

CAMBIO CLIMÁTICO, POLÍTICA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO Y FOMENTO DEL GAS NATURAL

María de las Nieves CARBONELL LEÓN*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Ley de Transición Energética*. III. *Política de transición energética y uso del gas natural*. IV. *Estímulo al uso de gas natural*. V. *Uso del gas natural y cambio climático*. VI. *Conclusiones*. VII. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los grandes problemas que la humanidad afronta colectivamente y “representa una amenaza creciente para los ecosistemas, así como para las infraestructuras, los asentamientos humanos, los procesos productivos, la salud pública y otros factores que afectan al desarrollo”,¹ de tal suerte que, si no se hace nada para detenerlo o controlarlo se prevén consecuencias catastróficas para la vida del ser humano.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés),² en su último informe de evaluación³ señaló:

Las nuevas evidencias confirman que el calentamiento del sistema climático es inequívoco ...la temperatura del aire sobre la superficie terrestre y oceánica,

* Química por la UNAM, con especialidad en Gestión y Política Ambiental en el Instituto Nacional de Administración Pública, jubilada de Petróleos Mexicanos, neus.carbonell.leon@gmail.com.

¹ Tudela, Fernando, “Cambio climático, un problema de todos”, *Foreign Affairs Latinoamérica*, vol. 15, núm. 4, 2015, p. 8.

² Panel de expertos constituido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial.

³ Quinto informe de Evaluación del IPCC 2014.

como promedio global, experimentó un aumento de 0.85°C durante el periodo 1889-2012.⁴

De acuerdo con el Quinto informe de Evaluación del IPCC, la influencia humana en el sistema climático es cada vez más clara y se debe al aumento en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera,⁵ consecuencia del incremento de la producción y uso de combustibles fósiles para la obtención de energía. Y, a pesar del creciente número de políticas de mitigación del cambio climático las emisiones antropógenas de GEI, han seguido en aumento y hasta llegar en 2010 a la cifra de 49 ± 4.5 Gt de CO₂e por año (49,000 millones de toneladas). Las emisiones de bióxido de carbono (CO₂) procedentes de la combustión de combustibles fósiles y los procesos industriales contribuyeron en torno a 78% del aumento total de emisiones,⁶ y:

En ausencia de esfuerzos adicionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero más allá de los existentes en la actualidad, se esperaría un aumento de las emisiones impulsado por el crecimiento de la población global y las actividades económicas y, por ende, un incremento en las temperaturas medias globales en la superficie de entre 3.7 °C y 4.8 °C para 2100 en comparación con los niveles preindustriales.⁷

Para evitar la posible catástrofe, en la 21 Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que concluyó con el Acuerdo de París, se pactó mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y con el fin de minimizar los efectos adversos sobre

⁴ Pichs, Ramón, “Prólogo”, en Cruz, Xóchitl y Delgado, Gian Carlo (coords.), *México ante la urgencia climática: Ciencia, política y sociedad*, México, UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades y Programa de Investigación en Cambio Climático 2015, p. 17.

⁵ Gases de efecto invernadero (GEI): Componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja, lo que causa el efecto invernadero. Ley General de Cambio Climático, *Diario Oficial de Federación*, 6 de junio de 2012.

⁶ IPCC, Cambio Climático 2014, *Informe de Síntesis, Resumen para Responsables de Políticas*, 2014, p. 5, disponible en: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM_es.pdf

⁷ Pichs, Ramón, “Prologo”, *op. cit.*, p. 17.

el sistema climático, proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C.⁸

No obstante, para lograr la meta de 2 °C se requerirán reducciones sustanciales de las emisiones de GEI en las próximas décadas y prácticamente cero emisiones de CO₂ y otros gases de larga vida para finales del siglo XXI, el Acuerdo de París se limitó a compromisos voluntarios de todas las partes, plasmados en las denominadas Contribuciones Previstas y Determinadas (NDC), que se deberán aplicar en el lapso 2020-2024 y que fueron definidos por cada país firmante, de acuerdo a sus circunstancias nacionales; así mismo, cada parte definió los tiempos o periodos para su implementación, sus alcances y metodologías.

Si bien en estas NDC se propusieron acciones relevantes, como la expansión de las energías renovables y aumento en la eficiencia energética, no deja de ser notoria la debilidad o incluso ausencia de medidas que afecten de lleno la lógica y dinámica del negocio petrolero-gasero. Por lo que tampoco es casual el rechazo de parte de los negociadores del Acuerdo de París de establecer un presupuesto de carbono, que pudiera limitar las emisiones; sobre todo, las derivadas de la quema de combustibles fósiles y abandonar la apuesta de transición energética del carbón y petrolíferos al gas (natural), como una vía para descarbonizar la matriz energética, esto mediante la llamada expansión de las *energías de bajo carbono*, que devela las resistencias a un genuino cambio de paradigma energético pues las *energías de bajo carbono* incluyen no sólo a las renovables, sino al gas y a la nuclear.⁹

Es por tanto evidente que "...para las grandes compañías petroleras cambiar sus patrones de producción... implica una desvalorización de su capital...".¹⁰ Por ello, hay fuerzas económicas y sociales interesadas en mantener el constante crecimiento de sus niveles productivos y continuar el uso ascendente de combustibles fósiles en detrimento del sistema climático.

Por su parte, el gobierno mexicano se vanagloria de mantener una posición de liderazgo a nivel internacional para hacer frente al cambio climático y se ha comprometido con la construcción de consensos y definición

⁸ Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, Acuerdo de París, 2015, disponible en: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf.

⁹ Delgado, Gian Carlo, "COP 21 y la transición hacia escenarios de bajo carbono, eficiencia, innovación tecnológica y cambio de paradigma" en Rueda, Clemente y Gay, Carlos (coords.), *21 Visiones de la COP 21, El Acuerdo de París: Retos, y áreas de oportunidad para su implementación en México*, México, UNAM, 2016, pp. 83-85.

