

En materia de conducción de la consulta, como se ha comentado previamente, el principal elemento es la disponibilidad de recursos humanos altamente capacitados. En este sentido, resulta muy difícil asumir que una dirección general en la Secretaría de Energía pueda atender adecuadamente todos los procesos a los que está obligada.

Recomendaciones finales

México requiere de una ley que regule de manera integral el proceso de consulta social.⁷ La implementación de dicha ley debería establecer a la autoridad a cargo de su coordinación, a efectos de que dicho proceso sea aplicado en estricto apego a los requisitos establecidos por la SCJN para todos los proyectos de infraestructura en nuestro país, incluyendo naturalmente a los de generación renovable.

La existencia de una entidad responsable de este proceso debería promover el desarrollo de recursos humanos especializados en temas sociales y consulta indígena y con vínculos institucionales estrechos con las secretarías a cargo de los temas específicos, como es el caso de energía.⁸

La planeación adecuada es un elemento indispensable para el éxito de la consulta. Por esa razón, se recomienda revisar el proceso de planeación eléctrica, a efectos de que la misma sea vinculante y obligue a la coordinación con los planes de desarrollo estatales y municipales. Este hecho debería facilitar la divulgación transparente de información a las comunidades sobre el desarrollo de proyectos y los beneficios que les implica, y evitar la “competencia” de la tierra con otro tipo de infraestructura o actividades necesarias para las comunidades.

⁷ Para mayor detalle, se recomienda revisar la RECOMENDACIÓN General No. 27/2016 sobre el derecho a la consulta previa de los pueblos y comunidades indígenas de la República Mexicana, publicada por la Comisión Nacional de Derechos Humanos en el Diario Oficial de la Federación del 12 de agosto de 2016.

⁸ La presente administración creó el organismo denominado Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, el cual tiene como mandato “definir, normar, establecer y ejecutar todas las políticas, programas, proyectos y acciones públicas para garantizar el ejercicio y la implementación de los derechos de los pueblos indígenas y afroamericano, su desarrollo integral y sostenible, así como el fortalecimiento de sus culturas e identidad”. No está claro aún la forma en que este instituto operará y su vinculación con la consulta indígena para el desarrollo de proyectos de infraestructura.

Referencias

Inter-American Development Bank (2017). Lessons from four decades of infrastructure project related conflicts in Latin America and the Caribbean.

DESARROLLO DE LAS REDES INTELIGENTES EN EL SECTOR ENERGÉTICO MEXICANO

Santiago Creuheras Diaz¹

Durante los dos últimos sexenios se realizó un esfuerzo muy importante en el sector energético mexicano. En diciembre de 2013 se promulgó la reforma energética constitucional más ambiciosa que México ha tenido en estos años. En esta reforma se estableció un nuevo marco regulatorio mediante el cual se instauró la base de una transición hacia un nuevo paradigma energético. En el nuevo modelo energético se planteó la diversificación de la matriz energética del país en la que no solamente se privilegiará la producción de energía a través de hidrocarburos: la propuesta también incluye a las energías limpias y a la inclusión de las redes inteligentes como elementos esenciales para el desarrollo del sector.

Para poder transformar el modelo energético se diseñaron leyes como la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) y la Ley de Transición Energética (LTE), promulgadas en 2014 y 2015 respectivamente. En la LIE se plantea, en el artículo 6º, que el despliegue de las redes eléctricas inteligentes debe contribuir a mejorar la eficiencia, confiabilidad, calidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Para lograrlo se incorporan tecnologías avanzadas de medición, monitoreo, comunicación y operación que facilitan el acceso abierto y no indebidamente discriminatorio a la red nacional de transmisión (RNT) y a las redes generales de distribución (RGD). Asimismo, se permite la integración de las fuentes de energías limpias y renovables (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014, pp. 8-9).

¹ Las opiniones establecidas en este artículo/ensayo son personales, independientes y no vinculantes a ninguna institución.

Adicionalmente, en la LTE se establece que cada tres años se elabore el PREI, el cual tiene como objetivo apoyar la modernización de la RNT y de las RGD, para mantener una infraestructura confiable y segura que satisfaga la demanda eléctrica de manera económicamente eficiente y sustentable. De esta manera se facilita la incorporación de nuevas tecnologías que promuevan la reducción de costos del sector eléctrico, así como la provisión de servicios adicionales a través de sus redes, de la energía limpia y la generación distribuida, permitiendo una mayor interacción entre los dispositivos de los usuarios finales y el SEN (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2015, p. 1-2).

Como parte de este nuevo modelo energético, esta legislación también propició un cambio muy importante en el sector eléctrico de nuestro país. Por ejemplo, se estableció un mercado eléctrico mayorista; se constituyó el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) como operador independiente; se establecieron nuevos mecanismos de regulación, entre los que destacan los certificados de energía limpia (CELS); se le otorgaron nuevas atribuciones a la Comisión Reguladora de Energía (CRE); se estableció el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN); y el Programa de Redes Energéticas Inteligentes (PREI). Este último es uno de los más innovadores por las implicaciones transversales que tiene en todo el sector energético. Por primera vez en México se tuvo un documento de política pública para definir el rumbo de las redes inteligentes en el país.

En dicho programa se establecieron tres proyectos pilares para aprovechar la información digital y las tecnologías inteligentes de medición y comunicación, con el objetivo de incrementar la confiabilidad, estabilidad, seguridad y eficiencia del SEN. En primer lugar, se diseñó una nueva arquitectura empresarial al interior de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que integra sus sistemas de forma más eficiente; en segundo, una estrategia empresarial de telecomunicaciones, que permite compartir de forma segura

información puntual y confiable sobre el sistema eléctrico; y en tercer lugar, una estrategia de ciberseguridad que protege el sistema eléctrico ante accesos no autorizados que pudieran vulnerar y afectar la operación confiable. En este documento también se definen los motivadores (Secretaría de Energía, 2017, p.18-20) que permiten medir el progreso de los tres proyectos pilares en ocho rubros:

- Calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad
- Calidad de servicio
- Eficiencia energética
- Pérdidas de energía
- Operación eficiente del SEN
- Energías limpias
- Participación de los usuarios en la gestión del sistema
- Provisión de servicios adicionales

Cada uno de estos motivadores deben evaluarse continuamente para medir el avance de la política de redes eléctricas inteligentes en México. Como se mencionó anteriormente, esta política es innovadora y tiene un impacto relevante en el sector. Por ello, durante la presentación de la información complementaria del PREI 2016 en el documento actualizado en 2017, el Lic. Pedro Joaquín Coldwell, Secretario de Energía, manifestó que “México cuenta con el conocimiento, el capital humano y la tecnología para conformar un sistema eléctrico más moderno con mayor confiabilidad, capacidad de planeación y de respuesta, menores costos y mayor flexibilidad ante los imprevistos” (Energía Limpia para Todos, 2017). Además, destacó que se requerían inversiones estimadas por 11.646 millones de pesos entre 2017 y 2025 (Energía Limpia para Todos, 2017). Esta estimación establecía el punto de partida mínimo necesario para implementar lo propuesto en el PREI.

Otro documento de política que surgió de la reforma energética en el que se consideran las redes eléctricas inteligentes es la “Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios”. De acuerdo con la LTE, la “Estrategia...” constituye el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo en materia de obligaciones de energías limpias, aprovechamiento sustentable de la energía y mejora en la productividad energética de reducción económicamente viable de emisiones contaminantes de la industria eléctrica. Esta establece la visión energética de México hacia 2050 y cuenta con componentes de planeación de mediano y largo plazo, 15 y 30 años, respectivamente, consistente con las mejores prácticas internacionales (Secretaría de Energía, 2016, pp. 11-13).

Como parte de la propuesta de este documento en materia de desarrollo de infraestructura integradora, las redes eléctricas inteligentes se establecen como una prioridad. En este sentido, se definen acciones específicas relacionadas con las siguientes categorías: regulaciones y política pública, instituciones, capacidades técnicas y recursos humanos, mercados y financiamiento; e investigación, desarrollo e innovación. La siguiente tabla sintetiza las acciones propuestas por categoría:

Acciones en Redes Inteligentes

Categoría	Acciones
<i>Regulaciones y política pública</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar protocolos, definiciones y estándares técnicos que hagan cumplir los lineamientos de balanceo de fases, estabilidad de voltaje, calidad de energía, interferencia con radio frecuencias, interoperabilidad y seguridad informática. ▪ Fortalecer la vinculación entre las regulaciones de los sistemas eléctricos con los sistemas de comunicación y manejo de datos. ▪ Evaluar la adopción de estándares internacionales para la generación distribuida y redes inteligentes (RI). ▪ Evaluar el establecimiento de tarifas en tiempo real que permitan dar valor a la aportación de energía de los sistemas distribuidos en términos de potencia y energía. ▪ Medir los costos y beneficios de la Generación Distribuida a través de metodologías probadas y transparentes. ▪ Establecer tarifas de generación distribuida en el sector doméstico, comercial e industrial que sean justas, basándose en pruebas estándares que identifiquen los costos y beneficios que aplican a la generación distribuida. ▪ Establecer metas específicas a mediano y largo plazo para generación distribuida. ▪ Generar estudios que permitan fortalecer metas específicas a mediano y largo plazo para generación distribuida. ▪ Expandir opciones de acceso a clientes de generación distribuida. ▪ Fomentar la instrumentación del monitoreo y seguimiento de sistemas de generación distribuida. ▪ Fortalecer los esquemas de derechos y precios de interconexión de productores de energía eléctrica renovable proveniente de generación distribuida. ▪ Promover programas piloto de redes eléctricas inteligentes que mejoren la eficiencia, calidad, confiabilidad, seguridad y sustentabilidad del sistema eléctrico.

Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer capacidades para definir tarifas eléctricas en un sistema eléctrico que opere con generación distribuida y redes inteligentes. Establecer programas de divulgación y difusión para elevar el conocimiento de usuarios y actores del sector eléctrico para incrementar la aceptación de los desarrollos de las redes inteligentes. Apoyar y dar seguimiento a los esfuerzos de programas de fomento a la tecnología.
Capacidades técnicas y recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer la creación de capacidades en recursos humanos para el diseño, instalación y operación de sistemas de generación distribuida y redes inteligentes.
Mercados y financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> Establecer esquemas de financiamiento para la integración de capacidades de generación distribuida y de redes inteligentes. Apoyar programas piloto de generación distribuida que mejoren las economías del Estado y genere ahorros para los usuarios.
Investigación, desarrollo e innovación	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer programas y proyectos de centros académicos y de investigación para el desarrollo de la generación distribuida y las redes inteligentes.

Fuente: Secretaría de Energía, 2016, pp. 109-110.

Adicionalmente, a través del Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética (FSE), se creó un Centro de Mexicano de Innovación en Redes Eléctricas Inteligentes (CMIREI). Este centro coadyuva en la implementación del PREI y de lo establecido en la “Estrategia...”. El CMIREI tiene como visión “convertirse en el principal aliado en desarrollo tecnológico e innovación en materia de redes eléctricas inteligentes para los participantes de la industria eléctrica nacional, y contribuir mediante investigación aplicada, modelado, simulación y pruebas de laboratorio y de campo en las áreas tecnológicas, políticas y regulatorias prioritarias para la operación y expansión eficiente y confiable del sistema eléctrico nacional”.

Inicialmente, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Universidad Nicolaita) fue designada como la entidad que

lideró el CMIREI, en el que participaban organizaciones académicas de México, Estados Unidos y Europa (Smartgridsinfo, 2016). Con base en el Informe Cuatro del Fondo de Sustentabilidad, el CMIREI cuenta con un monto de hasta 414.4 millones de pesos, con una inversión concurrente de 88.3 millones de pesos, con lo que se espera una inversión total de 502.8 millones de pesos (Secretaría de Energía, 2017, pp.33-34). Actualmente está conformado por 43 consorciados, entre los que se encuentran treinta institutos de investigación y/o educación superior y seis empresas del país.

Debido a los cambios en los liderazgos en la Universidad Nicolaita y al lento avance en el desarrollo del CMIREI, el comité técnico del FSE decidió redireccionar el liderazgo de este centro de innovación hacia el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL). Desde mayo de 2018, el INEEL tiene a cargo avanzar en el estado del arte de las tecnologías que promoverán redes eléctricas significativamente más eficientes, resistentes, seguras y confiables (Secretaría de Energía, 2018).

Para lograrlo, el INEEL puso en marcha una mesa de trabajo incluyendo expertos en sesión plenaria, en la que se discutió la posible evolución del mercado eléctrico como consecuencia del desarrollo de las redes y microrredes eléctricas inteligentes (Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, 2018, p.3). Como resultado de las sesiones de las mesas de trabajo, se conformaron ocho programas estratégicos y se definieron treinta líneas de investigación. Se identificaron 18 prioridades nacionales y se registraron 46 iniciativas de proyectos estratégicos que puedan ser desarrollados en el contexto del CMIREI, que podrían facilitar la colaboración de las partes interesadas del sector eléctrico mexicano (Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, 2018). Eventualmente, el INEEL tendrá que publicar el Plan General del Proyecto del CMIREI (PGCMIREI) así como sus avances.