¹⁰ Schojjet, Mauricio, *Límites del crecimiento y cambio climático*, México, Siglo XXI, 2008, p. 49.

de acciones para su atención, es así, que México es el primer y único país en desarrollo en presentar cinco Comunicaciones Nacionales a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y su Primer Informe Bienal de Actualización, "...fue uno de los pocos países en enviar su INDC en el tiempo originalmente estipulado, de hecho fue el primer país en vías de desarrollo en hacerlo"¹¹ y también fue el primer país en desarrollo y el segundo país en el mundo en contar con un marco legal en materia de cambio climático con la promulgación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en junio de 2012. Sin embargo, mientras en la mayoría de los países del mundo el tema central de la política energética y ambiental se enfoca en cómo reducir la producción, el consumo y la dependencia de los combustibles fósiles por sus efectos en el clima global, México, con la reforma energética y la aplicación de la Ley de Transición Energética (LTE) y sus instrumentos de política, apuesta por una mayor extracción, importación y uso en la industria eléctrica de un combustible fósil, el gas natural.

Bajo esta premisa, el objetivo de este trabajo consiste en analizar la LTE en el marco de la reforma energética y el fomento al uso de gas natural para alcanzar las metas de esta ley y de la LGCC y desglosar sus consecuencias en el sistema climático.

II. LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA

En diciembre de 2013, se aprobó en México la Reforma Constitucional en materia energética, en la que se modificaron los artículos: 25, 27 y 28 de la Carta Magna y cuyo decreto, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 20 de diciembre del mismo año, incluyó adicionalmente veintiún artículos transitorios, entre ellos podemos destacar, el Transitorio Décimo Séptimo:

...el Congreso de la Unión realizará las adecuaciones al marco jurídico, para establecer las bases en las que el Estado procurará la protección y cuidado del medio ambiente, en todos los procesos relacionados con el presente decreto mediante la incorporación de criterios y mejores prácticas en los temas de eficiencia en el uso de energía, disminución en la generación de gases y compuestos de efecto invernadero..., así como la menor huella de carbono en todos sus procesos.

¹¹ Muñoz, Gabriela, "Contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional" en Rueda, Clemente y Carlos Gay (coords.), *21 Visiones de la COP 21, El Acuerdo de París: Retos y áreas de oportunidad para su implementación en México*, México, UNAM, 2016, p. 64.

Así como el Transitorio Décimo Octavo, que refiere:

El Ejecutivo Federal... deberá incluir en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) una estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios.

En cumplimiento con lo anterior, la Secretaría de Energía (SENER) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) desarrollaron la primera Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, que pasó a formar parte del PRONASE vigente en ese momento, misma que se publicó en el *Diario Oficial de Federación*, el 19 de diciembre de 2014.

Posteriormente y bajo la presión de Organismos No Gubernamentales, al tiempo que se efectuaba la 21 Conferencia de las Partes (COP 21) de la CMNUCC, el Congreso aprobó la Ley de Transición Energética.

Esta ley en su artículo 3o. define como instrumentos de planeación a la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, la cual es el instrumento rector a partir del cual se deben elaborar el Programa Especial de Transición Energética (PETE) y el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), los cuales se convierten en referentes obligatorios para integrar las políticas en materia e energías limpias y eficiencia energética.

La actualización a la primera Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios se publicó en el *Diario Oficial de Federación*, el 2 de diciembre de 2016, en cumplimiento al Transitorio Décimo Quinto de la Ley de Transición Energética, mientras que el 31 de mayo de 2017 se emitió el Acuerdo por el que la SENER emite el Programa Especial de Transición Energética 2017-2018. El 4 de mayo de 2017 se publicó el Reglamento de la Ley de Transición Energética.

III. POLÍTICA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y USO DEL GAS NATURAL

Como parte de las Leyes secundarias mandatadas por los artículos transitorios de la reforma constitucional en materia de energía de 2013, se expidió, tardíamente, en diciembre de 2015, la Ley de Transición Energética (LTE) que 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.

Esta es la única ley de la reforma energética que está relacionada con la protección del medio ambiente, ya que uno de sus objetivos es facilitar el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones de GEI procedentes de la generación de electricidad establecidas en la LGCC, a través de la promoción del uso de energías limpias, que incluye las fuentes renovables; esto queda plasmado en el artículo tercero transitorio de la LTE que establece que: “La Secretaría de Energía fijará como meta una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25 por ciento para el año 2018, del 30 por ciento para 2021 y del 35 por ciento para 2024”, motivo por el cual debería ser el instrumento legal clave para paliar los efectos negativos de la reforma energética en el sistema climático.

Es importante desentrañar qué se entiende por *energías limpias*, para ello la LTE nos remite a la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), publicada en el *Diario Oficial de Federación* el 11 de agosto de 2014 y señala que son: “Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos... no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias...”. Entre las energías limpias se consideran las energías renovables, como viento; radiación solar, en todas sus formas; oceánica, en sus distintas formas; el calor de los yacimientos geotérmicos; la hidroeléctrica; los bioenergéticos; el metano originado por desechos; el hidrógeno: entre otras, pero llama la atención la inclusión en esta ley dentro del paquete de *energías limpias* de la energía nuclear y de:

La energía generada por centrales de cogeneración eficiente en términos de los criterios de eficiencia emitidos por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); la energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o biosecuestro de bióxido de carbono con una eficiencia igual o superior en términos de kWh-generado por tonelada de bióxido de carbono equivalente emitida a la atmósfera a la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la SEMARNAT; tecnologías consideradas de *bajas emisiones de carbono* conforme a estándares internacionales, y otras tecnologías que determinen la SENER y la SEMARNAT, con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones

a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida.¹²

Con la entrada en vigor de esta ley se abroga la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la cual, como su nombre lo indica, sí estaba enfocada a regular el aprovechamiento de las energías renovables y no contemplaba fuentes fósiles.