En el marco de la política establecida en la materia y con el apoyo del Laboratorio Nacional de Energías Renovables (LNER) en Colorado, E.U.A., la SENER y otros actores relevantes del sector, así

como reconocidos investigadores de diversos países, se elaboró un “Reporte sobre la Implementación de las Redes Inteligentes en México” para evaluar el progreso de las redes eléctricas inteligentes en México. Este reporte, presentado en enero de 2019, muestra un análisis sobre la legislación enfocada en este ámbito; el estatus tecnológico del sector eléctrico y los esfuerzos realizados por la CFE, como empresa productiva del Estado mexicano, y el CENACE. Asimismo, muestra los avances sobre la implementación del PREI; los avances en los motivadores para determinar el desarrollo de las redes inteligentes del PREI y los metadatos propuestos para medir el avance de estos motivadores; así como propuestas de política y recomendaciones institucionales para el crecimiento de estas redes en México.

El reporte también sintetiza algunos de los obstáculos que se presentan en el progreso de las redes inteligentes en México destacando, entre otros, los siguientes:

- Operación de sistema flexible que extrae flexibilidad de los sistemas existentes: esto incluye decisiones más cercanas al tiempo real y, con mayor frecuencia, un mejor uso del viento y previsión solar y mejor colaboración con redes vecinas.
- Generación flexible: esto incluye plantas de energía que pueden subir y bajar rápida y eficientemente y correr a bajos niveles de salida.
- Transmisión y distribución flexibles: esto incluye garantizar que las redes puedan acceder a una amplia gama de recursos de equilibrio, incluida la compartición entre poderes vecinos sistemas con tecnologías de red inteligentes que optimizan mejor la transmisión y uso de distribución.
- Recursos flexibles del lado de la demanda: la incorporación de redes inteligentes puede permitir clientes para valorar su flexibilidad respondiendo a las señales o esquemas del mercado, incluido el control de carga directa.

- Soluciones de almacenamiento: estas también pueden ofrecer una mayor flexibilidad, ya sea como una solución integrada por parte de la flexibilidad del lado de la demanda o como recursos independientes conectados directamente a la red.

La evolución de las redes inteligentes en el país no ha sido fácil. Se han presentado obstáculos que deben resolverse. Durante los últimos casi nueve meses se han realizado cambios en las autoridades de la SENER así como en el INEEL. Por lo tanto no es tan fácil contar con información actualizada respecto a la medición de los avances del PREI y PGCMREI. Sin embargo, la LTE establece que se tiene que contar con un nuevo PREI en octubre. Seguramente, antes de que concluya el año 2019 podremos conocer un avance real de este elemento tan importante en la transición energética en nuestro país y su proyección para los siguientes tres años.

Adicionalmente a los obstáculos identificados en el reporte, los nuevos retos en el marco de las redes inteligentes son la digitalización y el internet de las cosas. Sin duda, los nuevos documentos de política tendrán que considerarlos. La Agencia Internacional de Energía ha recomendado que se potencialice el uso de redes inteligentes considerando la respuesta inteligente a la demanda; la integración de fuentes variables de energía renovable; la implementación de carga inteligente para vehículos eléctricos; y el uso de recursos eléctricos distribuidos a pequeña escala, como la energía solar fotovoltaica doméstica (International Energy Agency, 2017). También, el “internet de las cosas está destinado a convertirse en un nuevo paradigma en la vida cotidiana y en la industria” (ESEDEGAL, 2017) y la disponibilidad de las redes inteligentes es esencial para ello. Sin duda, la siguiente fase de las redes inteligentes en México tendrá que considerar los obstáculos ya identificados, así como la digitalización y el internet de las cosas como pilares adicionales para su desarrollo. Las autoridades a cargo de la implementación de la LIE y LTE, diseño del PREI y de-

sarrollo del CMREI tendrán que internalizarlo según sus atribuciones y facultades.

Referencias

- Binz, Ron, R., Art Anderson, M.Coddington, E. Hale, M.Ingram, M. Martin, *et al.* (2019). *A Report on the Implementation of Smart Grids in Mexico*. National Renewable Energy Laboratory. (NREL/TP-7A40-72699). Golden, EE.UU.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014, 11 agosto). Ley de la Industria Eléctrica. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2NPnaJq>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2015, 24 diciembre). Ley de Transición Energética. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/374WFrD>
- Energía Limpia para Todos. (2017, 23 agosto). “Impulsa México inversión de redes inteligentes de energía”. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2NLBhiY>
- ESEDEGAL. (2017). “El Internet de las Cosas y la Eficiencia Energética”. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2CK8a9K>
- Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética. (2015). Términos de Referencia para la creación del Centro Mexicano de Innovación en Redes Eléctricas Inteligentes. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2Xr1ire>
- International Energy Agency. (2017). *Digitalization: A new era in Energy*. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/372Ad25>
- Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. (2018, agosto). *El mercado eléctrico y las redes eléctricas inteligentes*. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/350Thf3>
- Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. (2018, 18 septiembre). “Taller de prioridades nacionales en redes

- y microrredes eléctricas”. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2QkpfPx>
- Secretaría de Energía. (2016, 11 noviembre). Estrategia de Transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2OdcROt>
- Secretaría de Energía. (2017, 21 agosto). Programa de Redes Eléctricas Inteligentes 2017. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2Qkxqel>
- Secretaría de Energía. (2017). Informe Cuatro: Fondo de Sustentabilidad Energética. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2CLSZg9>
- Secretaría de Energía. (2018, 23 mayo) “INEEL liderará el CEMCCUS y el CEMIE-Redes”. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2Qkn0vj>
- Smartgridsinfo (2016, 13 diciembre). “Un proyecto internacional de Redes Eléctricas Inteligentes será liderado por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo”. Consultado el 15 julio de 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2popdeo>

EL DESPACHO DE RENOVABLES, ¿ALEGORÍA CLIMÁTICA O POSIBILIDAD REAL DE INVERSIÓN EN MÉXICO?

Soffía Alarcón Díaz
Iván Islas Cortés

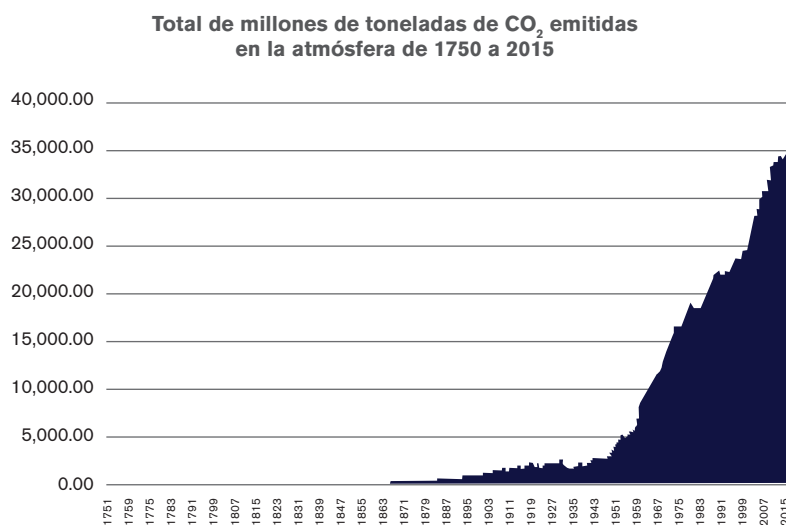
En septiembre de 2016, el mundo cruzó el umbral que parecía la última esperanza para impulsar la acción climática global y evitar un daño catastrófico: las 400 partes por millón de CO₂ en la atmósfera.¹ Hasta 2019, la tierra se había calentado 1.1°C, comparado con la era preindustrial, y los científicos predicen que de no tomar acción los próximos 12 años (IPCC, 2018), estaremos encaminados a un aumento de la temperatura global de hasta 8°C hacia finales de siglo.² En este escenario, el cambio climático no es el mayor desafío que la humanidad enfrenta, sino una amenaza de una categoría y escala muy distinta a la que nos habíamos enfrentado antes y amenaza la existencia de la humanidad misma.

Demorar la acción por asumir que la deuda moral le corresponde a los países industrializados sería desaprovechar una oportunidad de crecimiento económico y desarrollo tecnológico que permitiría acelerar la acción para detener el calentamiento global. De hecho, el planeta ha emitido más gases de efecto invernadero (GEI) en los

¹ Los científicos han sugerido usar el umbral de 400 ppm como la línea roja del calentamiento global más peligroso.

² Hace 500 millones de años, la atmósfera albergaba 7,000 ppm de bióxido de carbono. El planeta era entonces 10°C más caliente que ahora. A pesar de que el vínculo entre las emisiones de CO₂ y el aumento de temperatura no es tan claro, lo que los científicos sí nos han podido confirmar es que el CO₂ de la atmósfera fue efectivamente un precursor del aumento de la temperatura hace 500 millones de años. (Jones, 2017). David Wallace menciona que estamos a punto de entrar a la era de la sexta extinción. Las cinco anteriores, salvo la época en la que desaparecieron los dinosaurios, se caracterizaban por haber albergado cantidades de CO₂ que aumentaron la temperatura del planeta a, al menos, 5°C (Wallace-Wells, 2019).