De esta manera, de la revisión de la definición de energías limpias que retoma la LTE se podría inferir que:

En consecuencia, se buscó que la meta de 35% de generación de electricidad a partir de *energías limpias*¹³ para 2024, contenida en la LGCC (y la meta establecida en la LTE), fuese cubierta no sólo con energías renovables, sino con la participación de un combustible fósil: el gas natural.¹⁴

En este sentido, el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2018-2032 reconoce:

que, mientras más amplia sea la definición y el listado de tecnologías consideradas como limpias, menor será el costo de incorporar dichas tecnologías al sistema, esto permitirá renovar la competitividad del país, contar con una matriz de generación eléctrica diversificada y mantener un balance eficiente y seguro del sistema.¹⁵

Para el logro de sus objetivos y metas, la LTE establece la conformación de instrumentos de planeación de la política nacional de energía en materia de *energías limpias*, como la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios y el Programa Especial de la Transición Energética.

La Estrategia constituye el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo, 15 y 30 años, respectivamente; en materia de

¹² El Transitorio Décimo Sexto de la Ley de Transición Energética, así como las disposiciones administrativas publicadas en el *Diario Oficial de Federación* el 22 de diciembre de 2016, establecen las condiciones y umbrales para que la cogeneración, la generación térmica con captura de carbono y de otras tecnologías de bajas emisiones de carbono (gas natural) se consideren energías limpias.

¹³ La Ley General de Cambio Climático no define qué se entiende por energías limpias.

¹⁴ Mendivil, Ana y Gabriela Niño, "La política climática de México tras el Acuerdo de París, México, Friedrich Ebert Stiftung, 2016, p. 16.

¹⁵ Secretaría de Energía, Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional, México, 2018, p. 28, disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>.

energías limpias tiene como objetivo reducir, a mediano plazo, bajo criterios de viabilidad económica, la dependencia del país de los combustibles fósiles como *fuentes primarias* de energía y establecer políticas y medidas para impulsar el aprovechamiento energético de recursos renovables y la sustitución de combustibles fósiles en el consumo final. Mientras que el Programa establece las actividades y proyectos que se deben desarrollar de acuerdo con la estrategia.

Al examinar la Estrategia observamos que no contiene la definición de *energías limpias*, por lo que se entendería que es la misma que la plasmada en la Ley, esto es, incluye no sólo las energías renovables, sino también energías de bajas emisiones de carbono, como el gas natural; las metas y los escenarios de la transición energética están planteados en términos de energías limpias, sin embargo, las políticas y líneas de acción para la consecución de sus objetivos están enfocadas a siete rubros: bioenergía, energía eólica, energía solar, geotermia, hidroenergía y energías del océano, captura y almacenamiento de carbono, desarrollo e impacto social pero no contempla al gas natural o combustibles de bajas emisiones de carbono.

No obstante la consideración anterior hacia las energías renovables, la Estrategia reconoce que en la previsión de la participación por tipo de tecnología en el consumo de energía eléctrica, la contribución de energías convencionales (fósiles) pasará de 77% del consumo total de energía eléctrica en 2016 a 59% en 2030, aumentando el consumo con una tasa media de crecimiento anual de 1.05%, mientras que las energías renovables, pasan de contribuir con 23% a 27.6% en el mismo periodo y con una tasa de crecimiento media anual de 5.90%. Llama la atención que la energía nucleoelectrica se prevé que tendrá una tasa de crecimiento media anual de 9%.¹⁶ Por tanto, es posible afirmar: “Al respecto, un estudio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) indicó que México se proyecta como un país que seguirá dependiendo de los combustibles fósiles en gran proporción hasta el 2030”.¹⁷

En lo que se refiere al Programa Especial de Transición Energética, cuyo objetivo manifiesto es: aumentar la capacidad instalada y la generación de energías limpias; diversificación de la matriz energética; descarbonización del sector eléctrico y atender la demanda de energía eléctrica con costos

¹⁶ Secretaría de Energía, Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, México, *Diario Oficial de la Federación*, 2 de diciembre de 2016, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110_1300h_Estrategia_CCTE-1.pdf

¹⁷ Mendivil, Ana y Niño, Gabriela, “La política climática...”, p. 5.

competitivos y respeto al medio ambiente, éste sí rescata la definición de *energía limpia* de la LIE y está totalmente focalizado en ellas.¹⁸

Es oportuno precisar que ni en la Estrategia ni en el Programa se establecen metas cuantitativas de participación de energías renovables dentro de las metas globales de energías limpias en la generación de electricidad.

Por lo que respecta a los programas y prospectivas del sector eléctrico, éstos se refieren básicamente al desarrollo de energías limpias en general y de acuerdo al PRODESEN, en 2017 la capacidad instalada del Sistema fue de 75,685 MW, de los cuales 70.5% corresponde a centrales eléctricas convencionales y 29.5% a centrales con tecnologías limpias, catalogadas como tales, de acuerdo con la definición de la LIE, poniendo énfasis en la sustitución de combustibles sólidos o líquidos, por gas natural.¹⁹

Dentro del paquete de energías limpias, además de la cogeneración eficiente, el PRODESEN incluye la conversión de centrales termoeléctricas a duales y programó a partir de 2014 la conversión de siete unidades generación termoeléctrica a combustión dual, con la finalidad de reducir el uso de combustóleo y sustituirlo por gas natural.²⁰

En el periodo 2018-2021 se espera la incorporación de centrales eléctricas de ciclo combinado y turbo gas que representan 47% del total de la capacidad adicional. Lo anterior, origina que el consumo de gas natural incremente a una tasa promedio de 2.4% al año, por lo que al final del periodo de planeación, esto es en 2032 su participación alcanzará 63% en el total del consumo de combustibles fósiles requeridos para la producción de electricidad. Esto será posible gracias a la entrada en operación de 10 gasoductos en 2018 lo que incrementará la capacidad de transporte en 12,193 millones de pies cúbicos diarios.²¹

Para el periodo de planeación del PRODESEN, la composición de la generación de energía eléctrica se presenta en la siguiente tabla y podemos observar que, salvo la energía eólica, el crecimiento del resto de las energías renovables permanece estancado, llama, a su vez, la atención la notable expansión de la energía nuclear.