últimos 60 años que en los últimos 200. En 2011, las emisiones eran 150 veces más altas que en 1750 y actualmente emitimos al menos 10 veces más GEI a la atmósfera a una velocidad 100 veces más rápido desde la era preindustrial, ilustrado en la siguiente gráfica. De seguir la tendencia, las emisiones alcanzarán un umbral sin precedente hacia finales del siglo. Esto implica que regiones enteras de África, Australia, Estados Unidos, partes de Sudamérica y, desde luego México, quedarán completamente inhabitables por calor, desertificación o inundaciones hacia 2100.

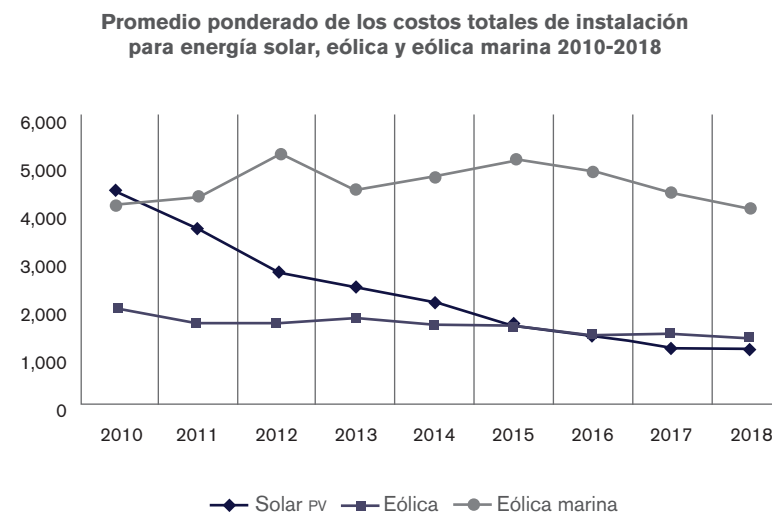


Fuente: Le Quéré, 2016; Ritchie & Roser, 2019; Boden, Marland, & Andres, 2017; UNFCCC, 2018; (BP, 2018) y; Global Carbon Atlas, 2019.

Del total de emisiones, 72% corresponde a las emisiones provenientes del sector energía por uso de combustibles fósiles a nivel mundial (C2ES, 2019). Esto incluye actividades como el uso de gasolina y diésel para el transporte, producción de electricidad no renovable, producción de petróleo y gas y calefacción y aire acondicionado para edificios que han exacerbado el calentamiento global.

Para evitar que la temperatura aumente 2°C en 2050, requerimos herramientas disruptivas que aceleren el despliegue de tecnologías bajas en carbono y resilientes al cambio climático. El IPCC estima que para lograr estabilizar la temperatura en 1.5°C, la energía renovable debería proveer entre el 70% y el 85% de la electricidad para 2050 (IPCC, 2018).

Una razón de optimismo son los avances realizados en el sector energético en temas como la generación de energía a partir de fuentes renovables —particularmente solar y eólica—, el almacenamiento de energía, las redes inteligentes y la eficiencia en el uso y generación de energía. Su desarrollo ha logrado que las inversiones en tecnologías renovables sean rentables. A la fecha, existen modelos de negocios —usualmente impulsados por marcos regulatorios a nivel nacional— enfocados en la maduración y posterior adopción de energía renovable. Este empuje normativo ha permitido reducir los costos de la energía solar en 15%, eólica en 4% y eólica marina en 1%, como se muestra en esta gráfica.



Fuente: IRENA, 2019.

La caída en los precios de las energías renovables derivó, sobre todo, de la implementación de políticas públicas de largo plazo que dieron certidumbre a las inversiones, así como de los incentivos en materia tecnológica en forma de subsidios o reembolsos (*rebates*). De acuerdo con la International Renewable Energy Agency (IRENA, 2019), la energía solar fotovoltaica y eólica en tierra, el almacenamiento de energía y los vehículos eléctricos son tecnologías suficientemente maduras y comercialmente competitivas respecto a las fuentes de energía convencionales, además de estar en camino a contribuir en el cumplimiento de los objetivos climáticos.

Fallas de mercado y oportunidades tecnológicas. El caso de México

La historia de éxito en el desarrollo de las energías renovables no hubiera sido posible sin el reconocimiento de dos externalidades que se retroalimentan una a la otra: por un lado, aquellas asociadas a la contaminación ambiental como subproducto de nuestras actividades de producción y consumo y, por otro, aquellas relacionadas a la falta de incentivos a la innovación y difusión de nuevas tecnologías (Adam B. Jaffe, 2005). El ritmo y dirección del avance tecnológico está determinado por el mercado, pero también por una fuerte regulación e incentivos impulsados por instrumentos económicos que internalizan las externalidades negativas de la contaminación, así como las positivas de la innovación tecnológica. Sin la presencia de una política pública que dé certidumbre y visión de largo plazo, las inversiones en este tipo de tecnologías serían menores a las deseables socialmente.

En el caso de las tecnologías renovables, los altos costos de inversión inicial (con muy bajos costos de operación), propiciaron una serie de políticas públicas que impulsaron su desarrollo y comercialización masiva en Europa. En el caso de Alemania, se utilizaron

tarifas especiales, similares a un subsidio, conocidas como *feed-in tariff*, que pagaban precios más altos por generación a estas fuentes de energía (Cabrera, 2019). Estos ejemplos se repitieron en el mundo y hoy en día la escala alcanzada permite la inversión y consecuente adopción de estas tecnologías a precios competitivos.

Aunque en algunos países estas políticas tempranas detonaron la adopción de renovables, en otras jurisdicciones como México ya no son necesarias para impulsar el desarrollo tecnológico. Sin embargo, aún estamos lejos de un mercado maduro que por sí solo alcance el volumen de comercialización necesario y traiga grandes beneficios económicos y ambientales al país. La Reforma Energética de 2013 en México abrió la posibilidad de un mercado energético en donde sea posible transitar de la generación centralizada y de un solo proveedor a un esquema en donde todos sus participantes puedan generar, consumir y vender energía.

Una de las grandes oportunidades que presenta la Reforma Energética, además de las observadas en forma de precios más bajos de generación en las subastas de largo plazo en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), es la generación distribuida, que permite que casas y comercios pueden instalar equipos que generen menos de 500 kilowatts, y consumir y vender excesos de energía que se pagan a precios de mercado o incluso instalar paneles solo para vender energía. Dos de los factores que están promoviendo la generación distribuida son el continuo descenso en los precios de los equipos fotovoltaicos menores a 500KW y el aumento progresivo de los precios de la electricidad para los usuarios del servicio eléctrico que no reciben subsidios.

El potencial de la generación distribuida en México es enorme, como se aprecia en la próxima gráfica. Asimismo, la generación distribuida facilitaría el impulso a economías regionales, haciendo visible oportunidades de nuevos negocios, precios de energía más accesible, empleos y el desarrollo de nuevos mercados complementarios como el de desarrollo e instalación de redes inteligentes y paneles solares.

Tendencia en la evolución de capacidad instalada, generación distribuida 2007-2023. Capacidad por año (mw)



Fuente: CRE, 2019.

A pesar de que el potencial se ve pequeño comparado con la escala y la magnitud a la que debemos actuar, la tendencia en la capacidad instalada de la generación distribuida ha crecido 693% de 2007 a 2018, y se espera que hacia 2023 se incremente de 0.03MW a 2,898MW. El reto es inmenso pues aún hay necesidades de inversión en transmisión y distribución, así como en almacenamiento, que se vuelven una barrera al despliegue masivo de energías renovables. No obstante, la inversión en generación distribuida brindará al sistema eléctrico confiabilidad y eficiencia.

Otras de las barreras para impulsar la generación distribuida es la distorsión de precios, principalmente en el sector doméstico, en donde los subsidios reducen de manera artificial las facturas eléctricas y limitan la entrada de la generación distribuida renovable a hogares de alto consumo. Esquemas innovadores

como el bono solar —un mecanismo para transferir parte del gasto que el gobierno absorbe de los recibos de servicio eléctrico de una gran parte del sector residencial, identificado como “ayuda gubernamental” o subsidio hacia la adquisición e instalación de módulos fotovoltaicos— hacen posible la adopción de tecnologías solares. La otra parte del costo de los techos solares la cubre el usuario final a través de un esquema de *leasing* o financiamiento.