¹⁸ Secretaría de Energía, Programa Especial de la Transición Energética 2017-2018, México, *Diario Oficial de la Federación*, 31 de mayo de 2017, disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/213322/PETE.pdf>.

¹⁹ Secretaría de Energía, Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico..., *op. cit.*, p. 18.

²⁰ *Ibidem*, p. 37.

²¹ *Ibidem*, p. 81.

CUADRO 1.
GENERACIÓN TOTAL POR TIPO DE TECNOLOGÍA EN 2022 Y 2032 EN %

Tecnología	2022	2032
Ciclo combinado	52	51
Carboeléctricas y lecho fluidizado	11	7
Termoeléctrica convencional, combustión interna y turbogas	4	2
Eólica	10	13
Hidroeléctrica	9	8
Cogeneración eficiente	3	2
Nucleoeléctrica	3	8
Solar	4	4
Geotérmica	2	3
Bioenergía	2	2

FUENTE: Elaboración propia, a partir de datos del PRODESEN.²²

Por su parte, la Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031 estima que:

entre 2017 y 2031 se adicionen 55,840 MW de capacidad de generación eléctrica, de los cuales 37.4 corresponderán a tecnologías convencionales... 62.6% a tecnologías limpias. Cabe destacar que, del total de adiciones de capacidad, las dos principales tecnologías con mayor aportación al sistema son centrales de ciclo combinado con el 33.9 y 24.2 de centrales eólicas.²³

Del crecimiento de la demanda de gas natural para el sector, nos informa la Prospectiva de Gas Natural 2017-2031:

El gas natural ha aumentado progresivamente su uso en el país, principalmente para generación de energía eléctrica. De la demanda de combustibles fósiles en el sector eléctrico durante 2016, su participación fue de 70% debido a la estrategia de sustitución de combustibles caros y contaminantes como el combustóleo y diésel por fuentes menos costosas y amigables con el medio ambiente como el gas natural.²⁴

²² *Ibidem*, p. 80.

²³ Secretaría de Energía, Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031, México, p. 77, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284345/Prospectiva_del_Sector_EL_ctrico_2017.pdf.

²⁴ *Ibidem*, p. 14.

Asimismo, “[e]n 2031 se estima que la demanda de gas natural incrementa 26.8% [sic] respecto a 2016, pasará de 3,395 mmpcd²⁵ en 2016 a 5,947.2 mmpcd en 2031”,²⁶ lo que representa un aumento de 2,552.2 mmpcd de gas natural, correspondiente en realidad a un aumento de 75%, resultado del desarrollo de la infraestructura de transporte y la estrategia de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de sustitución de combustibles aunado a la conversión de las centrales eléctricas a combustión dual. Además,

[e]sta estrategia forma parte de las metas de energía limpia que establece la Ley de Transición Energética publicada en diciembre de 2015 con objeto de regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de *reducción de contaminantes de la Industria Eléctrica*.²⁷

El escenario para las energías renovables es muy distinto; en México al cierre de 2016 se incrementó en 10.17% la capacidad instalada respecto al año anterior. Mientras que 15.4% de la energía eléctrica fue generada con energías renovables, donde las tecnologías que mostraron mayor crecimiento fueron: la solar y eólica.²⁸

Se espera que entre 2017 y 2031, las energías renovables crezcan a una tasa media anual de 7.4%, para ubicarse al final del periodo en 135,027 GWh, según lo reportado por el PRODESEN.²⁹

Según informe de la CEPAL, en 2012 un análisis comparativo de las políticas para la energía eficiente y las renovables entre México y China y destacaron que México no destinaba recursos significativos para proyectos de energías renovable³⁰, y por los datos observamos que esta tendencia continúa.

IV. ESTÍMULO AL USO DE GAS NATURAL

Desde hace tiempo, se ha considerado al gas natural como una alternativa al uso de productos fósiles sólidos como el carbón o líquidos como el diésel o el

²⁵ Millones de pies cúbicos por día.

²⁶ *Ibidem*, p. 17.

²⁷ *Ibidem*, p. 62.

²⁸ Secretaría de Energía, *Prospectiva de Energías Renovables...*, *op. cit.* p. 13.

²⁹ *Ibid.*

³⁰ Heres, David, *El cambio climático y la energía en América Latina*, Chile, Naciones Unidas CEPAL, Unión Europea, 2015, p. 33.

combustóleo. debido a sus bajas emisiones de carbono. Incluso, las grandes petroleras han propagado la idea de que ésta es una energía puente para la transición a energías renovables con el razonamiento de que, para lograr las metas a largo plazo de reducción de emisiones es necesario reducir la combustión de carbón y otros combustibles con mayor huella de carbono por unidad de energía producida y sustituirlos por gas natural, tanto de origen convencional como no convencional, este último extraído mediante la controvertida tecnología de la fractura hidráulica, cuyas emisiones estimadas de GEI son hasta 11% superiores a las generadas en la explotación de yacimientos convencionales.³¹

En la Quinta Evaluación (2014) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), el grupo III presenta algunos puntos en los que se sugieren los posibles beneficios de aumentar la producción de gas natural incluso utilizando la explotación de cuencas de lutitas.³²

Según un documento del *German Institute for Economic Research*, México impulsó su reforma energética con la intención de expandir el uso de gas natural sobre el de otros combustibles fósiles, principalmente en el sector energía, abriendo el mercado a inversores privados.³³

Esto se ve refrendado en las distintas estrategias adoptadas, en especial desde la SEMARNAT, encaminadas supuestamente a abatir las emisiones y poder cumplir con los compromisos internacionales. También en los programas de inversión en infraestructura de producción, importación y transporte de gas, destacando los siguientes rubros:

1. Política y acciones de mitigación gubernamentales

La Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40, que fue publicada, por mandato de la LGCC, en el *Diario Oficial de Federación* el 3 de junio de 2013, es el instrumento de planeación que deberá guiar las acciones de la nación para combatir el fenómeno de calentamiento global y sus consecuencias en los próximos 40 años. Al igual que en la LGCC, en este

³¹ Hultman, Nathan *et al.*, “The Greenhouse Impact of Unconventional Gas for Electricity Generation”, *Environmental Research Letters*, núm. 6, 2011, p. 1.