En un corto plazo y derivado del desarrollo tecnológico inminente que impulsó los precios a la baja, las energías renovables se convertirán en una de las fuentes principales de energía. Sin embargo, aún queda la pregunta sobre la velocidad a la que avanzamos y, además, si podemos darnos el lujo de dejar esto a la evolución del mercado. La urgencia del cambio climático requiere enormes transformaciones de la economía en el muy corto plazo, así como el despliegue masivo de tecnologías que eviten más acumulación de GEI en la atmósfera y, al mismo tiempo, permitan la adaptación rápida al cambio climático.

Conclusión

México ha avanzado en su marco regulatorio en materia de cambio climático que incluye, además de la reforma energética, la Ley General de Cambio Climático (LGCC) que establece que al menos 35% de la electricidad provendrá de fuentes limpias en 2024, 37.7% en 2030 y de 50% en 2050. Asimismo, la caída ventajosa de los precios de las renovables a nivel global ha hecho posible que los inversionistas participen en la adopción de tecnologías renovables con menor riesgo tanto a mayor como a menor escala. Tomando en cuenta estos dos factores (i.e. regulación y precios) es posible afirmar que la tendencia a adoptar energías renovables es real. Sin embargo, es la generación distribuida solar de pequeña escala la única disposición regulatoria que ofrece posibilidades de escala-

miento dada su naturaleza descentralizada en México. Sin duda, los retos de la descarbonización completa del sector eléctrico en 2030 requieren inversiones de gran escala que demorarán más años en planearse y construirse.

A casi tres años de la firma del Acuerdo de París, ni México, ni ningún otro país del mundo están en camino de cumplir sus objetivos de reducción de emisiones. Para abonar a este hecho y, en respuesta a varias crisis económicas y políticas a lo largo del continente americano, han llegado al poder gobiernos con una visión que privilegia las inversiones del sector petróleo y gas por encima de las renovables. En este contexto, es importante no perder de vista que las tecnologías renovables son una oportunidad económica tan importante como el petróleo y que el sector privado desempeña un papel fundamental en la transición hacia una economía baja en carbono que permitirá blindarnos de la falta de voluntad política.

Referencias

- Jaffe, A., Newell r. y Stavins, R. (1 de August de 2005). A tale of two market failures: Technology and Environmental Policy. *Ecological Economics*, 54, pp. 164-174. Disponible en: <https://bit.ly/2Xgvp4H>
- Boden, T., Marland, G., y Andres, R. (2017). *Global, Regional and National Fossil Fuel Co2 Emissions, Carbon Dioxide Information Analysis Center*. Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy. Disponible en: <https://bit.ly/2CGjnYG>
- BP. (2018). *Statistical Review of World Energy*. Disponible en: <https://on.bp.com/356dvEu>
- C2ES. (2019). *Global Carbon Emissions*. Energy Emission Data. Disponible en: <https://bit.ly/2QlGuzM>
- Cabrera, V. F. (2019). Renovables y ¿subsidios? (Mito 1). *Nexos*. Disponible en: <https://bit.ly/2QhvjWu>
- CRE. (julio de 2019). Evolución de Contratos de Pequeña y Mediana Escala / Generación Distribuida. Pequeña y Mediana Escala / Generación Distribuida. Disponible en: <https://bit.ly/2CKdUAb>
- Global Carbon Atlas. (2019). Fossil Fuel Emissions. Disponible en: <https://bit.ly/32PaR48>
- IPCC. (2018). Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global. IPCC.
- IRENA. (2019). Renewable Power Generation Costs in 2018. International Renewable Energy Agency. Disponible en: <https://bit.ly/32NXgdw>
- Le Quéré, C., et. al. (2016). Global Carbon Budget 2016. *Earth Syst. Sci. Data*. Disponible en: <https://bit.ly/342xQu7>
- Jones, N. (2017). How the World Passed a Carbon Threshold and Why It Matters. *Yale Environment* 360.
- Klaus Schwab. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Cologny/ Geneva: World Economic Forum.
- McAfee, A., y Brynjolfsson, E. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
- Ritchie, H., y Roser, M. (16 de July de 2019). *Our World In Data*. CO and other Greenhouse Gas Emissions. Disponible en: <https://bit.ly/2NLVt4k>
- UNFCCC. (2018). *National Inventory Submissions, 2018*. United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponible en: <https://bit.ly/36Zg0tM>
- Wallace-Wells, D. (2019). *The Uninhabitable Earth: Life After Warming is a 2019*. Crown Publishing Group.
- Weitzman, M. (1999). Recombinant Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, CXIII(2), pp. 331-360. Disponible en: <https://bit.ly/2KoL1O2>