³² Committee on Climate Change, “Does the IPCC Endorse Shale Gas?”, United Kingdom, 17 de abril de 2014, disponible en: <https://www.theccc.org.uk/2014/04/17/does-the-ipcc-endorse-shale-gas/>.

³³ Feijoo, Felipe *et al.*, “North American Natural Gas Model Impact of Cross-Border Trade with Mexico”, *Discussion Paper of DIW Berlin*, núm. 1553, 2016, p. 1, disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2737266.

documento no encontramos definición alguna de energías limpias, a pesar de que en el artículo tercero transitorio la Ley establece que la SENER, en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad CFE y la CRE, promoverán que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance por lo menos 35% para el año 2024.

En la matriz de acciones de mitigación de esta Estrategia se identifica a mediano plazo, como una de las acciones más viables, dadas las condiciones actuales, la sustitución de combustible por la CFE, para alcanzar las metas de la ley en la materia.

Uno de los ejes estratégicos de la mencionada Estrategia es acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia, ya que México tiene un gran potencial de generación mediante fuentes renovables y superar las barreras para su completa inmersión en sistema energético nacional. Entre las líneas de acción está el fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social y fomentar la generación de energías a través de fuentes renovables como eólica, fotovoltaica, geotérmica, hidroeléctrica, solar térmica y llama la atención la inclusión de la energía nuclear, como parte de las fuentes de energía limpia para la transición energética.

Por su parte, el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC), publicado en el *Diario Oficial de Federación* el 28 de abril de 2015, señala en su objetivo 3; “Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones”, contempla la estrategia 3.2 que se centra en: “Acelerar la transición energética a fuentes de energía menos intensivas en carbono”, proponiendo para ello, entre otras acciones: Impulsar la diversificación de la matriz energética con inversión pública y privada en la generación mediante energías limpias, desplazar el uso de diésel y combustóleo en la matriz energética por fuentes menos intensivas en carbono y desarrollar políticas y medidas para asegurar la suficiencia en el abasto de gas natural; es oportuno precisar que también se mencionan los biocombustibles y las energías renovables.³⁴

El 27 de marzo de 2015, México presentó sus Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en preparación a la Conferencia de las Partes

³⁴ Gobierno de la República, Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, México, 2013, disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa_especial_de_cambio_climatico_2014-2018.pdf.

a efectuarse en París en diciembre de 2015. La NDC plantea la mitigación de 22% de las emisiones de GEI con respecto a la línea base para el 2030, y 51% de carbono negro. También asume el compromiso de alcanzar un pico de emisiones al 2026 desacoplando las emisiones de GEI del crecimiento económico, es decir la intensidad de emisiones por unidad de PIB se reduciría alrededor de 40% al 2030.³⁵

Entre las acciones de mitigación para alcanzar esta meta en la industria eléctrica se encuentran: generación con 35% de energía limpia al 2024 y 43% al 2030 (66%) y sustitución de combustibles por gas natural (1%).³⁶

Posteriormente, en el Primer Informe Bienal de Actualización ante la Comisión Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático,³⁷ en el cual se traza la ruta indicativa de emisiones para el cumplimiento de las Contribuciones Previstas y Determinadas a nivel Nacional, comprometidas durante la COP 21 celebrada en París en 2015, puntualiza las áreas de oportunidad identificadas para la reducción de emisiones de GEI, a nivel sectorial, entre las que se encuentran para el caso de petróleo y gas: reducción de emisiones fugitivas de metano en la explotación de yacimientos de gas no convencional y aguas profundas; mejoramiento de las prácticas operativas favoreciendo los proyectos de cogeneración y eficiencia energética; mayor oferta de gas natural que pueda desplazar combustibles con una mayor intensidad de carbono.

Para acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia proponen entre otras medidas de mitigación acciones como: difusión de las ventajas de la cogeneración, conversión de combustóleo a gas de 7 centrales de generación, entre otras, en las cuales sí se incluye el fomento de fuentes de energía renovables y en este contexto, debemos reconocer que en la ruta planteada para la industria eléctrica se considera la instalación de más 18000 MW de capacidad de generación a partir de fuentes renovables en 2018.

³⁵ Mendivil, Ana y Niño, Gabriela, “Una política energética sustentable: un pendiente para México” México, Friedrich Ebert Stiftung, *Perspectivas*, núm. 1, 2016, p. 13.

³⁶ *Idem*.

³⁷ Gobierno de la República, *Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, México, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2015.

2. *Reducción de contaminantes climáticos de vida corta*

En la ya comentada Estrategia Nacional de Cambio Climático visión 10-20-40 se reconoce que el control de los contaminantes climáticos de vida corta como el metano, ozono troposférico y en especial el carbono negro, genera oportunidades de mitigación que son costo efectivas, de gran impacto debido a su elevado potencial de calentamiento global y grandes co-beneficios ambientales, ya que contribuye a reducir compuestos con características tóxicas, con efectos nocivos a la salud humana.

En estos momentos, no se cuenta con una línea base de emisiones de contaminantes climáticos de vida corta expresada como bióxido de carbono, ya que aún no existe consenso científico internacional sobre los factores de conversión.

Considerar el carbono negro, ante la falta de certidumbre científica en esta materia, es otro indicio de esta política de fomento al uso de gas natural. El hecho de que México, con el pretexto de conjugar los esfuerzos de mitigación de cambio climático con la protección de la salud pública, dada la toxicidad y carcinogenicidad de las partículas de hollín o carbono negro, fue el único país en comprometer una meta de reducción de este compuesto hasta en 51% al 2030 con respecto a la línea base, en los compromisos adquiridos en las NDC entregadas en marzo de 2015³⁸, genera sospechas razonables de estar fomentando el uso de este combustible fósil, ya que este contaminante tiene su origen en el uso de combustibles líquidos o sólidos y la mejor manera de reducir su emisión es sustituirlos por gas natural, dando así apariencia, con una solución gatopardista, de cumplir con objetivos ambiciosos de mitigación, sin dejar el uso de combustibles fósiles ni modificar el perfil energético del país.

3. *No inclusión de metas para energías renovables en los NDC*

Es necesario señalar que México no comprometió metas específicas en materia de energías renovables, contrario a varios países como Brasil, India y China. Brasil se comprometió a diversificar su matriz energética con la participación de entre 28% y 33% de las energías renovables para 2030 para generar electricidad. Por su parte, India construirá 100 Giga

³⁸ Gobierno de la República, *Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el periodo 2020-2030*, México, 2015, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf.

Watts de capacidad de energía solar y 60 Giga Watts de eólica para el 2022. Finalmente, China instalará entre 800 y 1,000 GW de energía renovable para 2030.³⁹

4. *El impuesto al carbono no incluye al gas natural*

“Entre las mejores políticas para la mitigación del cambio climático se encuentra la asignación de un precio al carbono, para responsabilizarnos de los costes sociales de nuestras acciones”.⁴⁰ México declaró en la COP 21 que su política de promoción de energías limpias está basada en el impuesto al carbono, establecido desde 2013, pero éste se aplica a todos los combustibles, excepto al gas natural.⁴¹

5. *Importación de gas natural y expansión de gasoductos*

Para sustentar esta política, México requiere importar grandes cantidades de gas natural. El Plan Quinquenal de Expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado Gas Natural 2015-2019 considera entre sus premisas para la planeación del Sistema Nacional de Gasoductos que:

El balance resultante en términos globales muestra que la demanda de gas natural crece, en promedio, anualmente 500 millones de pies cúbicos diarios aproximadamente, mientras que la oferta decrece, en promedio, 100 mmpcd. Lo anterior, implica una demanda creciente de gas natural de importación, tanto por ducto como de gas natural licuado (GNL), (vía marítima)⁴²

El Plan Quinquenal citado contiene proyectos considerados como estratégicos para garantizar el desarrollo eficiente del sistema de transporte de

³⁹ Mendivil, Ana y Gabriela Niño, “Una política energética sustentable...”, *op. cit.*, p.6.

⁴⁰ Huesca, Luis y López, Alejandra, “Impuestos ambientales al carbono en México y su progresividad: Una revisión analítica”, México, *Economía Informa*, núm. 399, mayo junio, 2016, p. 23.

⁴¹ Mendivil, Ana y Gabriela Niño, “Una política energética sustentable”, *op. cit.*, p. 6.

⁴² Secretaría de Energía, Plan Quinquenal de Expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural 2015-2019, México, 2015, p. 9, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/43397/Plan_Quinquenal_del_Sistema_de_Transporte_y_Almacenamiento_Nacional_Integrado_de_Gas_Natural_2015-2019.pdf.

gas e implicaba una expansión de 5,159 kilómetros de nuevos gasoductos con una inversión total estimada de 9,736 millones de dólares.

En marzo de 2018, el Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENAGAS) publicó la tercera revisión del Plan Quinquenal 2015-2019, aprobada por la SENER. En esta se considera una expansión adicional del sistema de 3,354 kilómetros en 10 nuevos gasoductos.⁴³ Adicionalmente, CENAGAS realiza el estudio del potencial de almacenamiento subterráneo de gas natural, el cual está orientado a identificar los yacimientos de hidrocarburos con potencial para conversión a unidades de almacenamiento subterráneo de gas natural. Por otra parte, existen tres terminales de almacenamiento y regasificación de gas natural licuado en: Ensenada, Manzanillo y Altamira.⁴⁴

En 2015, las importaciones de gas natural aumentaron un 53%. En 2014, 69% de las importaciones de gas natural provenía de Estados Unidos,⁴⁵ generando, con esto, un elevado nivel de dependencia hacia nuestro vecino del norte, que nos coloca en una posición de gran vulnerabilidad.

Mediante ductos, desde Estados Unidos a México, entran en promedio 2,000 mmpcd y se proyecta incrementar la capacidad a más de cinco mil mmpcd para el 2020, lo que, aunado a la construcción de terminales de regasificación de gas natural licuado, podría elevar el nivel de importaciones.⁴⁶

De acuerdo con el Balance Nacional de Energía, la producción nacional de gas natural disminuyó de 4,685.0 mmpcd en 2006 a 3,568.1 mmpcd en 2016, con una tasa de crecimiento medio anual de -2.7, mientras que la importación aumentó de 1,018.4 mmpcd en 2006 a 4,181.1 mmpcd en 2016 con una tasa de crecimiento medio anual de 15.1. En total la demanda aumentó de 5,672.9 mmpcd a 7,618.7 mmpcd de 2006 a 2016, con una tasa de crecimiento medio anual de 3.0.⁴⁷

Al cierre de 2016, se registró un volumen de importación de 4,168 mmpcd, 17.5% más que el año anterior. Del volumen importado, 87.2%

⁴³ Secretaría de Energía, *Tercera Revisión Anual, Plan Quinquenal de Expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural 2015-2019*, México, 2018, p. 68, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311763/531.DGGNP209.18.INF1.OT.12_Tercera_Revisi_n_PQ_2015-2019.pdf.

⁴⁴ *Ibidem*, p. 30.

⁴⁵ Pemex, *Indicadores Petroleros*, México, 2016, disponible en: http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Indicadores%20Petroleros/eimporpetro_esp.pdf, 201.

⁴⁶ Feijoo, Felipe *et al.*, “North American Natural Gas Model”, *op. cit.*, p. 4.

⁴⁷ Secretaría de Energía, *Sistema de Información Energética*, disponible en: <http://sie.energia.gob.mx>.

(3,791 mmpcd) se realiza por ductos internación desde EUA y 12%, como gas natural licuado (527 mmpcd).⁴⁸

Revisando los presupuestos anteriores podemos señalar que: "...la reforma energética representa la construcción de un gran andamiaje político, económico y de infraestructura para los proyectos de explotación de este hidrocarburo (gas natural), promovido por el Gobierno Federal".⁴⁹

V. USO DEL GAS NATURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como ya se mencionó, el gas natural es frecuentemente promovido como un combustible puente que permitirá a la sociedad continuar utilizando combustibles fósiles en las próximas décadas, ya que su combustión emite una menor cantidad de GEI, por unidad de energía, que otros combustibles fósiles, como carbón o combustóleo. El gas natural está compuesto principalmente por metano, cuyo potencial de efecto invernadero es muy superior al del bióxido de carbono producto de la combustión.

Esta alternativa es falaz; debido al alto potencial de calentamiento global del metano, no sólo se compensa, sino que se supera con creces los posibles beneficios de la disminución de la huella de carbono por su uso como sustituto de combustibles sólidos o líquidos.

Para los cálculos de inventarios de GEI se ha convenido en considerar que el metano tiene 28 veces mayor potencial de calentamiento global que el bióxido de carbono a 100 años;⁵⁰ la vida media del metano en la atmósfera es de 12 años, mientras que el bióxido de carbono tiene una influencia efectiva en la química atmosférica de 100 años o más.⁵¹

El reporte del IPCC de 2013, sobre las bases científicas del calentamiento global, enfatiza en el papel del metano en el calentamiento global y establece que no existe argumento científico para seleccionar el valor del potencial de calentamiento a 100 años y no el correspondiente a otros

⁴⁸ *Idem.*

⁴⁹ Mendivil, Ana y Niño, Gabriela, "Una política energética sustentable...", *op. cit.*, p. 6.

⁵⁰ Valor utilizado en los Inventarios Nacionales de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, así como en el Registro Nacional de Emisiones, según el Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento, *Diario Oficial de la Federación*, 14 de agosto de 2015.

⁵¹ Howarth, Robert W. *et al.*, A Bridge to Nowhere: Methane and the Greenhouse Gas Footprint Of Natural Gas", *Energy Science and Engineering*, 2014, p. 6.

horizontes temporales.⁵² Según Howarth, es más apropiado utilizar el valor a 20 años, que es de 86 veces el del CO₂, debido a la urgente necesidad de prevenir los severos efectos del calentamiento global los próximos 15 a 35 años⁵³ y cumplir con las metas del Acuerdo de París de mantener el aumento de la temperatura media global muy por debajo de los 2 °C y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1.5 °C con respecto a los niveles preindustriales con objeto de reducir a la brevedad los riesgos del cambio climático.

Si se toma en cuenta lo anterior, la huella de GEI del gas natural en la generación de energía eléctrica es casi 30% mayor que la del uso del carbón.⁵⁴

Por lo que se refiere a las emisiones fugitivas, los sistemas para el manejo de gas natural son la principal fuente de emisiones de metano en los Estados Unidos y representan 40% del total de las emisiones de este gas.⁵⁵

En estudios publicados hasta 2011, las estimaciones de las emisiones fugitivas de metano en sistemas de extracción y proceso de gas natural van de 0.4% a 2% del gas natural producido durante el ciclo de vida de un pozo, mientras que en los sistemas de transporte y distribución van de 0.4 a 2.5% en investigaciones más recientes han llegado a estimar hasta 10% del gas natural extraído.⁵⁶

Para tener una idea, según la referencia anterior, si tomamos los valores de la Prospectiva de Gas Natural 2017-2031 en la que se estima que en “2031 la demanda de gas natural incremente 26.8% [*sic*] respecto a 2016, pasará de 3,395 mmpcd en 2016 a 5,947.2 mmpcd en 2031”,⁵⁷ en 2016 se liberaron a la atmósfera 152.775 mmpcd de metano y para el 2031, esta cantidad aumenta a 267.62 mmpcd, por concepto de emisiones fugitivas durante el la extracción, producción y transporte de gas natural; es oportuno aclarar que estas estimaciones tienen un alto nivel de incertidumbre, pero sí debemos considerar que el metano tiene 28 veces a 100 años y 86 veces a 20 años mayor potencial de calentamiento global que el bióxido de carbono.

⁵² *Ibidem*, p. 7.

⁵³ *Ibidem*, p. 1.

⁵⁴ *Ibidem*, p. 9.

⁵⁵ Howarth, Robert W. *et al.*, “Methane Emissions from Natural Gas Systems. Background Paper Prepared for the National Climate Assessment”, 25 de febrero de 2012. Cornell University, disponible en: <http://www.eeb.cornell.edu/howarth/Howarth%20et%20al.%20--%20National%20Climate%20assessment.pdf>.

⁵⁶ *Ibidem*, pp. 2 y 3.

⁵⁷ Secretaría de Energía, *Prospectiva de Gas Natural 2017-2031*, *op. cit.*, p. 17.

De esta manera, observamos que muchos de los esfuerzos del gobierno federal en materia energética y de mitigación del cambio climático, lejos de transitar hacia una descarbonización de la economía, mediante el estímulo de energías renovables, están encaminados a seguir promoviendo el uso del gas natural. Esto quedó patente en la profusa publicidad de la reforma en medios de comunicación, que prometía como uno de sus beneficios: “El gas más barato y abundante permitirá contribuir a abaratar el pago del recibo de luz”.

V. CONCLUSIONES

Como se puede observar en todos los documentos de planeación sobre política energética y climática, se fomenta el uso de gas natural al priorizar las acciones de sustitución de combustibles sólidos o líquidos por este combustible fósil, cuyo manejo genera gran cantidad de emisiones fugitivas de metano que tiene potencial de calentamiento global es muy superior al del bióxido de carbono, por lo que se espera una contribución significativa al aumento de la temperatura media global del planeta y a la alteración del sistema climático.

La propuesta de expansión de los combustibles limpios con bajo contenido de carbono es muestra fehaciente de la resistencia a un cambio de paradigma energético, actualmente basado en la explotación y consumo de hidrocarburos. Es necesario transitar hacia la descarbonización real de la economía y adoptar un modelo sustentable y comprometido con el medio ambiente a través de limitar el consumo energético y fomentar las energías renovables.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- COMMITTEE ON CLIMATE CHANGE, “Does the IPCC Endorse Shale Gas?”, UK, April 17, 2014, disponible en: <http://www.theccc.org.uk/blog/does-the-ipc-endorse-shale-gas/>.
- DELGADO, Gian Carlo, “COP 21 y la transición hacia escenarios de bajo carbono, eficiencia, innovación tecnológica y cambio de paradigma” en RUEDA, Clemente y GAY, Carlos (coords.), *21 Visiones de la COP 21, El Acuerdo de París: Retos y áreas de oportunidad para su implementación en México*, México, UNAM, 2016.
- FEIJOO, Felipe, “North American Natural Gas Model Impact of Cross-Border Trade with Mexico”, *February DIW Berlin Discussion Paper No. 1553*, 2016.

- GOBIERNO DE LA REPÚBLICA, “Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40”, *Diario Oficial de Federación*, 3 de junio de 2013, México, 2013, disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06_otras/ENCC.pdf.
- GOBIERNO DE LA REPÚBLICA, Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, México, 2013, disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa_especial_de_cambio_climatico_2014-2018.pdf.
- GOBIERNO DE LA REPÚBLICA, *Primer Informe Bienal de actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, México, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2015.
- HERES, David, *El cambio climático y la energía en América Latina*, Chile, Naciones Unidas-CEPAL, Unión Europea, 2015.
- HOWARTH, Robert W. *et al.*, “A Bridge to Nowhere: Methane and the Greenhouse Gas Footprint of Natural Gas”, *Energy Science and Engineering*, 2014.
- HOWARTH, Robert W., “Methane Emissions from Natural Gas Systems. Background Paper Prepared for the National Climate Assessment”, 25 de febrero de 2012. Reference number 2011-0003, Cornell University, 2012, disponible en: <http://www.eeb.cornell.edu/howarth/Howarth%20et%20al.%20--%20National%20Climate%20assessment.pdf>.
- HUESCA, Luis y Alejandra López, “Impuestos ambientales al carbono en México y su progresividad: una revisión analítica”, México, *Economía Informa*, 399, mayo-junio de 2016.
- HULTMAN, Nathan *et al.*, “The Greenhouse Impact of Unconventional Gas for Electricity Generation”, *Environmental Research Letter*, núm. 6, 2011.
- INECC, Inventario Nacional de Emisiones de gases y Compuestos de Efecto Invernadero, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México, 2018, disponible en: <https://www.gob.mx/inecc/documentos/investigaciones-2018-2013-en-materia-de-mitigacion-del-cambio-climatico>.
- MENDÍVIL, Ana, “Una política energética sustentable: Un pendiente para México” México, Friedrich Ebert Stiftung, *Perspectivas*, Núm. 1/2016.
- MENDÍVIL, Ana y Gabriela Niño, “La política climática de México tras el Acuerdo de París”, México, Friedrich Ebert Stiftung, México, 2016.
- PEMEX, Indicadores Petroleros, 2016, disponible en: http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Indicadores%20Petroleros/eimporpetro_esp.pdf.
- PICHS, Ramón, “Prólogo”, en CRUZ, Xóchitl y DELGADO, Gian Carlo (coords.), *México ante la urgencia climática: Ciencia, política y Sociedad*, México, UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades y Programa de Investigación en Cambio Climático, 2015.

- SENER, Plan Quinquenal de Expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural 2015-2019, México, 2015, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/43397/Plan_Quinquenal_del_Sistema_de_Transporte_y_Almacenamiento_Nacional_Integrado_de_Gas_Natural_2015-2019.pdf.
- SENER, Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, Secretaría de Energía, *Diario Oficial de Federación*, 2 de diciembre de 2016, México, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110_1300h_Estrategia CCTE-1.pdf.
- SENER, Programa Especial de la Transición Energética 2017-2018, Secretaría de Energía, *Diario Oficial de Federación*, 31 de mayo de 2017, disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/213322/PETE.pdf>.
- SENER, Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031, Secretaría de Energía, México, 2017, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284345/Prospectiva_del_Sector_EL_ctrico_2017.pdf.
- SENER, Prospectiva de Gas Natural 2017-2031, Secretaría de Energía, México, 2017, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284343/Prospectiva_de_Gas_Natural_2017.pdf.
- SENER, Prospectiva de Energías Renovables 2017-2031, Secretaría de Energía, México, 2017, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284342/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2017.pdf.
- SENER, Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional, México, 2018, disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRO-DESEN-2018-2032-definitiva.pdf>.
- SENER, Tercera Revisión Anual, Plan Quinquenal de Expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural 2015-2019, México, 2018, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311763/531.DGGNP.209.18.INF1.OT.12_Tercera_Revisi_n_PQ_2015-2019.pdf.
- SCHOJET, Mauricio, *Límites del Crecimiento y Cambio Climático*, México, Siglo XXI, 2008.
- TUDELA, Fernando, “Cambio climático, un problema de todos”, *Foreign Affairs Latinoamérica*, México, vol. 15, núm. 4, 2015.